

SYSTEMAATTINEN ENNAKKOHUOLTO

Perttu Jäntti

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Jäntti, Perttu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 23.05.2014
	Sivumäärä 69	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi SYSTEMAATTINEN ENNAKKOHUOLTO		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Tuukkanen, Harri Kurki, Matti		
Toimeksiantaja(t) Harvia Oy Pirhonen, Arto, tuotantojohtaja		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Harvia Oy:n kiuastehtaan tarpeisiin Muurameen. Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää kunnossapito-osaston tietoja ja selkeyttää kunnossapitotoimintaa. Tavoitteiden saavuttamiseksi päivitettiin yrityksen konekantaluetelo, tehtiin mallikappale konekortista, määriteltiin seitsemälle koneelle tarvittavat ennakkohuoltotoimenpiteet sekä luotiin huolto-ohjeet valituille koneille sekä kunnossapidon henkilöstön että koneiden käyttäjien tarpeisiin. Tehtävänä oli tutkia myös, millaisia kunnossapitojärjestelmiä on olemassa, sekä miten ohjelmisto on toteutettu kunkin toimittajan järjestelmässä. Lisäksi tuli pyytää tarjoukset ohjelmistoista Harvia Oy:n tarpeita ajatellen. Opinnäytetyön tehtävien teossa käytettiin kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän keinoja.</p> <p>Konekantalueteloon tarvittava aineisto kerättiin kirjaamalla koneiden tiedot sekä sijainti muistiin. Myöhemmin koneiden sijainti merkittiin yrityksen pohjapiirustuskuvaan. Uusi konekorttimalli luotiin yhdistämällä vanhan konekorttipohjan sekä kunnossapitojärjestelmien laitekorttitietoja.</p> <p>Ennakkohuoltotoimenpiteitä määritettäessä kysyttiin koneiden käyttäjien ja kunnossapidon henkilöstön kokemuksia valituista koneista. Haastattelujen ja aikaisemmin opittujen tietojen perusteella luotiin jokaiselle koneelle RCM-mallin mukainen informaatio- ja päätöksentekolomake, jonka mukaan ennakkohuoltotoimenpiteet saatiin selville. Tehdyissä huolto-ohjeissa huomioitiin haastatelluissa saatu tieto, RCM-taulukon mukaiset toimenpiteet, valmistajien suositukset huoltoväleille sekä TMP-ajattelutavan keinot.</p> <p>Kunnossapitojärjestelmiä tutkittaessa otettiin mukaan viisi toimittajaa, jotka valikoituivat niiden tunnettuuden perusteella. Kunnossapito-ohjelmistojen käyttöliittymät havainnollistettiin kuvina sekä tiedot ohjelmistoista taulukoitiin vertailua varten. Harvia Oy voi käyttää opinnäytetyössä saavutettuja tuloksia kunnossapitojärjestelmän mahdollisessa hankinnassa ja huolto-ohjeiden laadintaprosessissa myös muille tuotantolaitteille.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Systemaattinen ennakkohuolto, TPM, RCM, SRCM, huolto-ohje, kunnossapitojärjestelmä		
Muut tiedot		



Author(s) Jäntti, Perttu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 23.05.2014
	Pages 69	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title SYSTEMATIC PREVENTIVE MAINTENANCE		
Degree Programme Mechanical and production engineering		
Tutor(s) Tuukkanen, Harri Kurki, Matti		
Assigned by Harvia Oy Pirhonen, Arto, Production Director		
Abstract <p>This thesis was assigned by Harvia Ltd sauna stove factory in Muurame and tailored to meet their needs. The aim of the thesis was to update the knowledge of maintenance department and clarify the maintenance operations. To achieve this the company's machine list was updated, an example of the machine card was made, preventive maintenance actions for seven machines were defined and maintenance instructions for the selected machines were created to meet the needs of both the maintenance personnel and the operators of the machines. Additionally, it was researched what kind of computerized maintenance management systems exist and how the software is made. Furthermore, quotations for the needs of Harvia Ltd were requested. Qualitative research methods were implemented in the processes.</p> <p>The necessary material for the machine list was collected by writing down the information and the location of the machines on paper. Later on, the locations of the machines were marked in the layout picture of the company. The new machine card model was created by combining the information of the machine cards for old machines and the computerized maintenance management system.</p> <p>Defining the preventive maintenance actions the maintenance personnel and the operators of the machines were asked for their experiences on the machines. For each selected machine RCM compatible information and decision making form based on interviews and pre-acquired knowledge was created. The information gained from the interviews, RCM matrix compatible actions, manufacturers' recommendations of maintenance periods and TMP thinking model were taken into account in the maintenance instructions.</p> <p>Five suppliers were selected based on their visibility were accounted in the research of computerized maintenance management system. The interfaces of the maintenance software were visualized with photos and the information of the software was organized in a chart for comparison. Harvia Ltd can use results achieved in the thesis when acquiring computerized maintenance management system or in the process of making maintenance instructions for the other machinery in the company.</p>		
Keywords Systematic preventive maintenance, TPM, RCM, SRCM, maintenance instruction, computerized maintenance management system		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Opinnäytetyön tausta	4
1.1 Opinnäytetyön tarve	4
1.2 Opinnäytetyön tavoitteet	4
1.3 Harvia Oy	5
1.4 Tutkimusmenetelmät	6
2 Kunnossapidon lajit	6
2.1 Kunnossapidon tehtävä	6
2.2 Tuotannon omaisuuden hoitaminen	8
2.2.1 Tarkastelunäkökulmat	8
2.2.2 Vikaantumisen selvittäminen.....	11
3 Kunnossapitostrategian luominen	13
3.1 Kunnossapidon strategiavalinnat	13
3.2 TPM-lähestymistapa	16
3.3 RCM-menetelmä	18
3.4 Kunnossapitoon liittyvät valtioneuvoston asetukset	22
4 Kunnossapitojärjestelmä	24
4.1 Kunnossapitojärjestelmän toiminta	24
4.2 Laitekortisto	25
4.3 Päiväkirjat ja postit	25
4.4 Kunnossapitotöiden ohjaus	26
4.5 Materiaalivirtojen ohjaus ja kustannuslaskenta	27
4.6 Myynti- ja laskutusjärjestelmä, pääkäyttäjän toiminnot ja raportointi	28
5 Opinnäytetyön toteutus ja tulokset	28
5.1 Konekantaluettelon ja konekortin päivitys	28
5.2 Ennakkohuoltosuunnitelmat	30
5.2.1 Ennakkohuoltosuunnitelmien toteutus	30
5.2.2 Esimerkki ennakkohuoltotarpeiden suunnittelusta	33
5.3 Kunnossapitojärjestelmä	34

	2
5.3.1 Lähtötilanne	34
5.3.2 Arrow Maint	37
5.3.3 Camline Maint	39
5.3.4 Artturi	41
5.3.5 MaintALMA.....	44
5.3.6 IBM Maximo	45
5.3.7 Yhteenveto kunnossapitojärjestelmistä	46
6 Kehitysehdotukset.....	48
7 Pohdinta	50
Lähteet	54
Liitteet	56
Liite 1. Malli konekantaluetelosta	56
Liite 2. Mallikuva pohjapiirustukseen merkityistä koneista	57
Liite 3. Konekorttimalli	58
Liite 4. Tuhkalaatikkokoneen RCM -taulukko	59
Liite 5. Tuhkalaatikkokoneen huoltosuunnitelma koneen käyttäjille	63
Liite 6. Tuhkalaatikkokoneen huoltosuunnitelma kunnossapidon henkilöstölle	65
Liite 7. Kunnossapitojärjestelmien yhteenveto.....	69
 Kuviot	
Kuvio 1. Kunnossapidon vaikutus kannattavuuteen.....	7
Kuvio 2. Kunnossapidon alalajit.....	8
Kuvio 3. Tuotanto-omaisuuden osa-alueet	9
Kuvio 4. Laitosten tuotanto-omaisuuden hallinnan fokuointi.....	9
Kuvio 5. Suunnittelemattoman ja suunnitellun korjauksen ero seisokkiajoissa.....	13
Kuvio 6. Kunnossapidon kustannusten tasapainottaminen.....	14
Kuvio 7. Kunnossapitotehtävien valinta.....	15

Kuvio 8. TPM-ajattelutavan kehitysaskeleet	17
Kuvio 9. Kunnossapitojärjestelmän toimintakaavio	24
Kuvio 10. Vialle tehokkain kunnossapidon toimenpide	32
Kuvio 11. Arrow Maint -käyttöliittymä	37
Kuvio 12. Arrow Maintin uusittu käyttöliittymä	38
Kuvio 13. Arrow Maintin huoltotöiden aikataulutuskäyttöliittymä	39
Kuvio 14. Camline Maint -käyttöliittymä	40
Kuvio 15. Camline Maintin ennakkohuollon päänäkyminen	40
Kuvio 16. Camline Maintin ennakkohuollon taulukointi	41
Kuvio 17. Artturin käyttöliittymä	42
Kuvio 18. Artturin työlistanäkymä	43
Kuvio 19. Artturin aikataulutettu näkymä resurssittain	43
Kuvio 20. Artturin aikataulutettu graafinen näkymä	43
Kuvio 21. Artturin Web-käyttöliittymä	44
Kuvio 22. IBM Maximo -käyttöliittymä	45
Kuvio 23. IBM Maximo -kalenterinäkyminen	46

Taulukot

Taulukko 1. Kunnossapitotoimenpiteiden valinta	20
Taulukko 2. Sähkölaitteistojen määräaikaistarkastukset	35

1 Opinnäytetyön tausta

1.1 Opinnäytetyön tarve

Harvia Oy:n kunnossapito-osaston kanssa käydyissä keskusteluissa ilmeni, ettei yrityksen koko konekanta ole kirjattu kirjalliseen eikä sähköiseen muotoon. Kaikille yrityksen tuotantokoneille ei myöskään ole määritelty huolto-ohjeita. Yrityksen nykyisestä tuotantokonekannasta levytyökeskuksien, laserleikkureiden, Amada-särmäyspuristimien, Prima-Power-taivutusautomaatin sekä robotisoitujen hitsauskoneiden kattavammat kunnossapitotoimet ovat ulkoistettuja. Tämä tarkoittaa sitä, että näille koneille säännölliset huollot sekä tarvittavat vikakorjaukset tekee pääasiassa ulkopuolinen yritys. Harvia Oy:llä on kunnossapidon tehtäviin palkattuja henkilöitä seitsemän, kunnossapidon työnjohtajat mukaan lukien. Kunnossapito-osasto hoitaa muiden tuotantokoneiden tarvittavat huollot, korjaukset ja uusien koneiden kehittämisen sekä rakentamisen. Tällä hetkellä suurin osa yrityksessä tehtävästä kunnossapidosta on korjaavaa kunnossapitoa.

Yrityksessä on aikaisemmin kartoitettu konekantaluetta, mutta resurssien ja ajanpuutteen vuoksi asia oli jäänyt kesken. Yrityksessä on ulkopuolelta ostettujen valmiiden tuotantokoneiden lisäksi monia kokonaan yrityksessä rakennettuja tai osittain muokattuja tuotantokoneita. Yrityksessä rakennetuille tai muokatuille koneille ei joko ole tehty huolto-ohjeita tai muokkausten vuoksi ne eivät ole enää ajantasaisia. Harvia Oy:lle on vuosia sitten esitelty ja tarjottu kunnossapito-ohjelmistoa, mutta silloin ohjelmistoa ei päätetty hankkia.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää kunnossapito-osaston tietoja ja selkeyttää kunnossapitotoimintaa. Opinnäytetyön tehtävät voidaan jakaa kolmeen osaluokkaan. Ensimmäisenä tehtävänä oli päivittää yrityksen konekantaluetta ja merkitä tuotantokoneiden sijainti kiuastehtaan pohjapiirustuskarttaan. Tehtävänä oli

myös laatia esimerkkikappale konekortista, jota yritys voisi käyttää mallina muiden koneiden tietojen kirjaamiseen.

Toisena tehtävänä oli luoda valituille tuotantokoneille huolto-ohjeet kunnossapidon henkilöstön ja koneiden käyttäjien tarpeisiin. Luodut huolto-ohjeet toimivat mallina, joiden perusteella yrityksessä voidaan laajentaa ohjeistusta myös muille tuotantolaitteille.

Kolmantena tehtävänä oli etsiä tietoa eri kunnossapitojärjestelmistä ja pyytää järjestelmän toimittajilta alustava tarjous Harvia Oy:n tarpeet huomioonottaen. Tavoitteena tässä alueessa oli antaa opinnäytetyön lukijalle tietoa siitä, millaisia kunnossapitojärjestelmiä on olemassa, miten näiden käyttöliittymät ovat toteutettu sekä selvittää kunnossapitojärjestelmien tarjoustietoja.

1.3 Harvia Oy

Harvia Oy:n kiuastehtaan juuret johtavat 1950-luvulle Jyväskylään, jolloin ensimmäiset myyntiin tarkoitetut kiukaat valmistuivat. Kiuastehdas muutti 1970-luvulla Jyväskylästä Muurameen, jossa yritys on laajentunut vuosikymmenten saatossa useita kertoja ja on nykyisin maailman johtava kiukaita ja saunan oheistuotteita valmistava yritys. Harvia-konserniin kuuluu kiuastehtaan lisäksi samassa yhteydessä sijaitseva saunan puutuotteita valmistava sisaryhtiö Velha Oy sekä Kiinassa toimiva tehdas. Konserni työllistää yhteensä noin 200 henkilöä Suomessa ja noin 100 henkilöä Kiinassa ja Hong Kongissa. (Rahkonen 2014, 16.)

Harvia Oy:n tuotevalikoima on hyvin laaja. Erilaisia sähkökiuasalleja on 29 ja puukiuasalleja 28. Näiden lisäksi yritys tarjoaa infrapunasaunoja, höyrykehittämiä höyrysaunoihin, kamiinoita, takan sisäosia, loimusavustimia, kylpyhuonesaunoja sekä muita saunomiseen liittyviä tarvikkeita. (Harvia Oy tuotteet 2014.) Harvia Oy valmistaa vuosittain yli 150 000 kappaletta kiukaita, joista lähes kaikki tuotetaan Muuramen kiuastehtaalla.

Yrityksen talous on vakaalla pohjalla, eivätkä muut kiuasvalmistajat ole pystyneet haastamaan markkinajohtajan asemaa. Harvia Oy:n liikevaihto vuonna 2013 oli 47 miljoonaa euroa. Tästä osuudesta noin 40 prosenttia tuli Suomen myynnistä ja noin 60 prosenttia viennistä yli 60 maahan. Yrityksen omistaa 80-prosenttisesti CapMan Buyout X -rahasto ja 20-prosenttisesti Harvian suku. (Rahkonen 2014, 16.)

1.4 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytettiin empiirisen tutkimuksen keinoja. Tarkemmin luokiteltuna opinnäytetyö sisältää kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmenetelmälle tyyppisiä piirteitä ovat, että tarvittava aineisto kootaan luonnollisista, todellisista tilanteista, suositaan ihmistä tiedon keruun lähteenä, apuna tiedonhankinnassa voidaan käyttää lomakkeita ja testejä, suositaan haastatteluja ja erilaisten dokumenttien analysointia, tutkimuksessa tarkasteltava kohdejoukko valitaan tarkoituksenmukaisesti, tutkimus toteutetaan joustavasti ja suunnitelmia muutetaan olosuhteiden mukaisesti, tutkimustapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja aineistoa tulkitaan sen mukaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2013, 164.) Tuotantokoneiden toimintatavat, nykyiset huoltotoimenpiteet ja aikaisemmat viat kerättiin haastattelemalla koneiden käyttäjiä sekä kunnossapidon henkilöstöä. Kunnossapitojärjestelmistä kerättiin tietoa valmistajien Internet-sivuilta sekä otettiin suoraan yhteyttä ohjelmistojen toimittajiin.

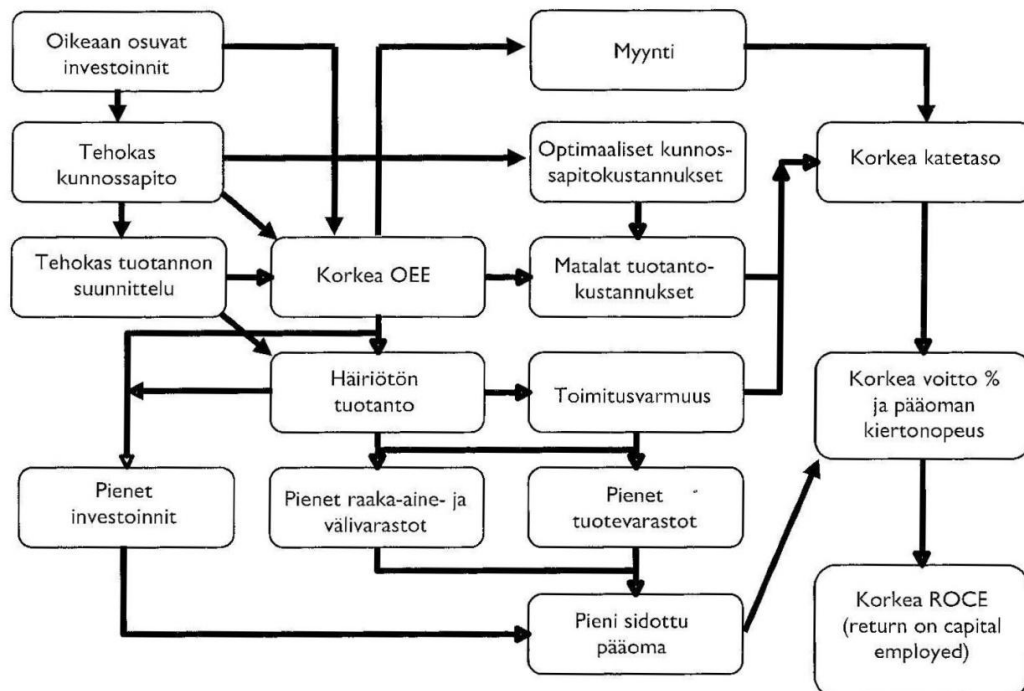
2 Kunnossapidon lajit

2.1 Kunnossapidon tehtävä

Kunnossapito määritellään lähteestä riippuen hieman eri tavoin. Suomessa hyväksytyt kansainvälisen kunnossapitostandardin SFS-EN 13306 (2010, 8) mukaan kunnossapito tarkoittaa seuraavaa:

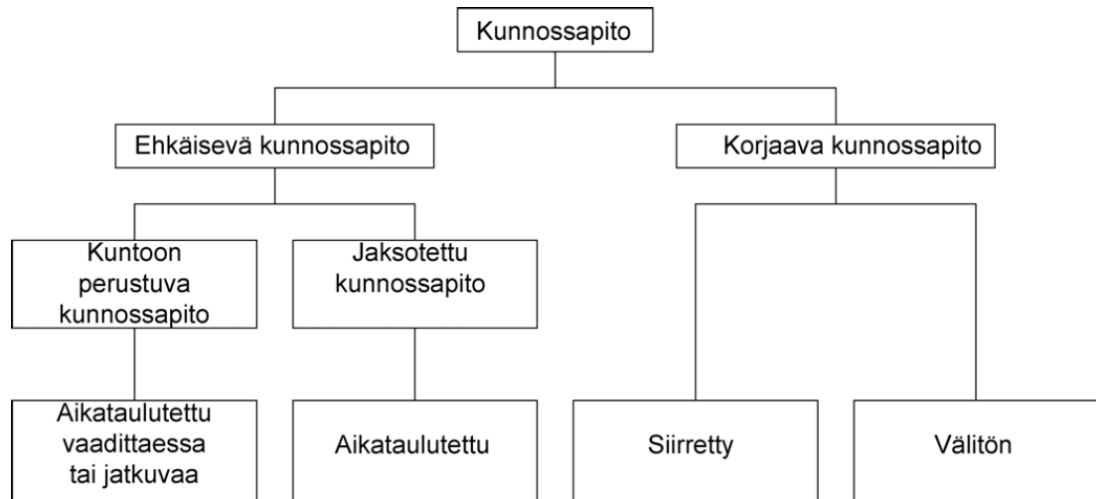
”kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.”

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä on siis pitää koneet jatkuvasti toimintakunnossa. Kunnossapito mielletään usein virheellisesti pelkästään kunnossapito-osaston tehtäviksi. Tämä voi pahimmillaan johtaa tilanteeseen, jossa tuotannonpuolella työskentelevät henkilöt saattavat vieroksua kunnossapidollisia tehtäviä. Koneen toimintakunnon ylläpitäminen on kuitenkin jokaisen kyseisen koneen kanssa tekemisissä olevan henkilön vastuulla. Kunnossapito-osaston pääasiallinen tehtävä on tehdä laitteelle vaativat toimenpiteet, kuten vaativat huollot tai korjaukset. Käyttökäytännön tehtävänä on valvoa koneensa toimintakuntoa ja ilmoittaa mahdollisista poikkeuksista koneen toiminnassa. Koneen käyttäjän tulee myös pitää yllä koneensa toimintaedellytyksiä ja vastata koneensa ammattitaitoisesta sekä asianmukaisesta käytämisestä. (Järviö & Lehtiö 2012, 17.) Kunnossapitoa ei nykyisin mielletä enää kustannukseksi vaan tärkeäksi tuotantontekijäksi, jonka avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen tuottavuus ja kilpailukyky (Mikkonen 2009, 25). Kunnossapidon vaikutusketju tuotantolaitoksessa on pitkä, jota havainnollistetaan kuviossa 1.



Kuvio 1. Kunnossapidon vaikutus kannattavuuteen (Mikkonen 2009, 38)

Kansainvälisen kunnossapitostandardin mukaan kunnossapito voidaan luokitella kahden alakategoriaan: ehkäisevään kunnossapitoon sekä korjaavaan kunnossapitoon. Nämä taas haarautuvat useammiksi alalajeiksi. Kuvio 2 havainnollistaa kunnossapidon alalajit SFS-EN 13306 -standardin mukaan.

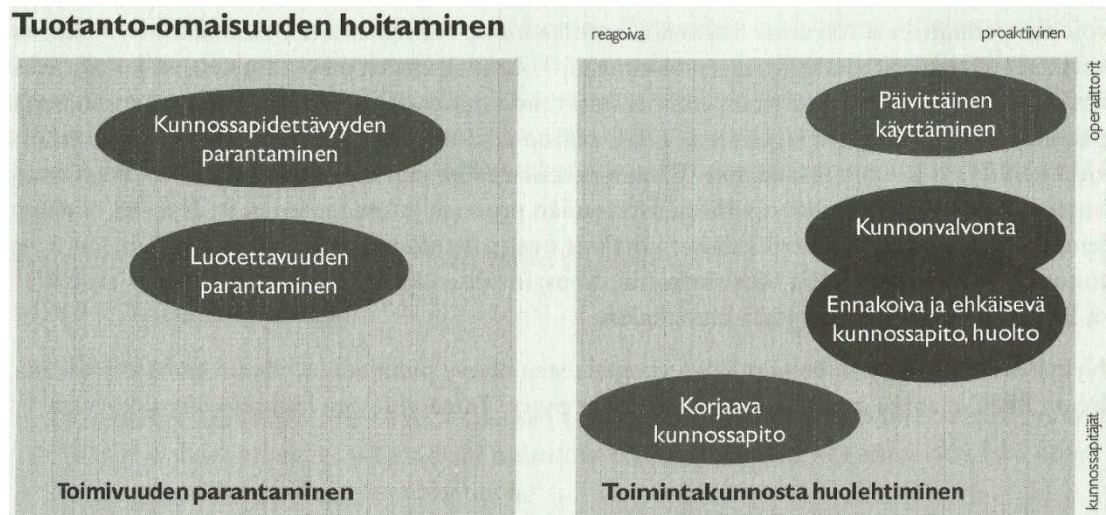


Kuvio 2. Kunnossapidon alalajit (SFS-EN 13306 2010, 34)

2.2 Tuotannon omaisuuden hoitaminen

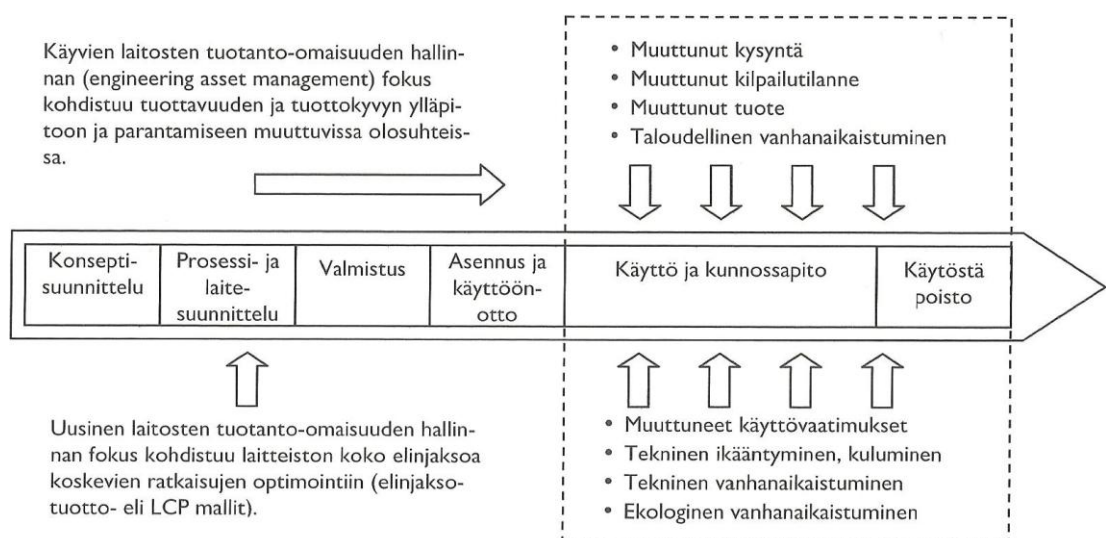
2.2.1 Tarkastelunäkökulmat

Yrityksessä olevien laitteiden sekä koneiden hoitamiseen ja ylläpitoon lukeutuu muitakin tehtäviä kuin pelkästään kunnossapidon tehtäviä. Tehtävät voidaan luokitella viiteen eri päälajiin: huoltoon, ehkäisevään kunnossapitoon, korjaavaan kunnossapitoon, parantavaan kunnossapitoon sekä vikojen ja vikaantumisen selvittämiseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 49.) Kuviosta 3 nähdään, mitkä toiminnot parantavat tuotanto-omaisuuden toimivuutta ja mitkä pitävät yllä toimintakuntoa.



Kuvio 3. Tuotanto-omaisuuden osa-alueet (Järviö & Lehtiö 2012, 15)

Tuotanto-omaisuuden hoitamista voidaan tarkastella joko uuden laitoksen tai käyvän laitoksen näkökulmasta. Uusissa laitoksissa tuotanto-omaisuuden hoitamisen fokus kohdistuu laitteen elinkaarta koskeviin päätöksiin, jossa pyritään ennakoimaan tulevaisuudessa tapahtuvia liiketoimintaympäristön muutoksia sekä ottamaan huomioon koko elinjakson muutos- ja kunnossapitotarpeet. Käyvien laitosten tuotanto-omaisuuden hoitaminen keskittyy tuotantokyvyn ylläpitämiseen ja parantamiseen muuttuvissa olosuhteissa. (Mikkonen 2009, 87.) Kuviossa 4 on kuvattu uuden sekä käyvän laitoksen erilaiset tuotanto-omaisuuden kohdentamispisteet.



Kuvio 4. Laitosten tuotanto-omaisuuden hallinnan fokuointi (Mikkonen 2009, 88)

Huolto

Huollolla tarkoitetaan toimenpidettä, joka sisältää koneen tarkastamisen, puhdistuksen, rasvauksen, suodattimen vaihdon ja muita vastaavanlaisia tehtäviä. Jaksotetun huollon tehtävänä on pitää yllä koneen toimintoja, estää vaurioiden syntymistä ja palauttaa jo mahdollisesti heikentynyt toimintakyky. Huollot tehdään tietyin väliajoin, jotka määräytyvät joko koneen käyttöajan tai valmistettujen tuotteiden mukaan. Jaksotettu huolto sisältää seuraavia toimenpiteitä:

- puhdistus
- voitelu
- kuluvien osien vaihtaminen
- huoltaminen
- kalibrointi
- toimintaedellytysten vaaliminen
- toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 49–50.)

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on pienentää vikaantumisen todennäköisyyttä ja palauttaa koneen mahdollisesti heikentynyt toimintakyky. Koneen suorituskykyä tai sen parametreja seurataan ehkäisevän kunnossapidon keinoin ja toimia voidaan suorittaa säännöllisin väliajoin tai tarvittaessa. Ehkäisevän kunnossapidon piiriin kuuluvat muun muassa seuraavat asiat:

- kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
- toimintakunnon toteaminen ja testaus
- käynninvalvonta
- tarkastaminen
- vikaantumistietojen analysointi
- määräystenmukaisuuden toteaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

Korjaava kunnossapito

Vaikka konetta huollettaisiin säännöllisesti huoltosuunnitelmien mukaan, on normaalia, että koneisiin tulee ennalta arvaamattomia toimintahäiriöitä tai vikoja. Korjaaval-

la kunnossapidolla tarkoitetaan tilannetta, jossa vian havaitsemisen jälkeen vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti korjataan ja kone palautetaan toimintakuntoon. Korjaava kunnossapito voi olla suunniteltua kunnostusta tai suunnittelematonta häiriökorjausta. Korjaavan kunnossapidon piiriin kuuluu:

- vian tunnistaminen
- vian määrittäminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- toimintakuntoon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Parantava kunnossapito

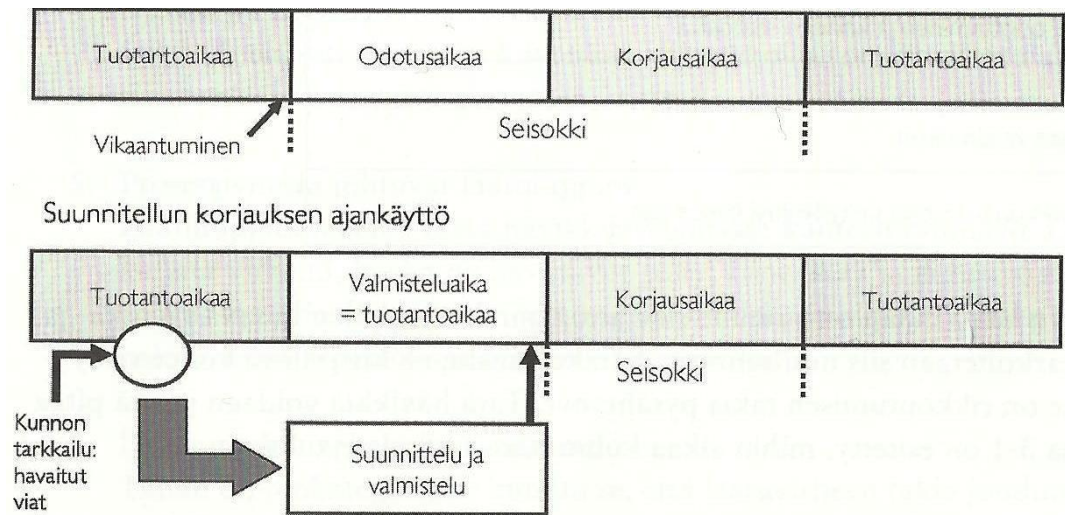
Parantavassa kunnossapidossa tavoitteena on parantaa koneen kunnossapidettävyyttä ja luotettavuutta muuttamatta koneen toimintoja. Eri vaihtoehdot voidaan jakaa kolmeen eri pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä konetta muutetaan käyttämällä uudempia osia kuin alkuperäiset, mutta kohteen suorituskyky pysyy jokseenkin samana. Toisessa ryhmässä koneen toimintaa on tarkoitus muuttaa luotettavammaksi erilaisin uudelleensuunnittelun ja korjauksien avulla. Tällöin koneen suorituskykyä ei juurikaan muuteta, mutta luotettavuus paranee. Kolmannessa ryhmässä konetta modernisoidaan siten, että uudistetaan sekä kone että valmistusprosessi. Esimerkiksi tietyissä tilanteissa voi olla halvempaa modernisoida vanhaa tuotantokonetta kuin investoida kokonaan uuteen koneeseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

2.2.2 Vikaantumisen selvittäminen

On arvioitu, että koneissa ilmenevistä vioista ennustettavia vikoja on 10–20 %, oireiden perusteella ajoissa havaittavia vikoja on 30–40 % ja loput vioista eivät ole ennakoitavissa. Mikäli koneen luotettavuutta halutaan parantaa, tulisi vikatilanteiden yhteydessä pohtia, mitkä ovat vikaantumiseen johtavat syyt, ja keskittyä näiden kohtien parantamiseen. On esitetty, että vikaantumiselle on olemassa viisi pääsyytä, joita muuttamalla voidaan parantaa koneiden luotettavuutta:

- Koneita ei käytetä oikealla tavalla, mikä johtuu siitä, ettei oikeita toimintatapoja tiedetä tai suhtautuminen koneiden käyttöön ei ole oikea. Koneiden käyttäjien tulisi tarkastella koneidensa kuntoa ja ilmoittaa mahdollisista poikkeavuuksista kunnossapidolle.
- Koneiden käyttäjien ja kunnossapidon henkilöstön ammattitaito voi olla liian suppea, jolloin tarkastuksissa ei huomata alkavia vikoja. Vian oireet voidaan myös tulkita väärin, konetta voidaan käyttää väärin tai kunnossapidon toimet voivat olla vääriä.
- Ikääntymisestä johtuvaa toimintakyvyn heikkenemistä ei havaita, heikkenemisen aiheuttavia syitä ei korjata tai heikkeneminen hyväksytään.
- Käyttöolosuhteet eivät ole optimaaliset, esimerkiksi puhdistamatta jäänyt lika saattaa pienentää koneen liikeratoja, aiheuttaa lämpenemistä tai laadun heikkenemistä.
- Suunnittelussa ei ole riittävästi huomioitu koneen todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. Kone on myös voitu siirtää alkuperäiseltä paikalta toisaalle, jolloin alkuperäiset käyttöolosuhteet ovat voineet muuttua. (Järviö & Lehtiö 2012, 80–81.)

Muistisääntönä voidaan pitää, että suunnittelemattoman korjauksen työtunti maksaa viisi kertaa enemmän kuin suunnitellun korjauksen työtunti. Mikäli vika pystytään havaitsemaan ajoissa, voidaan vian korjausajankohta mahdollisesti kohdistaa siten, ettei siitä aiheudu ylimääräistä haittaa tuotantoon. (Laine 2010, 50.) Aikaisin havaittu vika ja ennakointi lyhentävät huomattavasti koneen seisokkiaikaa, tätä on havainnollistettu kuviossa 5.

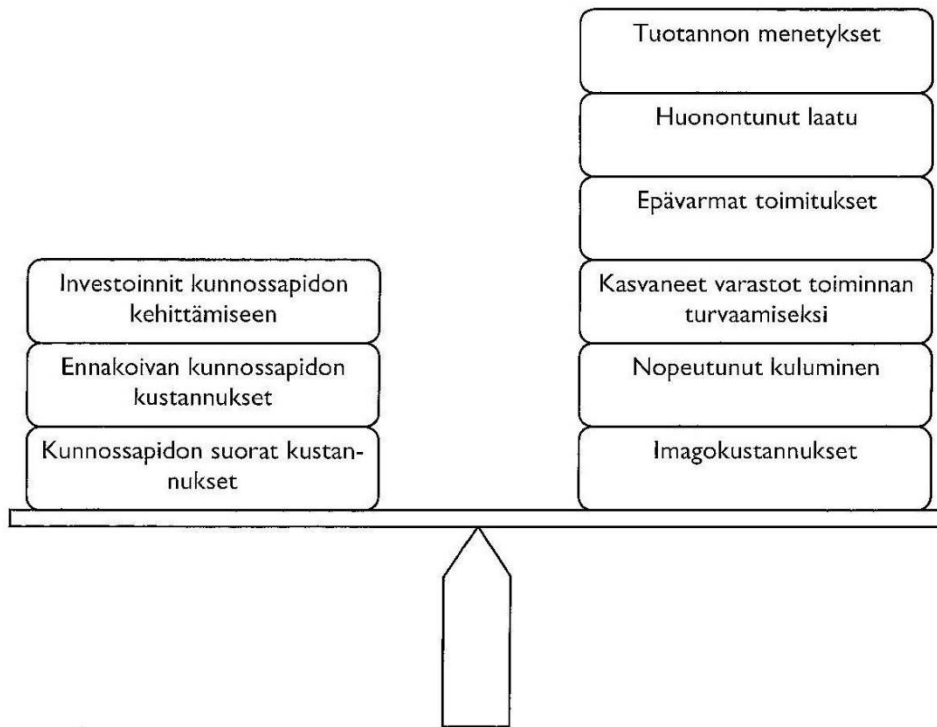


Kuvio 5. Suunnittelemattoman ja suunnitellun korjauksen ero seisokkiajoissa (Laine 2010, 50)

3 Kunnossapitostrategian luominen

3.1 Kunnossapidon strategiavalinnat

Yrityksen liiketoiminnan tavoitteet ohjaavat myös kunnossapidon strategisia valintoja, sillä ne omalta osaltaan määrittelevät sitä, miten yrityksen kunnossapito hoidetaan. Yrityksen johdolla tulisi olla vähintään perustason tietämys siitä, miten erilaiset kunnossapidon toimintatavat vaikuttavat tuottoihin ja kokonaiskustannuksiin. (Mikkonen 2009, 103–104.) Kuviossa 6 havainnollistetaan, millaisien asioiden tasapainoon tulisi pyrkiä kunnossapitostrategiaa laatiessa.

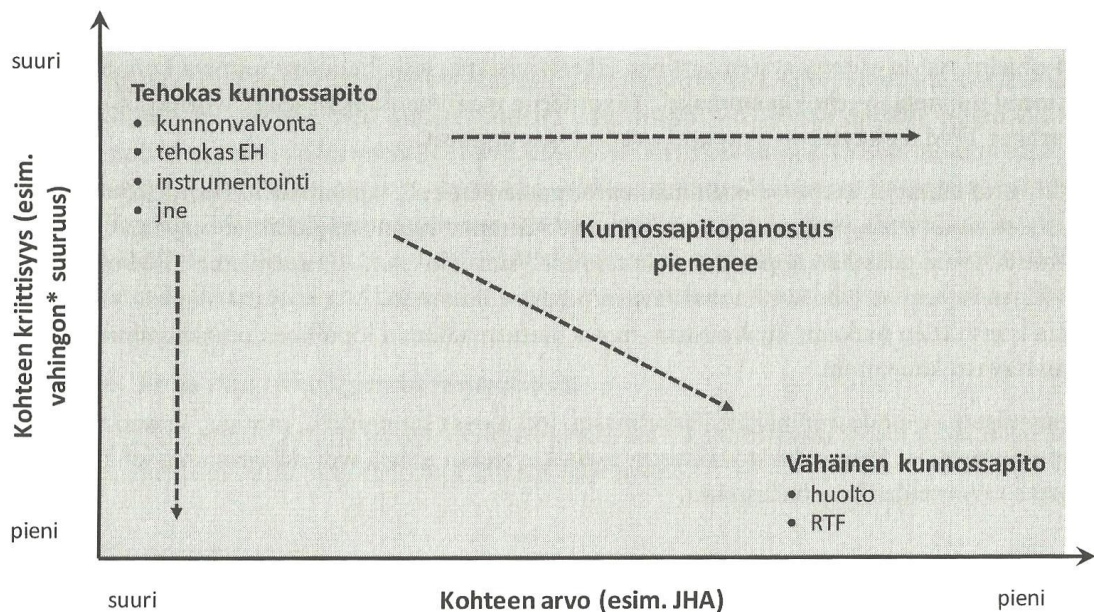


Kuvio 6. Kunnossapidon kustannusten tasapainottaminen (Mikkonen 2009, 104)

Kunnossapidon kustannustyyppit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: välittömiin kustannuksiin, välillisiin kustannuksiin sekä aineettomiin menetyksiin. Välitön kustannus on kaikista helpoimmin mitattava ja tavanomaisin kunnossapidon kustannustyyppi. Välitön kustannus käsittää kaikki ne toimenpiteet, jotka voidaan suoraan kohdistaa kunnossapito-osaston toimiiin. Näitä toimia ovat muun muassa kunnossapito-osaston palkat, varaosat, materiaalit, tarvikkeet, hankintakustannukset sekä ulkoistetut työt. Välillisiä kustannuksia on hankala kohdistaa, eikä kustannuksia yleensä voida tarkasti jakaa tietyn osa-alueen toiminnoille. Näitä kustannuksia ovat esimerkiksi hylkykappaleet, uudelleen tekeminen, ylimitoitettu käyttöomaisuus, epäsuhtaiset varastot ja ylityökustannukset. Välilliset kustannukset ovat suuremmat kuin välittömät kustannukset ja niitä on vaikea mitata, mutta niiden vaikutus koko yrityksen toiminnan kannalta on suuri. Yrityksen huonolaatuinen toiminta aiheuttaa myös aineettomia menetyksiä, millä on vaikutusta koko yrityksen toimintaan. Aineettomalla menetyksellä tarkoitetaan tilannetta, jossa yrityksen imago ja maine luotettavana toimittajana kärsii. Tämän vuoksi asiakkaat ovat haluttomampia ostamaan yrityksen tuotteita, mikä aiheuttaa kilpailutilanteen kiristymistä. Aineeton menetys tarkoittaa yrityksen sisällä turvallisuuden, oppimisprosessin ja motivaation heikkenemistä. Kus-

tannussäästöjä etsittäessä edellä mainituista kolmesta kustannustyyppistä välilliset kustannukset vaikuttavat eniten koko yrityksen toimintaan. Mikäli säästötoimet keskitetään tähän kustannustyyppiin, voidaan saavuttaa säästöjä, jotka ovat määrältään suuremmat kuin välittömät kustannukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 180–181.)

Ennakoivaa kunnossapitoa yrityksessä kannattaa tehdä silloin, kun koneelle ja vika-
muodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä sekä kunnossapidon kus-
tannukset ovat pienemmät kuin sen puutteesta aiheutuvat menetykset ja vahingot.
Hyvässä ennakoivassa kunnossapidossa noin 80 % tulevasta työkuormasta on tiedos-
sa noin kolme viikkoa etukäteen. (Järviö & Lehtiö 2012, 97.) Kunnossapidolliset teh-
tävät ja resurssit kannattaa suhteuttaa konekohtaisesti esimerkiksi kuvion 7 mukai-
sesti.



Kuvio 7. Kunnossapitotehtävien valinta (Järviö & Lehtiö 2012, 113)

Kunnossapidon yksi peruskysymys liittyy omistajuuteen eli siihen kuka kunnossapito-
toimenpiteet suorittaa. Kunnossapitotoimenpiteet voi suorittaa yrityksen oma kun-
nossapitohenkilöstö, yhteisyritys ulkopuolisten organisaatioiden kanssa tai ulkopuo-
linen palveluyritys. Oman kunnossapidon hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että
oma kunnossapito-osasto on tehokas koneiden käynninvarmistaja, sillä tarvittavat

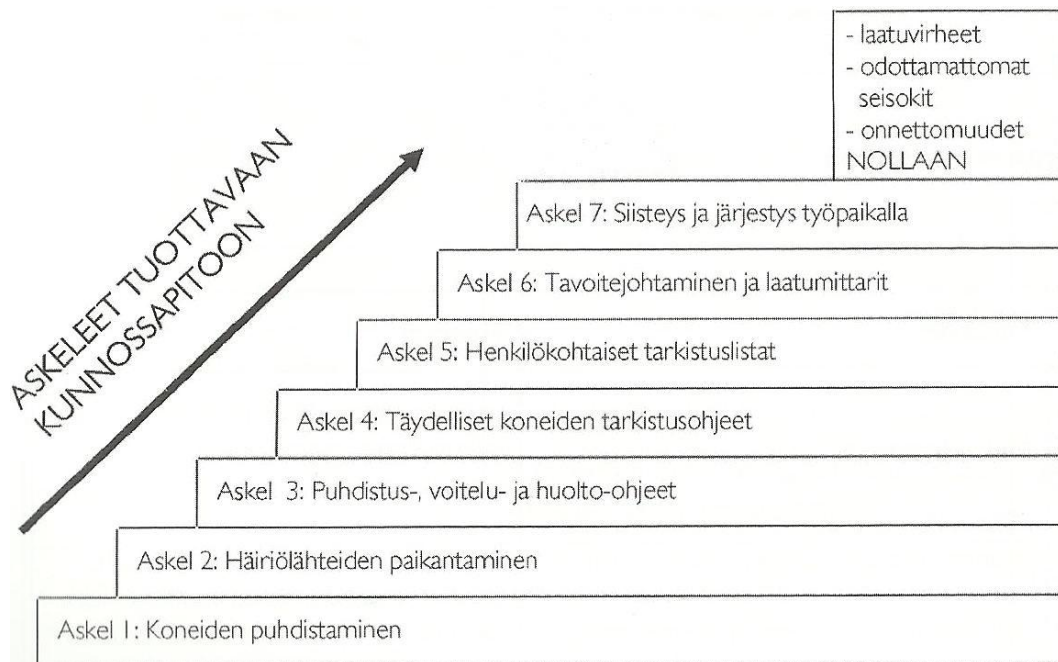
huollot ja korjaukset voidaan tehdä nopeasti. Huonona puolena yrityksen omassa kunnossapidossa on se, että modernit laitteet vaativat yhä monimutkaisempaa osaamista, jolloin kunnossapito-osastolla tarvitaan yhä monipuolisempaa osaamista, ja tämän vuoksi kunnossapito-osaston kustannukset nousevat. Ulkoistetun kunnossapidon hyvinä puolina voidaan pitää esimerkiksi sitä, että kunnossapitotyöt ovat yrityksen erityisosaamista ja poikkeustapauksissa varamiehiä kunnossapidollisiin töihin löytyy helposti. Huonoina puolina ulkoistetussa kunnossapidossa voidaan pitää kunnossapitotoimien seurannan ja kommunikaation mahdollista vaikeutumista sekä sopimuksien joustamattomuutta markkinatilanteiden muutostilanteissa. Yleensä yrityksessä yksi toimija ei hoida kaikkea kunnossapitoon liittyviä tehtäviä vaan on löydettävä sopiva tasapaino eri osa-alueiden väliltä. (Mikkonen 2009, 104–105.)

Erilaisia toimintamalleja yrityksen sisäisen kunnossapitostrategian luomiseksi ja parantamiseksi on useita. Karkeasti toimintamallit voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäisessä kategoriassa keskitytään työtehtävien suorittamiseen oikealla tavalla ja tekemään asiat oikein ensimmäisellä kerralla. Toisessa kategoriassa tavoitteena on motivoida työntekijä huolehtimaan koneestaan ja parantamaan tiedonkulkua. Kolmannessa kategoriassa pyritään valitsemaan koneille tehokkaita kunnossapitotoimenpiteitä. Kussakin kategoriassa on erilaisia toimintakehyksiä, joista voidaan valita yrityksen käyttötarpeisiin mahdollisimman sopiva. (Järviö & Lehtiö 2012, 111–112.) Opinnäytetyössä keskityttiin toisen kategorian TPM- ja kolmannen kategorian RCM-toimintamalleihin, jotka liittyvät parhaiten opinnäytetyön tavoitteisiin.

3.2 TPM-lähestymistapa

TPM (Total Productive Maintenance) tarkoittaa suomennettuna kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa, mutta yleisesti voidaan puhua tuottavasta kunnossapidosta. TPM:n lähtökohtana on, että koneille luodaan optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpidetään ne. Tavoitteena on nollatoleranssi vikojen osalta sekä maksimoida tuotannon tehokkuus ja laatu. Tavoitteisiin pääseminen vaatii, että laiterikkoja pyritään vähentämään jatkuvasti, koneet pidetään hyvässä kunnossa, koneiden kunnossapidollisista toimista tehdään osa päivittäistä rutiinia, kehitetään koneiden parissa työs-

kentelevien henkilöiden taitoja kunnossapitotoimien ja koneiden käytön osalta sekä suunnitellaan ja kehitetään koneita siten, että ne ovat helppokäyttöisiä ja vaativat vähän kunnossapitotoimia. TPM-lähestymistavassa kunnossapitoa tarkastellaan yrityksen tuotantoprosessiin kuuluvana osana ja menetelmä vaatii koko henkilöstön sitoutumista toimintaan. (Mikkonen 2009, 79–80.) Kuviossa 8 on kuvattu TPM-ajattelutavan mukaiset kehitysaskleet.



Kuvio 8. TPM-ajattelutavan kehitysaskleet (Laine 2010, 65)

TPM-ajattelutavassa käyttäjäkunnossapidolla tarkoitetaan koneen käyttäjän suorittamia käyttövarmuutta parantavia toimenpiteitä, joissa avainasemassa ovat koneiden puhdistaminen ja tarkastaminen. Koneen puhdistamisella on tarkoitus helpottaa ja nopeuttaa päivittäisten tarkastusten tekoa. Puhdistuksen myötä mahdolliset piilevät viat havaitaan paremmin. Yleinen siisteys ja järjestys parantavat työympäristön turvallisuutta, viihtyvyyttä sekä nostaa työntekijöiden motivaatiota. Käyttäjäkunnossapito on johtamisen kannalta kuitenkin haastava osa-alue ja sen onnistunut toteutus edellyttää, että käyttäjäkunnossapidosta tehdään osa päivittäistä rutiinia ja johdon on järjestettävä aikaa kunnossapitotoimiin. (Mikkonen 2009, 83–85.) Mikäli koneen käyttäjät eivät ole aikaisemmin tehneet koneiden huoltotoimenpiteitä, voivat

he ajatella, että heille suunnitellut päivittäiset tai viikoittaisen huoltotehtävät olisivat liian suuri työtaakka. Tämän vuoksi asia saattaa aiheuttaa vastustusta huoltotehtäviä kohtaan. Siksi kunnossapitotehtäviä tulee lisätä käyttäjien osaamistason mukaan, jolloin vältytään liian suurelta alkutaakalta. (Laine 2010, 221.)

3.3 RCM-menetelmä

RCM (Reliability Centered Maintenance eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito) on systemaattinen menetelmä kunnossapitotoimenpiteiden suunnittelun avuksi. RCM-menetelmässä pyritään siihen, että koneille tehdään mahdollisimman vähän kunnossapitoa vaarantamatta itse koneen tai laitoksen toimintaa. Tuotantolaitoksen kunnossapito-ohjeet on yleensä suunniteltu omien kokemusten ja valmistajien ohjeiden perusteella. On esitetty, että näin toteutettuna jopa 40 % suunnitellusta ja ehkäisevästä kunnossapidosta on tarpeetonta. (Mikkonen 2009, 75–78.) Näin on etenkin silloin, jos huoltosuunnitelma perustuu pelkästään laitetoimittajien huolto-ohjeisiin, koska uuden koneen takuuajana laitteen toimittaja on vastuussa laitteen toiminnasta. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteen valmistaja laittaa hyvin useasti huoltovälit turhan tiheiksi ja välttyy näin itse vastuusta mahdollisissa laiterikkotilanteissa ja saaden siten lisätuottoa varaosamyynnistä. Laitetoimittajat eivät välttämättä tiedä tarkalleen, millaisiin käyttöolosuhteisiin niiden toimittamat koneet tulevat, millaisia raaka-aineita asiakas käyttää ja millainen on koneen todellinen käyttöaste. On myös mahdollista, etteivät kaikki laitetoimittajat panosta huolto-ohjeiden tekoon ja siksi niiltä saadut huolto-ohjeet voivat olla epäedulliset yrityksen kannalta. Tästä syystä paras tulos saavutetaan, kun yritys itse laatii kunnossapito-ohjeistukset vastaamaan omien koneiden käyttöolosuhteita ja tarpeita. (Laine 2010, 130.)

RCM-menetelmän avulla suunnitellaan kunnossapidettävälle koneelle kunnossapitotoimet. Ensiksi menetelmässä priorisoidaan koneet ja tämän perusteella kohdistetaan kunnossapito sellaisiin koneisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Koneiden eri viikaantumismenetelmät selvitetään ja siten saadaan selville, millaisia kunnossapitotoimenpiteitä koneille on järkevä tehdä. Kunnossapidettäväksi laitteiksi voidaan lukea myös esimerkiksi raja- ja turvalaitteita, jotka liittyvät koneen toimintaan. RCM-

menetelmän avulla luodaan edellytykset analysoida kunnossapidon kustannuksia, parantaa koneiden luotettavuutta sekä tuottavuutta. (Järviö & Lehtiö 2012, 163.)

Kevennetty RCM-prosessi (streamlined RCM, SRCM) on kehitetty helpottamaan RCM-prosessia. Kevennyksessä RCM-menetelmässä prosessia nopeutetaan rajoittamalla varsinaiseen RCM-tarkasteluun tulevien kohteiden määrää. Esimerkiksi halutuista koneista voidaan tehdä kriittisyyskartoitus, jonka perusteella kriittisimmille koneille voidaan ensiksi luoda RCM-menetelmän mukaisesti suunniteltu huolto-ohjeistus. (Mikkonen 2009, 77–79.) Tarkasteluun otettavat kohteet voidaan valita esimerkiksi sillä perusteella, mitkä kohteet ovat olleet koneiden käyttäjien ja kunnossapidon henkilöstön kokemusten perusteella häiriöherkempiä tai miten nopeasti kohteen vikaantuminen pysäyttää koko tehtaan tuotantoprosessin. Kohteiden kriittisyyttä määritettäessä tulee huomioida tuotannon kokonaiskuva, sillä mikäli esimerkiksi rikkoutuneelle koneelle on yrityksessä varakone, ei toisen koneen rikkoutuminen aiheuta välttämättä suurta merkitystä koko tuotantoa ajatellen. Koneen tuotantokapasiteetilla on merkitystä koneen kriittisyyteen, mutta toisaalta se on myös joustava tekijä kriittisyystarkastelussa. Esimerkiksi jos kone pystyy valmistamaan tuotteita nopeammin kuin tuotantoprosessissa sitä ennen tai sen jälkeen olevat koneet ja koneen molemmin puolin on välivarastointimahdollisuus, voi kone huolto- tai rikkoutumistilanteessa seisoa välivarastojen koosta riippuvan ajan ilman kokonaistuotannon menetystä. (Laine 2010, 139.) Konekohtaisen huolto-ohjelman ja kunnossapitotoimenpiteiden laatimisessa voidaan seurata seuraavia vaiheita:

1. Kone jaetaan komponentteihin tai osakokonaisuuksiin esimerkiksi osaluetteloa hyväksi käyttäen. Tarkastelun ulkopuolelle voidaan jättää sellaisia kohteita, jotka eivät yleisen kokemuksen mukaan normaalissa käytössä rikkoudu. Näitä osia ovat esimerkiksi tietyt rungon osat. Osat voidaan ryhmitellä helposti vaihdettaviin osiin, kulutusosiin, vaikeasti vaihdettaviin osiin sekä vaihtoosiin. (Laine 2010, 139.)
2. Koneen vikaantumismenetelmien arvioinnissa selvitetään osien vikojen kehittyminen, millä tarkoitetaan sitä onko vikaantuminen säännöllistä vai ei ja onko vian kehittyminen havaittavissa vai ei. Vikatilanteita ja näiden havaitta-

vuotta voidaan tutkia koneiden vikahistoriatiedoista, varaosien kulutuksesta, koneen kanssa tekemisissä olevien henkilöiden kokemuksen sekä aikaisemmista tarkastuksista löytyvän tiedon perusteella. (Laine 2010, 140.)

3. Vikatietojen pohjalta voidaan arvioida, millaisia kunnossapidollisia toimenpiteitä koneelle kannattaa tehdä. Kunnossapitotoimenpiteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään: tarkastukseen, huoltoon sekä puhdistukseen. Kaikista näistä on määritettävä käyttötunteihin, tuotettuihin kappaleisiin tai kalenteri-aikaan perustuvat huoltovälit. Mikäli kunnossapidollisia toimenpiteitä ei aikaisemmin ole tehty, tulee ensimmäinen huoltoväli määritellä erikseen. Kunnossapitotoimenpiteille tulee kirjata myös niiden tarvitsema työaika, sillä tätä tietoa tarvitaan kunnossapitotöiden ajoittamiseen. (Laine 2010, 140–141.) Taulukossa 1 on havainnollistettu, millaisia kunnossapidon toimenpiteitä voidaan todennäköisimmin käyttää erilaisten vikaantumistilanteiden ehkäisemiseksi.

Taulukko 1. Kunnossapitotoimenpiteiden valinta (Laine 2010, 141)

Vian kehittyminen	Kunnossapidon toimenpiteet	Tarvittavat laitteet
Säännöllinen, kehittyminen havaittavissa	Jatkuvaan osan kunnon mittaukseen perustuva seuranta tai järjestelmälliset puhdistukset, tarkastukset ja huollot (toimenpiteiden jaksotus mietittävä) (CBM)	Mitä mittaus- ym. laitteita tarvitaan kunnon seurantaan?
Säännöllinen, kehittyminen ei havaittavissa	Määräaikaiset osan vaihdot (FTM). Määräaikaisten tulee perustua kokemuksiin vikaantumisesta ja ne säännöllisesti tarkistettava saatujen kokemusten perusteella	
Epäsäännöllinen, kehittyminen havaittavissa	Jatkuvaan osan kunnon mittaukseen perustuva seuranta tai järjestelmälliset puhdistukset, tarkastukset ja huollot (toimenpiteiden jaksotus mietittävä) (CBM) Vikaantumisen epäsäännöllisyys otettava huomioon seurantatiheyttä määriteltäessä.	Mitä mittaus- ym. laitteita tarvitaan kunnon seurantaan?
Epäsäännöllinen, kehittyminen ei havaittavissa	Käytetään, kunnes rikkoontuu (OTF). On varmistettava osan nopea saanti ja vaihdettavuus.	

4. Tarvittaessa osille tulee tehdä varaosasuunnitelma, jossa tulee ottaa huomioon osan rikkoutumisen mitattavuus ja ennakoitavuus, yllättävän rikkoutumisen todennäköisyys, yrityksen sisällä valmistettavan vaihto-osan tuottamiseen tarvittu aika, ulkopuolelta hankitun vara-osan toimitusaika sekä osan hinta.

Varaosasuunnitelma kannattaa yleensä tehdä kriittisyysluokittain, jolloin kriittisillä osilla tulee olla nopeampi saatavuus tai mahdollisuuksien mukaan niitä tulee varastoida yrityksessä. Omassa varastossa kannattaa pitää kaikista kriittisimpiä komponentteja joiden toimitusajat ovat pitkiä, vikaantuminen ei ole ennakoitavissa ja vikaantuminen tapahtuu epäsäännöllisesti. Oma varaosavaraosto ei kuitenkaan ole yritykselle taloudellisesti kannattavaa, minkä vuoksi oman varaston suuruuden ja tilattavien varaosien välillä täytyy pyrkiä sopivaan tasapainoon. (Laine 2010, 142–143.)

5. Valittujen kunnossapitotoimenpiteiden tärkeyttä ja aikavälejä tulisi tarkastella kriittisesti. Niitä koneen osia tulisi mahdollisesti suunnitella uudelleen, jotka tuovat suuren osan kunnossapitokustannuksista, joiden varaosat ovat kalliita tai jotka rikkoutuvat hyvin useasti (Desing Out Maintenance n.d.). Tarvittavat muutokset kirjataan lopuksi ohjeisiin.
6. Kun huoltotoimenpiteet on määritelty, tulee ne ajoittaa oikeaan ajankohtaan. Ajankohdan lisäksi täytyy miettiä, voidaanko huoltotoimenpiteet tehdä koneen käynnin aikana vai seisokissa. Yrityksen tuloksen kannalta seisokkeja tulisi olla mahdollisimman vähän. Huoltotoimenpiteen vaativuus ja laajuus määrittävät sen, kuka kunnossapitotoimenpiteen voi tehdä, jotta työn tulos olisi laadukasta. (Laine 2010, 141–142.)
7. Edellä selvitettyjen asioiden perusteella koneelle voidaan luoda huolto-ohjeet. Huolto-ohjeiden tulee olla selkeät ja helposti ymmärrettävät.
8. Ohjeet ja muu prosessissa käytetty tieto on dokumentoitava, jotta ne olisivat helposti kaikkien saatavilla.
9. Loppuarvioinnissa tarkastellaan kriittisesti saavutettuja tuloksia. Mikäli tulokset vastaavat käyttötarkoitusta, voidaan kunnossapitotoimet ottaa käyttöön.

(Laine 2010, 130–131.)

3.4 Kunnossapitoon liittyvät valtioneuvoston asetukset

Koneiden turvallisuutta käsittelevässä valtioneuvoston asetuksessa kerrotaan, että tarvittavat säätö-, kunnossapito-, korjaus-, puhdistus- ja huoltotoimenpiteet on voitava tehdä silloin, kun laite on pysähdyksissä. Koneen ollessa automatisoitu tulee usein vaihdettavien komponenttien olla sellaisilla paikoilla, jossa ne ovat helposti irrotettavissa, vaihdettavissa ja tarvittava toimenpide pystytään tekemään turvallisesti. Automaattisissa koneissa ja tarvittaessa muissakin koneissa tulee olla liitännämahdollisuus vianetsintälaitetta varten. Kone tulee suunnitella niin, että pääsy kaikkiin käyttö- sekä huoltopaikkoihin olisi turvallista, eli niiden on sijaittava vaaravyöhykkeiden ulkopuolella. (A 12.6.2008/400.)

Työnantajan tulee huolehtia, että koneen asennuksessa, käytössä, tarkastuksessa ja kunnossapidossa otetaan huomioon valmistajan antamat ohjeet. Elleivät valmistajan ohjeet ole riittäviä, tulee näitä täydentää tai laatia tarvittaessa uudet ohjeet. Työntekijöillä tulee olla saatavilla tarvittavat, ymmärrettävät ja ajantasaiset ohjeet. Työnantajan on seurattava koneen toimintakuntoa testauksilla, mittauksilla, tarkastuksilla sekä muilla tarvittavilla menetelmillä. Koneen toimintakunnon varmistamisen saa tehdä vain koneen rakenteeseen ja toimintaan perehtynyt henkilö tarvittavin tarkastuksin ja testauksin. Kone on pidettävä säännöllisellä huollolla ja kunnossapidolla turvallisena sen koko elinkaaren ajan.

Määräaikaistarkastus täytyy tehdä pääsääntöisesti vuoden välein, mutta tarkastusväliä voidaan pidentää tai lyhentää sen mukaan, millainen on koneen käyttöaste ja työskentelyolosuhteet. Koneen toimintaa on tarkasteltava myös silloin, kun sen toiminnassa on tapahtunut joko rakenteen turvallisuuteen vaikuttanut onnettomuus tai vakava vaaratilanne. Määräaikaistarkastuksen tavoitteena on varmistaa, ettei koneen rungon tai komponenttien ikääntymisestä, väsymisestä, korroosiosta, kulumisesta tai vaurioitumisesta aiheudu vaaraa muille. Koneen käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksen tekevän henkilön tulee olla perehtynyt valmistajan antamiin ohjeisiin, työkoneen rakenteeseen, käyttöön ja tarkastusvaatimuksiin. Tarkastuksen tekevän henkilön tulee pystyä havaitsemaan mahdolliset puutteet, viat ja puutteiden vaikutukset työturvallisuuteen. Tarkastuksista tulee pitää pöytäkirjaa, joka sisältää havainnot

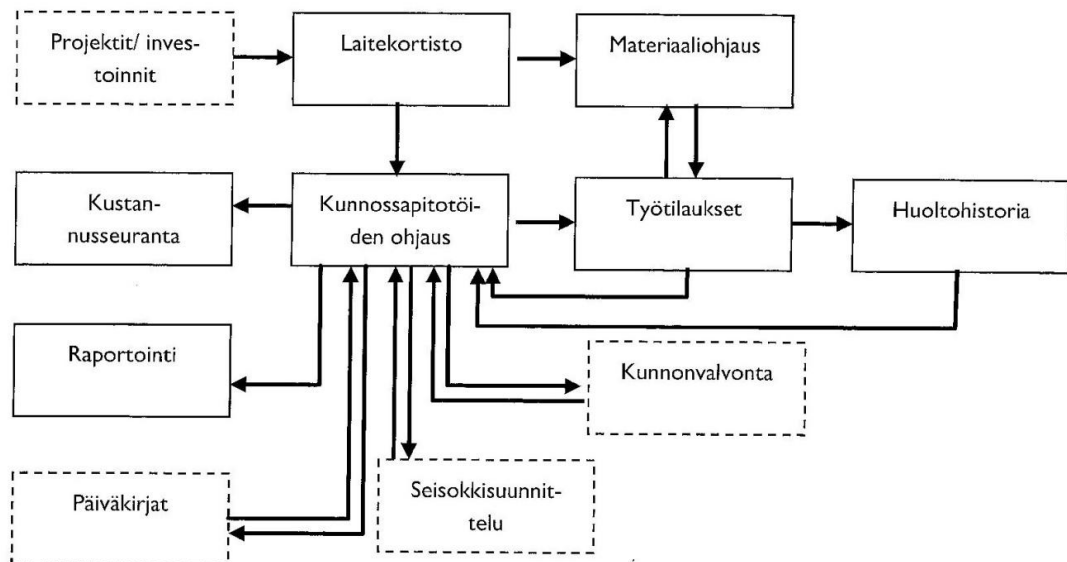
työkoneiden turvallisuuteen vaikuttavista puutteista ja vioista sekä näiden korjaamiseen tarvittavat ohjeet. Tarkastajan tulee esittää arvio, milloin seuraava määräaikaistarkastus on tehtävä ja millaisiin asioihin seuraavassa tarkastuksessa täytyy erityisesti kiinnittää huomiota. Tarkastuspöytäkirjat on säilytettävä koko työkoneen käyttöajan ja viimeisin tarkastuspöytäkirja on oltava saatavana työpaikalla. Työnantajan on koneen asennuksessa, korjauksessa, huollossa sekä muissa kunnossapitotehtävissä varmistettava seuraavat asiat:

- Työntekijä on saanut riittävän opetuksen, tiedot ja ohjauksen.
- Työstä vastuussa oleva työnantaja on tarvittaessa hyväksynyt kunnossapitotyön tehtäväksi ja antanut luvan aloittaa työt.
- Työturvallisuuden kannalta tarvittavat järjestelyt ja mittaukset on tehty.
- Mahdollisesti vaaraa aiheuttavien nesteiden ja kaasujen paine sekä virtaus on katkaistu.
- Sähköjännite on katkaistu.
- Nostolaitteen taakan täytyy olla varmistettu, ettei mahdollinen vikaantumisen aiheuta vaaratilanteita.
- Kunnossapidettävän tai korjattavan koneen käynnistyminen on estettävä luotettavalla tavalla.
- Työvälineet ovat tarkoitukseen sopivat ja hyvässä kunnossa.
- Umpinaisissa tiloissa tai säiliöissä työskenneltäessä on huolehdittava hapen riittävydestä.
- Käytössä ovat tarkoituksenmukaiset suoja- sekä apuvälineet.
- Tarvittavien telineiden, työskentelytasojen sekä tikkaiden vakaavuudesta ja kantavuudesta on huolehdittu.
- Tarpeeton kulku vaara-alueelle on estetty. (A 12.6.2008/403.)

4 Kunnossapitojärjestelmä

4.1 Kunnossapitojärjestelmän toiminta

Ennakoiva kunnossapitotoiminta vaatii sitä, että kunnossapitoa tukevat tietojärjestelmät ovat kunnossa. Kunnossapitojärjestelmä on kunnossapidon materiaalivirtojen hallintaan sekä toiminnanohjaukseen tarkoitettu järjestelmä, josta on tarvittavat yhteyden muihin tuotantolaitoksen tietojärjestelmiin. Kunnossapitojärjestelmiä voidaan mukauttaa yrityksen omiin tarpeisiin erilaisten laajennusten avulla, esimerkiksi kunnonvalvonta voidaan yhdistää automaattisesti kunnossapitojärjestelmään. Kunnonvalvonta-laajennuksen avulla koneiden komponenteista tulisi hälytys suoraan kunnossapitojärjestelmään, kun antureille määritetyt raja-arvot ylittyisivät. Tämän jälkeen koneelle osattaisiin suunnitella tarvittavia jatkotoimenpiteitä. (Mikkonen 2009, 116.) Kunnossapitojärjestelmä on kytköksissä moneen eri osa-alueeseen. Yksinkertaistettu kunnossapitojärjestelmän toimintamalli on esitetty kuviossa 9.



Kuvio 9 Kunnossapitojärjestelmän toimintakaavio (Mikkonen 2009, 116)

Kunnossapito-ohjelmaan otettavista toiminnoista päätettäessä, kaikkia ohjelmistoon saatavia toimintoja ei aina kannata ottaa käyttöön. Esimerkiksi jos sama osa rikkoutuu säännöllisesti, osa on halpa ja helposti vaihdettava sekä osan automaattinen kunnonvalvonta vaatisi laajoja toimenpiteitä, kuten kalliiden antureiden asentamista, on järkevämpää vaihtaa osa riittävän usein määräajoin kunnosta riippumatta kuin asentaa osalle kunnonvalvontalaitteisto. Mittaavaan ja tarkastavaan kunnossapitoon kannattaa keskittyä sitä enemmän, mitä kalliimpi osa on ja mitä suurempi korjaustyö aiheutuu osan rikkoutumisesta. (Laine 2010, 141.)

4.2 Laitekortisto

Laitekortisto on tietokanta, jossa on tiedot koko tuotantolaitoksen tarvittavista kunnossapidon kohteista. Järjestelmässä on omat kortistonsa muun muassa laitteille, laitepaikoille ja varaosille. Järjestelmään voidaan myös tallentaa itse tuotantolaitokseen ja sen eri osa-alueisiin liittyvät huolto-ohjeet ja asiakirjat, kuten esimerkiksi koneiden mallinnukset ja osaluettelot. Tietojen tallentaminen yhteen paikkaan nopeuttaa ja selkeyttää tietojen käyttöä. Laitekortistossa on kuvaukset kustakin tuotantoprosessista ja sen järjestelmistä. (Mikkonen 2009, 117.)

Laitekortiston avulla voidaan muodostaa laitehierarkioita, joissa laitekortteja kerätään ryhmiä esimerkiksi prosessin tuotantosolujen tai sijainnin perusteella. Tämän avulla tietty laitekortti on helpompi löytää vaikka laitteen koodinimikettä ei tiedettäisikään. Laitehierarkioiden kautta voidaan helpommin seurata myös haluttujen alueiden kustannuksia, sillä hierarkian avulla tiedetään mitkä laitteet kuuluvat samaan kokonaisuuteen ja tätä kautta myös samaan kustannuskokonaisuuteen. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011, 224.)

4.3 Päiväkirjat ja postit

Päiväkirjat sisältävät tietoja yrityksen tuotannosta ja kunnossapidosta. Päiväkirjoihin voidaan kirjata koneiden tuotantoa koskevia tietoja, mahdolliset vikaantumiset ja teh-

dyt kunnossapitotoimenpiteet. Päiväkirjan avulla on helposti nähtävissä, miten kone on toiminut ja ovatko vikaantumiset olleet säännöllisiä.

Kunnossapitojärjestelmissä on sisäinen postijärjestelmä, jota kautta käsitellään ja hyväksytään kunnossapidon työtilaukset, tilauskehotteet sekä laskut. Järjestelmän käyttäjillä on omat henkilökohtaiset postilaatikot, joihin tulevat määritetyt työtehtävät. Sovellus voidaan yhdistää yrityksen omaan sähköpostiin, jolloin yksinkertaistetaan tietoliikennettä. (Mikkonen 2009, 117.)

4.4 Kunnossapitotöiden ohjaus

Kunnossapitotöiden ohjauksessa käsitellään työtilaukset, vikailmoitukset, ennakkohuollot ja työsuunnittelut. Työsuunnittelu käsittää projektisuunnittelut sekä mahdolliset seisokkisuunnittelut. Kunnossapitotöillä tarkoitetaan kaikkia kunnossapitoon liittyviä töitä riippumatta siitä, hoitaako tehtävät ulkopuolinen huoltopalvelu vai yrityksen oma kunnossapito-osasto. Kunnossapitotyöt voidaan jakaa seuraaviin kategorioihin:

- Vikaseurantaan kuuluvat viat ja häiriöt, mitkä vaativat nopeaa korjaamista. Suoritetut toimenpiteet kirjataan ylös ja siten tapahtumia voidaan tarkastella myöhemminkin.
- Ennakkohuoltoon kuuluvat kaikki säännölliset kunnossapitotoimenpiteet. Ennakkohuollot voidaan määritellä siten, että ne uusiutuvat tietyn ajanjakson välein, jolloin voidaan valvoa tehokkaasti ennakkohuoltojen oikea-aikaista suorittamista.
- Työnsuunnitteluun kuuluu sellaiset työt jotka ovat kertaluontoisia, kuten muutos- ja uudistustyöt, sekä ei niin kiireelliset korjaustapahtumat. Sovelluksen avulla on mahdollista suunnitella kustannusarviot, työhön liittyvät materiaalit sekä kunnossapitoseisokkien suunnittelut.

(Mikkonen 2009, 117–118.)

Ennakkohuoltoja jaksotetaan yleisimmin käyntitunti-, tuotantomäärä- tai kalenteriperusteisesti. Kunnossapitojärjestelmän avulla ennakkohuoltotöiden ajoitus on mahdollista saada perustumaan laitteiden reaaliaikaiseen kuntotietoon, jossa ohjelmisto seuraa laitteen toimintakykyä ja ilmoittaa huoltotarpeista. Kalenteriperusteisen huoltotöiden ajoituksen hyvänä puolena on se, että huoltotöitä voidaan suunnitella viikkokohtaisesti ja näin osataan varata tarvittavat resurssit ja materiaalit pitkälle etukäteen. Kalenteriperusteisen ajoittamisen huonona puolena on kuitenkin muuttumattomuus, koska se ei reagoi laitteiden olosuhteiden muutoksiin vaan huoltotoimenpiteet ja huoltovälit perustuvat keskiarvo-olosuhteisiin. Huolto-ohjelmaa tuleekin tällöin tarpeen mukaan sopeuttaa laitteen kunnon tai tuotantoprosessin muuttumisen mukaan. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011, 233.)

4.5 Materiaalivirtojen ohjaus ja kustannuslaskenta

Kunnossapitojärjestelmään voidaan kirjata tiedot yrityksen varastoista ja vara-osista. Myös jokaisen koneen varaosat voidaan kirjata sovellukseen ja nähdä paljonko niitä on varastossa tai kuka toimittaa komponentteja milläkin hinnalla. Rekisteriin kirjaetaan kaikki varastotapahtumat, jolloin järjestelmä huolehtii minimivarastojen olemassaolosta. Varastointijärjestelmän yhteyteen kuuluu myös ostojärjestelmä. Ostojärjestelmä huolehtii tavallisista kunnossapidon ostoista. Hankinnat käsitellään aina tilausten tekemisestä, toimituksen valvontaan, vastaanottoon sekä laskujen käsittelyyn asti. (Mikkonen 2009, 118.)

Kustannuslaskentaan voidaan nimensä mukaan kirjata kaikki kunnossapidon toimissa syntyneet kustannukset. Sovelluksen avulla voidaan seurata kunnossapidon kustannuksia ja selkeyttää kustannusten valvontaa. Erilaisia kustannustapahtumia voi olla esimerkiksi kunnossapitotoiminnassa tehdyt työtunnit sekä ostetut kunnossapitotyöt eri laitteille. (Mikkonen 2009, 118.) Kustannuksista voidaan pääsääntöisesti koota kustannuslajien suuruutta tai muutosta kuvaavia kaavioita sekä diagrammeja.

4.6 Myynti- ja laskutusjärjestelmä, pääkäyttäjän toiminnot ja raportointi

Myynti- ja laskutusjärjestelmä kirjaa asiakkaiden tekemät kunnossapidolliset työt, hoitaa näiden myyntitilauksia ja laskuttamista. Järjestelmän tekemään raporttiin voidaan lisätä muun muassa tilauskohtaiset katelaskelmat. Pääkäyttäjän toiminnot sisältävät käyttöoikeuksien ylläpitoa, järjestelmän parametrien-, ohjaus- ja apudiedostojen huolehtimista. (Mikkonen 2009, 118–119.)

Kunnossapitojärjestelmään kerääntyy suuri määrä muun muassa vikatietoja, kustannustietoja sekä tietoa resurssien hallinnasta. Raporttien avulla näistä tiedoista voidaan koota selkeämmät kokonaisuudet. Esimerkiksi jokaisen koneen vuoden aikana kertyneet korjausajat voidaan esittää numeerisesti ja graafisesti samassa raportissa, josta voidaan havaita selkeästi ja nopeasti, mitkä koneet ovat vieneet kunnossapidon resursseja eniten. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2011, 243.) Näiden tietojen etsiminen ja vertaaminen koko vuotta koskevasta tietokannasta olisi hyvin työlästä ilman raportointisovellusta.

5 Opinnäytetyön toteutus ja tulokset

5.1 Konekantaluettelon ja konekortin päivitys

Harvia Oy:n työntekijöillä ei ollut tarkkaa käsitystä itse rakennettujen ja ostettujen tuotantokoneiden lukumäärästä eikä koneiden sijainneista. Tämän vuoksi konekantaluettelon päivitys ja kunkin koneen sijainnin merkitseminen yrityksen pohjapiirustuskuvaan koettiin tarpeelliseksi. Yritys halusi uuden konekorttimallin, jossa olisi kerrottuna koneisiin liittyvää tietoa tarkemmin kuin vanhassa konekorttimallissa.

Yrityksen tietokannasta löydettiin konekantaluettelo, johon oli merkittynä muutamia itse rakennettuja sekä ostettuja koneita. Listasta kuitenkin ilmeni, että kaikkia siinä mainittuja koneita ei välttämättä ole enää tuotannossa käytössä. Konekantaluettelon päivittäminen tehtiin kiertämällä yrityksen tuotantotilat läpi ja pitämällä mukana yrityksen pohjapiirustusta. Kunkin koneen paikka merkittiin pohjapiirustuskarttaan ja samalla kertaa kirjattiin muistiin koneen merkki, malli ja toimintatapa. Tämän jälkeen koneet ryhmiteltiin yrityksessä rakennettuihin tai modifioituihin koneisiin sekä ulkopuolelta ostettuihin koneisiin. Konekantaluettelossa kirjain K tarkoittaa konetta ja numerolla 1 alkavat koneet tarkoittavat yrityksessä tehtyjä tai muokattuja koneita. Numerolla 2 alkavat koneet tarkoittavat taas ulkopuolelta ostettuja valmiita koneita. Kirjaimen ja juoksevan numeroinnin lisääminen koneen tietoihin selkeyttää näiden merkitsemistä pohjapiirustuskuviiin sekä yleistä kirjanpitoa. Konekantaluettelon jäsentely on paremmin havaittavissa liitteessä 1.

Yrityksessä päätettiin jakaa tuotantotilat viiteen eri alueeseen helpottamaan tuotantokoneiden löytämistä ja niiden merkitsemistä pohjapiirustuskuvaan. Eri tuotantotiloja ovat Aihiohalli, Sähkökiuashalli 1, Sähkökiuashalli 2, Puukiuashalli sekä 2-halli. Nimet kuvaavat pääasiassa kyseisillä alueilla valmistettavia tuotteita. Yrityksestä saatiin käyttöön vuonna 2012 mallinnettu pohjapiirustuskuva Harvia Oy:n tiloista. Pohjapiirustuksesta poistettiin sellaisia merkintöjä, jotka eivät olleet tämän asian yhteydessä tarpeellisia, kuten esimerkiksi taukhuoneiden tasojen sijainnit ja saniteettitilojen merkinnät. Näin pohjapiirustuksesta saatiin ymmärrettävämpi sekä selkeämpi. Liitteessä 2 on Puukiuashallin koneiden sijoittelusta mallikuva. Konekantaluettelon jaottelu ja mallinnukset todettiin yrityksessä toimiviksi ja selkeiksi.

Konekortteihin kirjataan koneeseen ja sen suorituskykyyn liittyvät tiedot. Nämä tiedot voidaan myöhemmin lisätä suoraan mahdolliseen kunnossapitojärjestelmään, mutta mikäli koneiden tiedot on kerätty valmiiksi, on kunnossapito-ohjelmiston tehokas käyttöönotto nopeampaa. Yrityksen tietokannasta löytyi muutama osittain täytetty konekortti, mutta suurimmalta osalta koneista konekorttiedot puuttuivat kokonaan. Uuteen konekorttipohjaan otettiin mallia yrityksen entisestä konekortista ja markkinoilla olevien kunnossapitojärjestelmien laitekorttiedoista. Vanhassa konekorttimallissa oli koneiden huoltotoimenpiteitä koskevaa tietoa. Nämä tiedot kui-

tenkin poistettiin, sillä huolto-ohjeistus on selkeämpi erillisenä kokonaisuutena. Uusi konekorttimalli on liitteessä 3.

Konekorttiin on aluksi taulukoitu koneeseen liittyvät tärkeimmät tiedot. Tähän kategoriaan lisättiin yrityksen vanhaan malliin verrattuna muun muassa sähkönjakokeskuksen numerointi. Yleisien koneen tietojen alla olevaan ”Teknisiä tietoja” -kohtaan, voidaan tarvittaessa kirjata tarkempia tietoja kyseisen koneen järjestelmästä. ”Yhteystietoja”-osioon voidaan kirjata esimerkiksi huoltopalvelun tai tärkeimpien varaosatoimittajien yhteystiedot. Muuta koneeseen liittyvää tietoa tai toimintatapoja voidaan kirjata ”Muuta”-osioon. Uusittu konekorttimalli todettiin hyväksi yrityksen työntekijöiden keskuudessa.

5.2 Ennakkohuoltosuunnitelmat

5.2.1 Ennakkohuoltosuunnitelmien toteutus

Ennakkohuoltotoimenpiteiden suunnittelussa oli tarkoituksena tutkia, millaisia kunnossapidollisia tehtäviä koneiden käyttäjien ja kunnossapidon henkilöstön tulisi tehdä, jotta kone pysyisi jatkuvasti toimintakykyisenä. Yrityksen tuotantokoneista levytyökeskuksille, laserleikkurille, särmäyspuristimille, syvävetopuristimille, taivutusautomaatille sekä hitsausroboteille vaativimmat huollot suorittavat ulkopuoliset kunnossapitoyritykset. Näillä koneilla kuitenkin päivittäiset ja viikoittaiset huoltotoimenpiteet tulisi koneiden käyttäjien itse suorittaa. Yrityksen muiden tuotantokoneiden huolto- ja korjaustoimenpiteet tekee pääasiassa yrityksen oma kunnossapitohenkilöstö. Koneiden käyttäjät tekevät viikoittaisia kunnossapitotehtäviä joillakin työpisteillä, mutta kaikissa työpisteissä huoltotoimenpiteitä ei tehdä.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa laadittaessa ei otettu huomioon sähkö- ja logiikkaosien kulumista tai vaihtoväliä, nämä osa-alueet voidaan tarvittaessa lisätä myöhemmin koneiden huoltosuunnitelmiin. Opinnäytetyöhön valittiin yrityksessä seitsemän tuotantokonetta, joille laadittiin ennakkohuoltosuunnitelmat. Koneet valittiin siksi, että

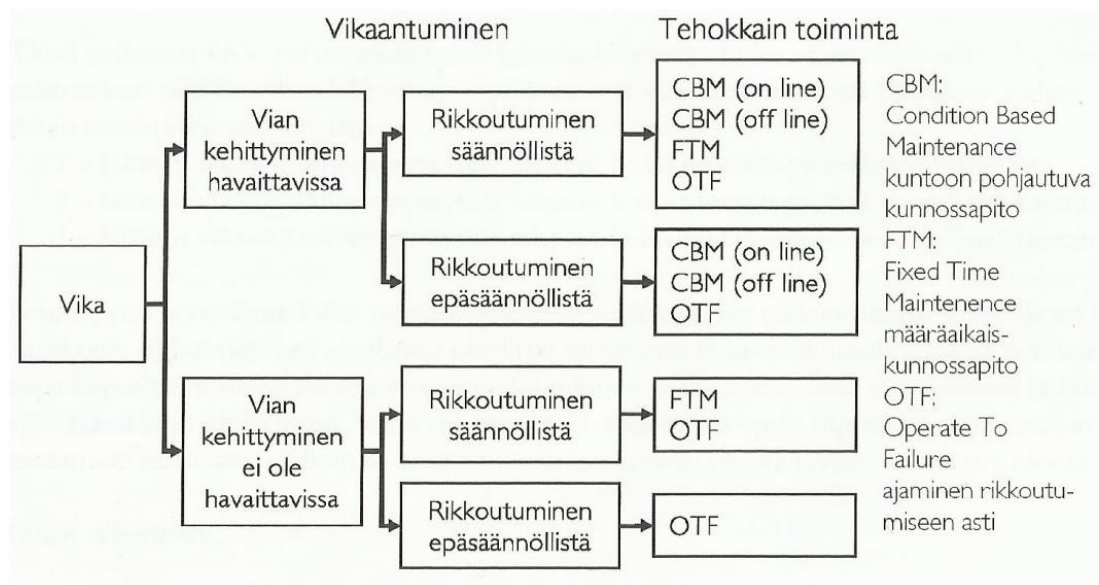
näillä tehtäviä tuotteita ei pystytä muilla yrityksen koneilla valmistamaan eikä koneille ollut aikaisempia huolto-ohjeita olemassa. Nämä koneet ovat joko kokonaan yrityksessä rakennettuja tai sellaisia ulkopuolelta ostettuja, joita on muokattu yrityksen käyttötarpeisiin sopivaksi. Ennakkohuoltosuunnitelmien laadintaan valittiin seuraavat koneet:

- Moderna-kiukaan vaipan puristinkone
- Termonator-kiukaan rungon puristinkone
- Termonator-kiukaan kivitilan puristinkone (Sarvimiina)
- Termonator-kiukaan kuoren taivutinkone
- tuhkalaatikkokone
- tuhkalaatikon reunantaivutin
- M3-kiukaan rungon taivutuslinja.

Aluksi näistä koneista etsittiin tietoa yrityksen tietokannasta, mutta sitä löydettiin hyvin niukasti. Koneiden valmistukseen käytetyistä komponenteista ei löytynyt tietokannasta tarkkaa listausta, eikä koneiden vika- ja huoltohistoriaa ollut kirjattu paperille eikä sähköiseen muotoon, mikä toi haasteita huolto-ohjeiden suunnitteluun. M3-kiukaan rungon taivutuslinjan on toimittanut Lahtisen Kone Oy, ja Harvia Oy:n toimitiloissa linjaa on muokattu omaan käyttöön paremmin sopivaksi. Lahtisen Kone Oy:n valmistamia tuotantokoneita on yrityksen käytössä muitakin. Sähköpostin välityksellä kysyttiin Lahtisen Kone Oy:ltä, onko sen tietokannoissa tallennettuna Harvia Oy:lle toimitettujen koneiden tietoja tai huolto-ohjeita. Yritys vastasi, että kyseisien koneiden toimituksesta on niin pitkä aika, ettei heidän järjestelmissään ole näistä enää tietoja tallella (Lahtinen 2014).

Seuraavaksi kysyttiin käyttäjäkokemuksia kyseisillä koneilla päivittäin työskenteleviltä henkilöiltä. Kysyttäviä asioita olivat muun muassa, millaisia vikoja he ovat havainneet koneissa, ovatko viat säännöllisiä vai ei ja suorittavatko he päivittäisiä tai viikoittaisia huoltotoimenpiteitä koneille. Kunnossapidon henkilöstön kanssa tutkittiin myös valitut koneet ja kysyttiin heidän tietoaan koneista sekä niiden huoltotoimenpiteisiin liittyvistä asioista. Haastatteluissa saadut tiedot kirjattiin muistiin ja näitä tietoja käytettiin myöhemmin apuna huolto-ohjeiden laadinnassa.

Koneiden käyttäjiltä sekä huoltohenkilöstöltä saatujen tietojen pohjalta alettiin RCM-menetelmän avulla selvittää vikatilanteisiin johtavia syitä ja näiden minimoimiseen tarvittavia toimia. RCM-menettelytavan mukainen pohja on liitteenä 4, johon on otettu mallia Granholmin (2013, 49) opinnäytetyössä käytetystä taulukosta. Taulukoon on merkittynä koneen vuosittain tuottama kappalemäärä tuotteita ja arvioitu koneen käyttöaika päivässä sekä vuodessa. Päivittäiseen käyttöaikaan on huomioitu se, tehdäänkö koneella töitä yhdessä vai kahdessa vuorossa. Koneen käyttöaste on huomioitu koneisiin kohdistuvien huoltotoimenpiteiden suunnittelussa. Mikäli RCM-taulukossa esimerkiksi hydraulikkaletkujen rikkoutuminen on syynä moneen eri vikaantumistilanteeseen, on se mainittu vain kerran, jotta välttyttäisiin toistolta eikä taulukkoa pitkitettäisi. Mietittäessä suositeltavia toimenpiteitä vikojen ehkäisemiseksi käytettiin kuviossa 10 havainnollistettua menetelmää. Valmiit RCM-taulukot tarkastettiin ja hyväksyttiin yrityksessä oikeanlaisiksi.



Kuvio 10. Vialle tehokkain kunnossapidon toimenpide (Laine 2010, 137)

RCM-taulukoiden perusteella huomattiin, että muutamat koneilla esiintyvät viat voidaan ehkäistä, mikäli koneen käyttäjä puhdistaisi tai voitelisi koneen osia useammin. Kunnossapidon työntekijöiden mukaan tietyissä tuotantokoneiden vikatilanteissa jo pelkkä puhdistaminen on auttanut palauttamaan koneen toimintakyvyn. Tämä on

yksi esimerkki siitä, että pienellä koneen käyttäjän viikoittaisella huoltotoimenpiteellä voitaisiin välttää osa vikatilanteista. Huolto-ohjeita suunniteltaessa nämä asiat otettiin huomioon. Koneen käyttäjän huoltotoimenpiteet on suunniteltu niin, että ne ovat helppo suorittaa eivätkä huoltotoimenpiteet vie paljoa aikaa. Suurin ongelma käyttäjäkunnossapidossa on se, että mikäli käyttäjille kohdistettuja huoltotoimenpiteitä ei ole aikaisemmin ollut koneilla käytössä, niin työntekijät voivat ajatella, että heidän työmääränsä lisääntyy huomattavasti. Tällöin täytyy näyttää esimerkkiä, että huoltotoimenpiteet eivät vie paljoa aikaa ja kertoa, millaisia vikoja ne ehkäisevät. Käyttäjäkunnossapidon tehtävät pitkittävät koneen vikaväliä tai jopa kokonaan ehkäisevät vikaantumisen. Tällöin koneen käyttäjälle jää pitkällä aikavälillä enemmän aikaa tuottavaan työhön, mistä hyötyvät sekä työntekijä että yritys.

Koneista saatiin kuvauslupa huolto-ohjeita varten, sillä aikaisemmin otettuja valokuvia koneista ei juuri ollut. RCM-päätöksentekolomakkeen perusteella luotiin jokaiselle koneelle omat kuvalliset huolto-ohjeet sekä koneen käyttäjille että kunnossapidon henkilöstölle. Kuvat helpottavat huoltokohteiden löytämistä ja selkeyttävät kunnossapitotoimintaa. Huolto-ohjeiden huoltovälien määrittämiseksi otettiin mallia yrityksen muiden tuotantokoneiden huolto-ohjeista, mutta huoltovälit analysoitiin kriittisesti ja sovellettiin kunkin koneen käyttöasteen mukaan sopivaksi. Huolto-ohjeiden myötä täyttyi yksi kehitysaskel kohti TPM-ajattelutavan tavoitetilaa, kuten luvussa 3.2 kerrottiin. Valmiit kuvalliset huolto-ohjeet tarkistettiin sekä kunnossapidon henkilöstöllä että koneiden käyttäjillä. Tarvittaessa huolto-ohjeisiin muokattiin vielä tarkistuksessa havaittuja asioita, kuten huoltovälien pituuteen sekä komponenttien vaihtoväliin liittyviä tietoja.

5.2.2 Esimerkki ennakkohuoltotarpeiden suunnittelusta

Esimerkkinä mainittakoon tuhkalaatikkokoneen ennakkohuollon suunnitteluprosessi. Toimintaperiaatteeltaan tuhkalaatikkokone toimii niin, että kone nostaa imukuppien alipaineen avulla levyaihion ahiokelkasta ja kuljettaa levyaihion taivutusyksikköön, jossa levyistä muotoillaan paininten avulla tuhkalaatikon sivut sekä kädensija. Valmis

kappale työntyy uutta kappaletta syötettäessä koneen käyttäjälle, joka siirtää kappaleen seuraavaan työvaiheeseen.

Ennakkohuoltotarpeiden suunnittelu aloitettiin perehtymällä koneen toimintaan, jotta ymmärrettäisiin millaisia vikoja koneeseen voisi tulla. Kaikki kunnossapidon henkilöstön ja koneen käyttäjien muistamat vikatilanteet kirjattiin muistiin, kuten myös vikatilanteiden mahdolliset säännöllisyydet. Lisäksi selvitettiin, tekevätkö he säännöllisiä huoltotoimenpiteitä koneelle ja millaisiin asioihin heidän mielestään kannattaisi tarkastuksissa kiinnittää huomiota. Näiden perusteella tehtiin liitteessä 4 oleva RCM-taulukko, johon listattiin niitäkin kohtia, jotka ilmenivät haastatteluissa. Valmis RCM-taulukko tarkastettiin kunnossapidon työnjohdon henkilöiden kanssa.

RCM-taulukossa esitetyt asiat huomioon ottaen tehtiin liitteinä 5 ja 6 olevat huolto-ohjeistukset koneen käyttäjille ja kunnossapidon henkilöstölle. Huolto-ohjeisiin lisättiin muutamia yleisiä huoltotoimenpiteitä, joita ei RCM-taulukkoon kirjattu, kuten esimerkiksi valoverhon puhdistaminen ja paineilmajärjestelmän vedenerotinsäiliön tyhjennys. Huolto-ohjeissa on ensin kerrottu kohdat, joihin huoltojen yhteydessä tulee kiinnittää huomiota. Näiden jälkeen ovat kuvat, jotka havainnollistavat aikaisemmin mainittuja huoltokohteita. Salaussyistä kuvia ei opinnäytetyössä julkaista. Tehdyt huolto-ohjeet tarkistettiin yrityksen henkilöstön kesken, joten ohjeet ovat tarkoitukseen sopivat. Tarkistuksen yhteydessä muokattiin kunnossapidon henkilöstön huolto-ohjeita lyhentämällä laajemman määräaikaishuollon huoltoväli kolmeen vuoteen.

5.3 Kunnossapitojärjestelmä

5.3.1 Lähtötilanne

Yritys halusi, että selvitetäisiin markkinoilla olevia kunnossapitojärjestelmiä ja katsottaisiin, soveltuisivatko ohjelmistot Harvia Oy:n kunnossapidon tarpeisiin. Tuotantokoneiden lisäksi määräaikaisia tarkastuksia ja huoltoja vaativat monet muutkin

yrietyksessä olevat kohteet. Näitä kohteita ovat esimerkiksi sähkölaitteistot, nosturit, hissit, sammutuslaitteistot, nosto-ovet sekä painejärjestelmät. Suurimmalta osin näiden kohteiden huolloista ja tarkastuksista vastaa ulkopuoliset yritykset, mutta näiden kunnossapitotoimien seuraaminen olisi selkeää ja järjestelmällistä kunnossapito-ohjelmiston avulla.

Yrityksen kunnossapito-osaston kanssa käydyssä keskustelussa ilmeni, että Harvia Oy:llä on ylittynyt taulukon 2 sähkölaitteistojen määräaikaistarkastuksia koskevan laitteistoluokan kaksi vaatimus. Tarkalleen ottaen sähköluokka 2d, jossa liittymisteho on yli 1 600 kVA ja sähkölaitteisto on enintään 1 000 V (S4-11 Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat 2011). Tämä tarkoittaa taulukossa 2 näkyvän määräaikaistarkastusvälin ja tarkastuksen tekijä vaatimusten lisäksi myös sitä, että kyseisen rajan ylittävillä sähkölaitteistoille on laadittava kunnossapito-ohjelma sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi. Muilla sähkölaitteistojen osilla kunnossapito-ohjelma voidaan korvata käyttö- ja huolto-ohjeilla. (Tarkastustoiminta 2010, 7–8.) Näiden tietojen ylläpitoa sekä huoltojen ja tarkastusten jaksottamista helpottaisi oleellisesti kunnossapitojärjestelmä.

Taulukko 2. Sähkölaitteistojen määräaikaistarkastukset (Tarkastustoiminta 2010, 8)

Laitteistoluokka	Tarkastuksen kohde tai tila	Tarkastuksen tekijä	Määräaikaistarkastusväli
Luokka 3	a: Kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat (esim. kemianteollisuudessa) b: lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla c: verkko-yhtiöiden jakelu-, siirto- yms. verkot (esim. sähkö/energialaitokset)	valtuutettu laitos (a-c) valtuutettu tarkastaja (b ja c)	5 vuotta
Luokka 2	Muut lääkintätilat sairaaloissa ja lääkäriasemilla, suurjänniteliittyvät (esim. muuntamon omistavat) sekä yli 1600 kVA:n pienjänniteliittyvät (esim. suurteholiittymät)	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	10 vuotta
Luokka 1	Julkiset rakennukset, liike-, teollisuus-, maatalousrakennukset ja ulkoalueet (pääsulakkeet yli 35 A) ja ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat (esim. bensiiniasemat) sekä asuinrakennuksissa olevat muut kuin asumista palvelevat tilat, mm. liiketilat, joiden pääsulakkeet yli 35 A.	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	15 vuotta

Yrityksessä tiedettiin hieman, millaisia kunnossapitojärjestelmiä on tarjolla ja millaisia toimintoja ohjelmistot pitävät sisällään, mutta kattavasti ohjelmistoihin ei ollut aikaisemmin perehdytty. Kunnossapitojärjestelmiin perehtyminen aloitettiin Internetin avulla, mistä löytyi paljon tietoa kunnossapitojärjestelmien toimittajista. Seuraaviin esittelyihin otettiin mukaan sellaisia kunnossapito-ohjelmistoja, jotka ovat tunnettujen yritysten kehittämiä ja joita käytetään yleisesti teollisuuden kunnossapitotoiminnassa. Kunnossapitojärjestelmien toimittajien kanssa keskusteltiin pääasiassa sähköpostitse, mutta Arrow Maint -järjestelmään käytiin perehtymässä myös yrityksen toimipisteessä Jyväskylässä.

Jokainen seuraavista yrityksistä toimittaa eri käyttötarkoituksiin soveltuvia ohjelmistoja, mutta vertailussa keskitytään vain kunnossapitojärjestelmien esittelyyn sekä vertailuun. Jokaisessa ohjelmistossa pystytään pääperiaatteeltaan tekemään samat kunnossapitotoimenpiteisiin liittyvät asiat, mutta näkymät ja toiminnot ovat hieman eri tavoin toteutettuja. Toimintoja pystytään tarvittaessa räätälöimään asiakkaalle sopivaksi. Yritys halusi, että kunnossapitojärjestelmään voi kirjata tuotantokoneiden lisäksi myös sähkö- sekä kiinteistöosaston tarvittavat kohteet ja näiden huoltotoimenpiteet. Nämä vaaditut toiminnot toteutuvat jokaisessa seuraavassa kunnossapitojärjestelmässä. Eri osastojen laitteet voidaan rajata selkeästi toisistaan kirjain- ja numeroyhdistelmillä. Malli voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- laitteen nimike kokonaisuudessaan aabccnnnn, jossa
 - aa tarkoittaa sijaintia
 - bb tarkoittaa laitetyyppiä
 - cc kertoo, onko kyseessä tuotantolaitte, kiinteistön osa, sähkölaite jne.
 - nnnn tarkoittaa laitteen juoksevaa numerointia.

(Korhonen 2014.)

5.3.2 Arrow Maint

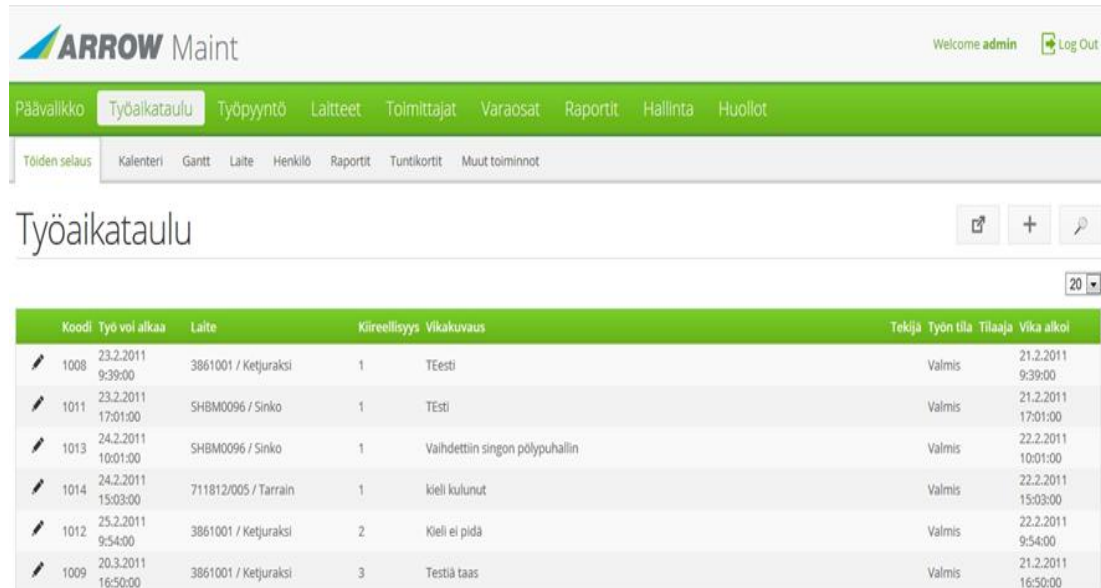
Arrow Engineering Oy on kansainvälisesti toimiva suomalainen yritys, joka toimittaa 20 vuoden kokemuksella tietojärjestelmiä liittyen yritysten tuottavuuteen, tuotantokoneiden käynnissäpitoa tehostavien ratkaisujen kehittämiseen sekä ylläpitoon. Arrowin pääkonttori sijaitsee Jyväskylässä, jossa tehdään myös ohjelmiston kehitystyö. Jyväskylän lisäksi yrityksellä on toimipiste Helsingissä ja tytäryhtiö Shanghaissa. Arrowin järjestelmiä käyttää noin 450 asiakasta kaikilla teollisuuden aloilla ja 20 eri maassa. (Yritys n.d.) Referenssiyrityksinä mainittakoon ABB, Moventas, Ruukki ja Metso (Referenssit: Metalliteollisuus n.d.). Arrow Maintin käyttöliittymä on tällä hetkellä kuvion 11 näköinen.

Koodi	Laistunus	Aiku pvm	9/5	10/6
1030	S-300	22.9.2006	12.33/01 Mika Viljanen, OKUMA, OSASTO 38, SOLU 46, AKELKKA B277411	
1062	J-88	22.9.2006	17.27/03 Janne Lahtinen, MAZAK, OSASTO 33, SOLU 52, OHJAUUS EI LAHDE PÄALLE	
		22.9.2006	15.38/ REINECKER, OSASTO 31, SOLU 44, KONE PYSÄHTYI	
		22.9.2006	13.06/0 PYLKKÄNEN, OKUMA, OSASTO 32, SOLU 41, KONE RIKKI	
		23.9.2006	14.16/01 Mika Viljanen, KOMPRESSORI 2 KIINTEISTÖ, PAINELMA, HI-130, Y1 VUOSIHUOLTO	
		24.9.2006	08.00/16 TIAINEN, OKUMA, OSASTO 36, SOLU 42, 13Y VUOSIHUOLTO	
		24.9.2006	11.41/02 Kristian Lehtonen, GRAEBENER, OSASTO 31, SOLU 44, RIKKI	
		25.9.2006	08.00/12 LYYTIKÄINEN, REINECKER, OSASTO 31, SOLU 44, VIKKOHUOLTO	
			12.00/09 FASTEMS, SCHIESS-KOPP, OSASTO 32, SOLU 43, TÄSÄ PÄÄSISI HUOLTAMAAN 4 TUNTIA	
			12.48/10 PYLKKÄNEN, PEKKA, OLEN LOMALLA - EI SAA HÄIRITÄ (vai saako toisilain)	
			22.30/16 TIAINEN, RAUSCH, OSASTO 33, SOLU 52, 13 YLÖNEN 14 KARHUNEN 15 KOKKONEN 16 TIAI	
			01 Mika Viljanen, MAZAK, OSASTO 33, SOLU 52, KONE EI KÄYNNISTY	
			9.00/03 Janne Lahtinen, SMT, OSASTO 36, SOLU 42, BULAKKEET PALAA, EIA, JOKUNTOINEN	
			08.00/12 LYYTIKÄINEN, REINECKER, OSASTO 31, SOLU 44, VIKKOHUOLTO	
			10 PYLKKÄNEN, MAZAK, OSASTO 33, SOLU 52, Z-AKSELILLA ON VALJAA (RUUVI?)	
			8.00/16 TIAINEN, OKUMA, OSASTO 38, SOLU 46, S-300, V1 VUOSIHUOLTO	
			13.50/10 PYLKKÄNEN, OKUMA, OSASTO 32, SOLU 41, ESIMERKKI	
			08.00/02 Kristian Lehtonen, REINECKER, OSASTO 31, SOLU 44, VIKKOHUOLTO	
			09.13/ MAZAK, OSASTO 33, SOLU 52, HYDRAULIIKKA VUOTAA	
			08.00/ ARBÖGA, OSASTO 36, SOLU 02, K HUOLTO	

Kuvio 11. Arrow Maint -käyttöliittymä (Pykkänen 2014)

Kuviossa 11 on näkymä koneiden huoltoaikatauluista. Vasemmalla näkyvän pystyvalikon avulla voidaan selkeästi vaihtaa ohjelman osa-alueesta toiseen ja rajata myös tarkemmin haluttu näkymä. Huoltoaikataulu-näkymässä ylhäällä näkyvät kuukaudet sekä päivät ja niiden alapuolelle on listattuna huoltotoimenpiteet. Huoltotoimenpiteiden edessä näkyvä palkki kuvaa huoltoon suunniteltua aikaa, kun taas palkin väri kuvastaa huoltojen tärkeyttä. Vihreä väri on vähiten kiireellinen ja punainen on kiireellisin huoltotoimenpide. Arrow Engineering Oy:n tiloissa käydyssä haastattelussa

ilmeni, että järjestelmään on tulossa päivitys tämän vuoden aikana. Mikäli kunnossa-pitojärjestelmä hankitaan kesän tai loppuvuoden aikana, niin käyttöliittymä voidaan toimittaa kuvion 12 mukaisessa päivitetyssä versiossa. (Pylkkänen 2014.)

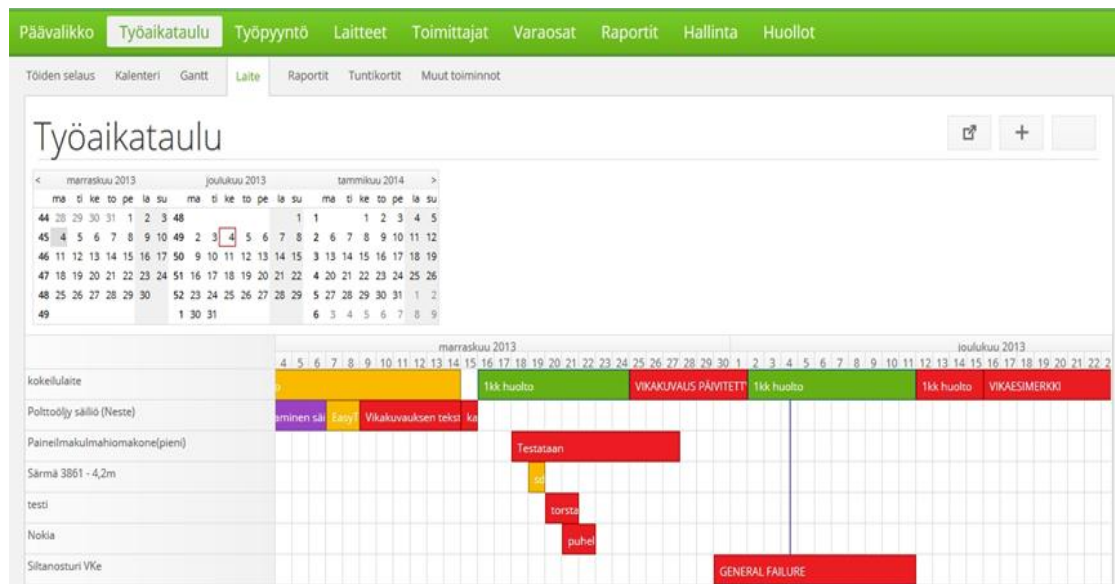


The screenshot shows the Arrow Maint web application interface. At the top, there is a navigation bar with the Arrow Maint logo and a 'Welcome admin' message with a 'Log Out' button. Below the navigation bar, there are several menu items: 'Päivälikko', 'Työaikataulu', 'Työpyyntö', 'Laitteet', 'Toimittajat', 'Varaosat', 'Raportit', 'Hallinta', and 'Huollot'. Underneath, there is a sub-menu with 'Töiden selaus', 'Kalenteri', 'Gantt', 'Laitte', 'Henkilö', 'Raportit', 'Tuntikortit', and 'Muut toiminnot'. The main content area is titled 'Työaikataulu' and contains a table with the following data:

Koodi	Työ voi alkaa	Laitte	Kiireellisyys	Vikakuvaus	Tekijä	Työn tila	Tilaaja	Vika alkoi
1008	23.2.2011 9:39:00	3861001 / Ketjuraksi	1	TEesti		Valmis		21.2.2011 9:39:00
1011	23.2.2011 17:01:00	SHBM0096 / Sinko	1	TEsti		Valmis		21.2.2011 17:01:00
1013	24.2.2011 10:01:00	SHBM0096 / Sinko	1	Vaihdettiin singon pölypuhallin		Valmis		22.2.2011 10:01:00
1014	24.2.2011 15:03:00	711812/005 / Tarrain	1	kieli kulunut		Valmis		22.2.2011 15:03:00
1012	25.2.2011 9:54:00	3861001 / Ketjuraksi	2	Kieli ei pidä		Valmis		22.2.2011 9:54:00
1009	20.3.2011 16:50:00	3861001 / Ketjuraksi	3	Testiä taas		Valmis		21.2.2011 16:50:00

Kuvio 12. Arrow Maintin uusittu käyttöliittymä (Pylkkänen 2014)

Kuten kuvioita 11 ja 12 vertailemalla näkee, on Arrow Maintin uudistettu käyttöliittymä kokenut visuaalisen parannuksen. Uusittu käyttöliittymä on huomattavasti miellyttävämmän näköinen ja näkymät ovat selkeämmin toteutettu. Yläpuolella näkyvät pääotsikot, joiden alta voidaan tarkempaan tarkasteluun ottaa halutut toiminnot. Huoltotöiden aikataulutusta voidaan toteuttaa monilla eri näkymillä, mutta kuviossa 13 on esimerkkinäkymä yhdestä huoltotöiden aikataulutusmallista.



Kuvio 13. Arrow Maintin huoltotöiden aikataulutuksenäkymä (Pylkkänen 2014)

Huoltotöiden aikataulutuksenäkymä on myös selkeästi toteutettu. Näkymät voidaan toteuttaa esimerkiksi myös niin, että vasemmalla luettelona näkyy jokaisen työntekijän nimet ja kalenterissa näkyy heille varatut huoltotehtävät sekä huoltoihin suunnitellut ajat. Arrow Maint -kunnossapitojärjestelmään kuuluu myös Web-liittymä joka on uudessa käyttöliittymässä samanlainen kuin kuvioissa 12 ja 13. Web-liittymän avulla kunnossapidon työntekijät voivat tarkastella työtehtäviä ja kuitata huoltotehtävät tehdyiksi.

5.3.3 Camline Maint

Ab LKI Kälman Oy (entinen Camline Oy) on lappeenrantalainen vuonna 1985 perustettu yritys, joka on erikoistunut konepajojen ja valmistavan teollisuuden tietojärjestelmiin (Korhonen 2014). Referenssiyrityksinä mainittakoon Oras Oy, Sako Oy, Sisu Diesel Oy ja KONECranes Komponentit Oy (Asiakkaat n.d.). Camlinen käyttöliittymä on havainnollistettu kuviossa 14.

Laitte	Kuvaus	Sijainti	Sarjanumero	Laitetyyppi	Piirinumero	Kustannuspaikka	Käyttöönottopäivä	Toimitaja
100010	KUNNOSSAPITO OHJELMISTO	BRETEC OY		0.96			1.1.1993	TIEDUNIA OY
121002	PEGARD 2	ISOVASARATEH	8603	KONEISTUSKESKUS		12	1.4.1989	MACHINERY
121008	MORI-SEIKI MV-55	KARKAISIMO	324	KONEISTUSKESKUS		12	1.1.1984	Machine Tool CO
121009	DAH LIH	KARKAISIMO	210042	KONEISTUSKESKUS		12	1.6.1992	MACHINERY
121010	MAKINO MC 108 2	ISOVASARATEH	8040010082	KONEISTUSKESKUS		12	1.6.1993	Heidenreich & Habes
121011	MAKINO MC 1310-A200	ISOVASARARA	80-4001.0088	Työstökeskus		12	20.11.1995	Heidenreich & Habes
122004	MOLLART FMC	ISOVASARATEH	A430-1200	FMC1000		12	22.1.2002	Tarkkuuskoneet Oy
123001	SMT		34-595075-17	NC-SORVI		12	1.1.1985	
123002	SVEDTURN 18 NC 300 (REV)	KARKAISIMO	36-595091/23	NC-SORVI		13	1.1.1985	INSTSTO ZEITLING
123003	GILDEMEISTER NEF 710	ISOVASARATEH	69575	NC-SORVI		12	1.1.1981	MERCANTILE
123007	SVEDTURN 18 CNC 300(REV/SAKSA)	KARKAISIMO	34-595073/16	123007		12	1.1.1985	
123008	Max Müller MDV 20 M	ISOVASARATEH	504220	NC-SORVI		12	26.11.2002	Max Müller GmbH
123009	Boehinger VDF-Universal 560TI	ISOVASARATEH	2022.3862-803	NC-SORVI		12	14.12.2001	Tarkkuuskoneet Oy
123010	SMT S1-18 (Retloit)	IV	595-273	NC-SORVI		12	12.11.2005	
124001	Cones jrsinkone	IV-Tehdas						
124003	TUR 50 kääntöri	IV-Tehdas						
125001	Fortuna FM4	ISOVASARATEH	15887	NC-HIDMAKONE		12	1.1.1986	MERCANTILE
125002	VOLUMARD 404 L12 N2 X5Y6/1000	Tuomänen	400072	NC-HIDMAKONE		12	1.1.1982	INSTO ZEITLINGGEF
125003	SIS 2 ALS PC-500	Tuomänen	750008	HIDMAKONE		12	1.1.1985	SUOMEN WEMEX OY
125004	SIS 2 ALS PC-710	ISOVASARATEH	760027	HIDMAKONE		12	1.1.1986	SUOMEN WEMEX OY
125006	SIS/1 ALS 710	ISOVASARATEH	690284	REIKÄHIDMAKONE		12	1.1.1977	ASPO OY

Kuvio 14. Camline Maint -käyttöliittymä (Korhonen 2014)

Käyttöliittymässä vasemmalla on nähtävissä käytössä olevat ohjelmamoduulit, kuten kuviossa 14 on Maint-ohjelmamoduuli. Tämän alla on Maint-järjestelmään kuuluvat toiminnot ja laitteet. Näkymän oikealla laidalla on listaus laitteista, jotka kuuluvat Maint-järjestelmän piiriin. Käyttöliittymä on selkeän näköinen, ja laitelistauksen yläpuolella olevien painikkeiden avulla voidaan muun muassa lisätä uusia laitteita, muokata laitetietoja sekä etsiä laitteita. Ennakkohuoltotoimenpiteiden päänäkymä on havainnollistettu kuviossa 15.

Leite: 139713 Laitetyyppi: KAASUGENERAAT Suorittaja: LänKasit

Kuvaus: AICHELIN ENDMAT E Jakso (päivää): 365 Kesto (tuntia): 1

Työn nimi: VUOSIHUOLTO Jakso (tuntia): 0 Käyttökilometri: 0

Kustannuspaikka: 13 Viimeisin: 18.6.2012

Sijainti: KARKAISIMO Seuraava: 18.6.2013

Ennakkohuolto

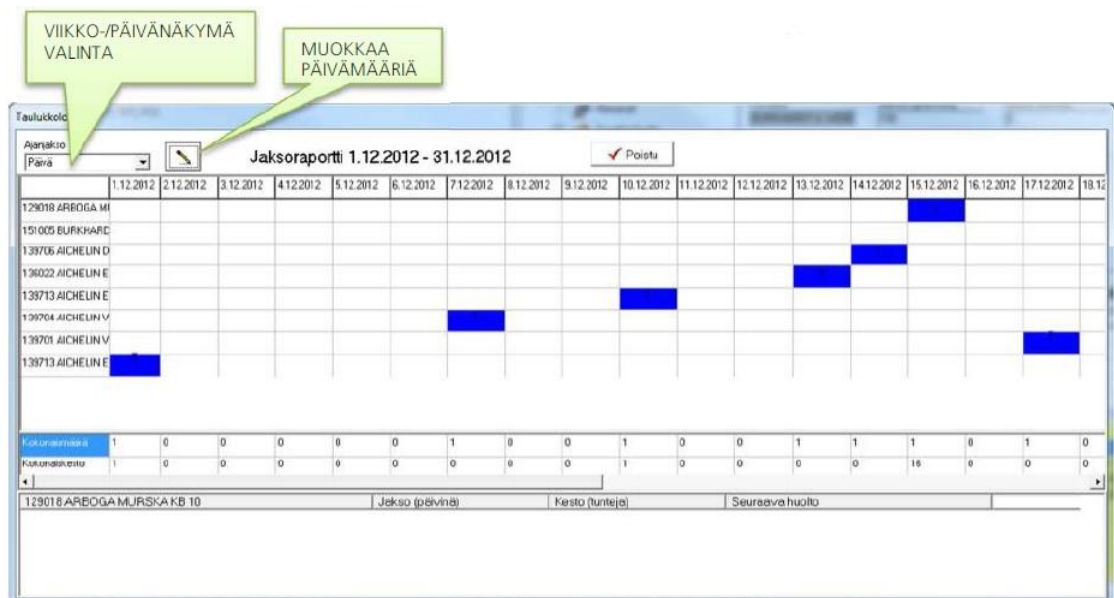
Laitte	Laitteen kuvaus	Työn nimi	Jakso (päivää)	Kesto	Viimeisin	Seuraava	Työn numero	Lisätiedot
139713	AICHELIN ENDMAT GEP 30 (UUSI-EN)	VUOSIHUOLTO	365	1	18.6.2012	18.6.2013	89	Vastuu: LänK
139714	AICHELIN ENDMAT KRE 20 (VANHA-EN)	PUOLIVUOSIHUOLTO	182	0	3.8.2012	1.2.2013	119	Vastuu: LänK
139720	AICHELIN HBRUK-91 30/2/2 (ULIYALL)	VUOSIHUOLTO	365	8	18.6.2012	18.6.2013	90	Vastuu: LänK
139704	AICHELIN VG 80/200 (HILETTYS UUN)	PUOLIVUOSIHUOLTO	182	0	18.6.2012	7.12.2012	91	Vastuu: LänK
139704	AICHELIN VG 80/200 (HILETTYS UUN)	VUOSIHUOLTO	365	0	18.6.2012	18.6.2013	92	Vastuu: LänK

Lisätiedot: Vastuu: Lämmönkäsitelijä suorittaa huollot ja raportoi vikavainnosta esimiehelle tai huoltopäällikölle. Esitetty tai lämmönkäsitelijä suorittaneet huoltotoimenpiteet KUITATTUINA WINMAINTIIN.

VUOSIHUOLTO I

Kuvio 15. Camline Maintin ennakkohuollon päänäkymä (Korhonen 2014)

Kuviossa 15 on kaikkien laitteiden huoltotyöt nähtävissä listauksena, mutta listaa voidaan rajata halutuilla hakukriteereillä. Valikkopuun kautta voidaan tarkastella myös yksittäisen laitteen ennakkohuoltotietoja. Ylhäällä olevien painikkeiden avulla voidaan esimerkiksi lisätä tai muokata huoltotöitä, raportoida huolloista, tarkastella varaosia ja voitelukortteja sekä katsoa tallennettuja kuvia. Huoltotoimenpiteet voidaan myös järjestää kuvion 16 mukaiseksi taulukoksi, josta nähdään määritellyn aikavälin huoltotoimenpiteet. Ohjelmistoon on saatavilla myös Web-liitännäinen, jossa käyttöliittymä on samankaltainen kuin Camline Maint -ohjelmistoa havainnollistavissa kuvioissa 14, 15 ja 16.

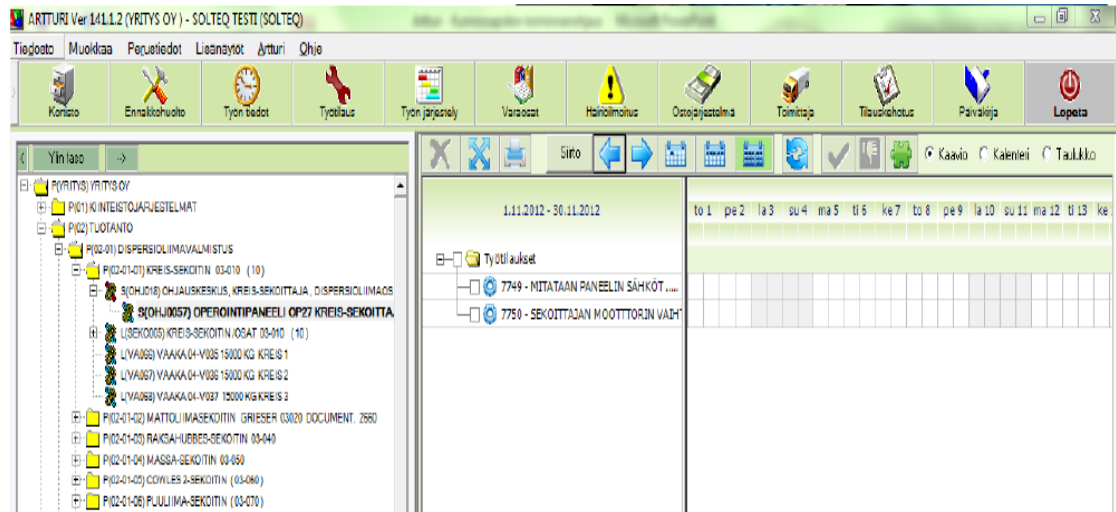


Kuvio 16. Camline Maintin ennakkohuollon taulukointi (Korhonen 2014)

5.3.4 Artturi

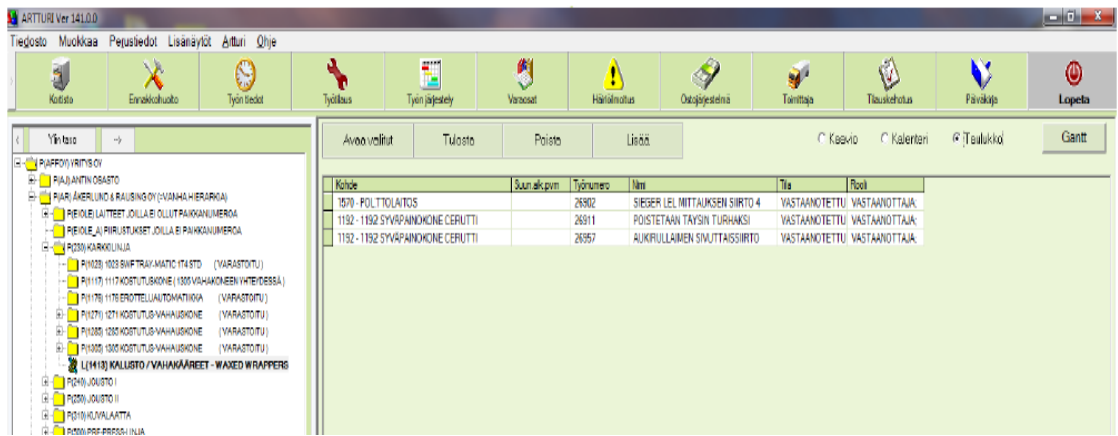
Artturi-ohjelmisto on Solteq Oyj:n tarjoama kunnossapito-ohjelmisto. Solteq Oyj:llä on toimipisteet Tampereella, Lahdessa sekä Helsingissä. Yritys tarjoaa teollisuuden lisäksi toiminnan- sekä taloudenohjauksen palveluja kaupan, logistiikan ja julkishallinnon toimijoille. (Solteq lyhyesti n.d.) Solteq Oyj on toiminut kunnossapidon, huollon ja materiaalihallinnan järjestelmien kehittäjänä ja toimijana yli 30 vuotta. Yritys

on toimittanut noin 450 järjestelmää noin 20 eri maahan. Referenssiyrityksiä ovat muun muassa STX Europe, Kemppi ja Maintpartner. (Kiiveri 2014.) Artturin käyttöliittymä on havainnollistettu kuviossa 17.



Kuvio 17. Artturin käyttöliittymä (Kiiveri 2014)

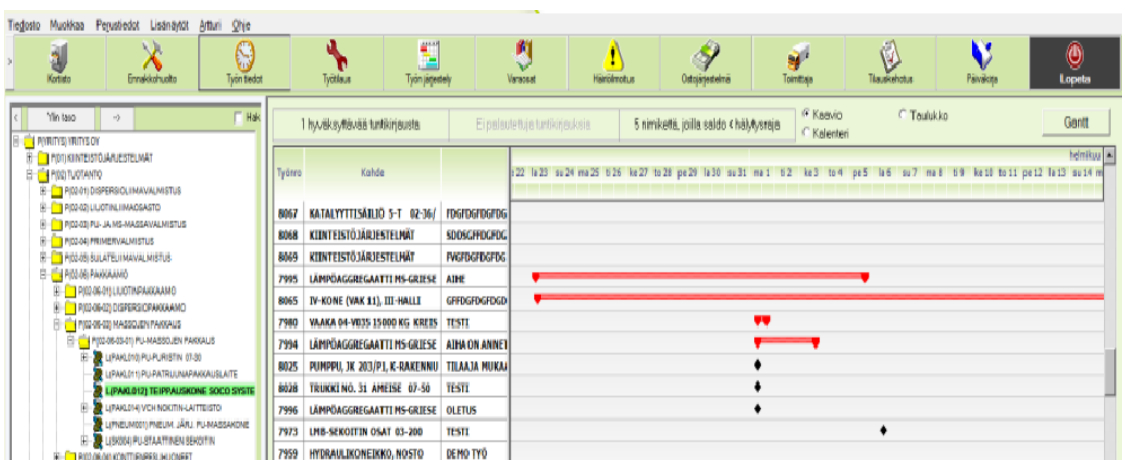
Käyttöliittymän vasemmalla laidalla on valikkopuu, johon voidaan kategorisoida tarvittavat toiminnot omiin lohkoihin. Oikealle laidalle tulee tarkennus valikkopuusta valituista tiedoista. Käyttöliittymä on visuaalisesti selkeä ja yläosassa olevien painikkeiden alla olevat nimet selkeyttävät painikkeiden toimintoja. Huoltojen työlistanäkymä on havainnollistettu kuviossa 18. Työlistanäkymää voidaan muuttaa aikataulutetuksi kuvion 19 mukaiseksi näkymäksi resursseittain tai kuvion 20 mukaiseksi graafiseksi työnsuunnittelunäkymäksi.



Kuvio 18. Artturin työlistänäkymä (Kiiveri 2014)



Kuvio 19. Artturin aikataulutettu näkymä resurssittain (Kiiveri 2014)



Kuvio 20. Artturin aikataulutettu graafinen näkymä (Kiiveri 2014)

Artturiin voidaan linkittää kuvion 21 mukainen Web-käyttöliittymä, johon esimerkiksi tuotannon työntekijät voivat tehdä vikailmoituksia ja työtilauksia. Käyttöliittymän kautta kunnossapidon työntekijät voisivat tarkastella tulevia töitä ja kuitata ne myös tehdyksi.

The screenshot shows the 'YRITYS OY' web application interface. At the top, there are three main buttons: 'Uusi työ', 'Valitse työ', and 'Työn kuittaus'. On the left side, there are several filter sections: 'Työn tyyppi' (with checkboxes for Työtilaus, Ennakkohoito, Omat Työt, Tilaaja, Vastaanottaja, Resurssi, Oma huoltoryhmä), 'Kohde' (with a dropdown for Valitse Kohde), 'Työn tila' (with checkboxes for Tilattu, Vastaanotettu, Kesken, Valmis), and 'Aikarajaus' (with radio buttons for 'Tämä viikko', 'Ensi viikko', and 'Ei aikarajaa'). Below these filters is a section for 'Resurssi' with a dropdown for 'Huoltoryhmä' and a 'Poimi Resurssi' dropdown.

The main content area displays a table of work orders. The table has columns for 'Nro', 'Työn nimi', 'Tila', 'Tyyppi', 'Suorituspv', 'Tilaaja', and 'Kohde'. The table contains 91 rows of data. The first few rows are:

Nro	Työn nimi	Tila	Tyyppi	Suorituspv	Tilaaja	Kohde
6329	MUISTINVARMENNUSPARISTON VAIHTO.	ALOIT.	E	19.10.2015 0:00:00		OPEROINTIPANEELI OP27 MASSASEKOITTAJA
6987	PUTKISTO VUOTAA HITSAUSSAUMOISTA 3 ERI KOHTAA DISP.VALMISTUK	4	V			KLOORIMITTALIS PROGRESSIVEDEN KLOORAUS
7460	TASOITTEELLA 2-PAKKAUSPÄLTÄ EI TULE ULOS TAVARAA.	ALOIT.	E	15.8.2011 0:00:00		2-PAKKAUSPÄÄ
7525	SAUMALAISTIN PAKKAUSPÄÄN PIKKURUUVI JOKA AAMU MOOTTORIHÄIRIÖ	VALMIS	V		LEPPÄ JARI	PAKKAUSPÄÄ
7712	DISPERSIOIJAMVALMISTUS KÄRCHER HOI 80 OLYN VAIHTO	VALMIS	V			KUUMAVESIPAINESURIT
7747	RAKOLIN VAAKAN TARKISTUS	VALMIS	V		HELENA KOIVISTO	VAAKA 04-V027 10500 KG RAKOLLSEKOITTAJA
7750	SAHA 5 APUKOSKETTIMEN VAIHTO	VALMIS	V			JÄÄHDYTYSKOMPRESSORI 203 (VAK 2). K-RAKENNUS
7784	HKKHH	VALMIS	V	3.2.2009 0:00:00	ART1 TESTIKAYTTAJA	KOMPENSOINTIKESKUS, V-HALLI
7786	MOOTTORIN HINNAN LUUSTAA	TILAUS	V		ART1 TESTIKAYTTAJA	PUHALLIN 211 TK1. K-RAKENNUS
7798	DUMPUN KYTKINDRÄÄN TIIVISTE VUOTAA	ALOIT.	V	14.12.2010 14:50:00	ART1 TESTIKAYTTAJA	TUOTANTO

At the bottom of the table, there is a blue link: [12345678910](#). The bottom of the interface features the 'Artturi' logo and a search icon.

Kuvio 21. Artturin Web-käyttöliittymä (Kiiveri 2014)

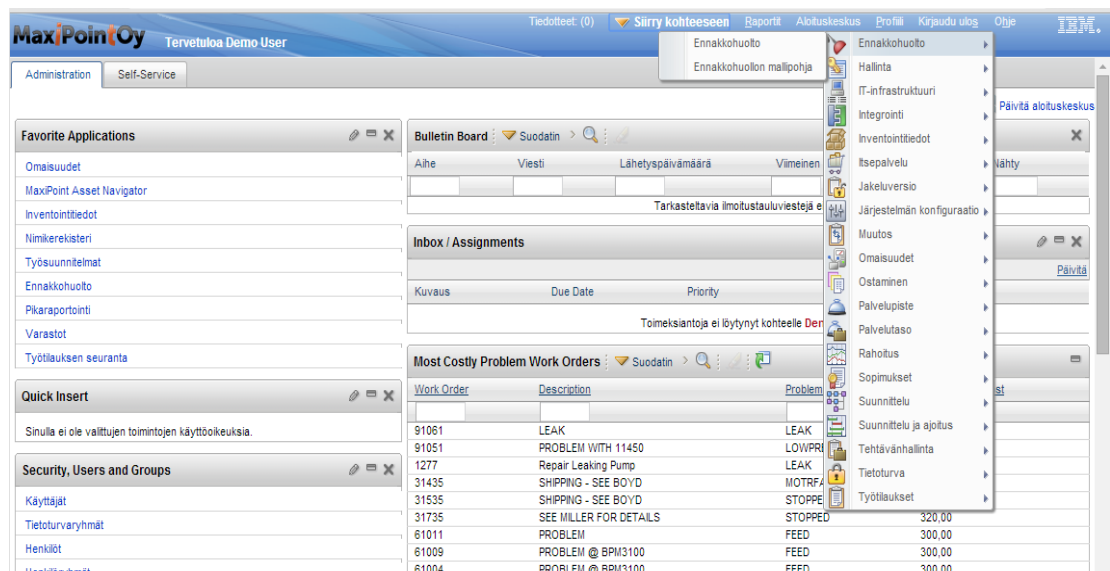
5.3.5 MaintALMA

MaintALMA on Alma Consulting Oy:n kehittämä kunnossapito-ohjelmisto. Yrityksen päätoimipaikka on Kokkolassa ja sen ohjelmistoja on ollut markkinoilla vuodesta 1986 alkaen. ALMA-järjestelmiä on käytössä noin 7 000, 46 eri maassa ja noin 300 yrityksessä. (ALMA yrityksenä n.d.) Referenssiyrityksinä mainittakoon Elenia Lämpö Oy, Machinery Oy, Sonoco-Alcore Oy ja Nordic Sugar. MaintALMA-järjestelmä on tarkoitettu teollisuuslaitoksen tuotantokoneiden sekä tuotantolaitteiden kunnossapidon toimintojen johtamiseen ja ohjaukseen. Kunnossapito-ohjelmaa havainnollis-

tavia kuvia yritys ei halunnut julkaista opinnäytetyössä. Yritys viittasi siihen, että ohjelmistoa koskevat kuvat saattavat vanhentua nopeasti ohjelmiston päivitysten vuoksi. Lisäksi kunnossapitojärjestelmän soveltuvuuden arviointi tehdään kohdeyrityksen kanssa tietyin kriteerein, jolloin opinnäytetyöhön valikoidut kuvat ja tiedot eivät välttämättä pitäisi kaikkien yritysten kohdalla paikkaansa. Tarkemmat tiedot ohjelmistosta saa kysymällä ohjelmiston toimittajalta. (Pahkala 2014.)

5.3.6 IBM Maximo

IBM Maximo -ohjelmisto on MaxiPoint Oy:n tarjoama Web-arkkitehtuuriin perustuva kunnossapitojärjestelmä. Yritys on aloittanut toimintansa vuonna 1991, ja yrityksen toimipiste sijaitsee Tampereella. Maximo-kunnossapitojärjestelmiä on toimitettu Suomen lisäksi muun muassa Baltiaan, Venäjälle, USA:n, Englantiin ja Saksaan. (Yrityshistoriaa lyhyesti n.d.) Vaikka IBM Maximo mielletään suurten organisaatioiden ohjelmaksi, soveltuu se myös muutamien käyttäjien järjestelmäksi (Plattonen 2014). Kuviossa 22 on havainnollistettu IBM Maximon käyttöliittymä.



Work Order	Description	Problem	Cost
91061	LEAK	LEAK	
91051	PROBLEM WITH 11450	LOWPRI	
1277	Repair Leaking Pump	LEAK	
31435	SHIPPING - SEE BOYD	MOTRFA	
31535	SHIPPING - SEE BOYD	STOPPE	
31735	SEE MILLER FOR DETAILS	STOPPE	320,00
61011	PROBLEM	FEED	300,00
61009	PROBLEM @ BPM3100	FEED	300,00
61004	PROBLEM @ BPM3100	FEED	300,00

Kuvio 22. IBM Maximo -käyttöliittymä (IBM Maximo demoversio 2014)

Käyttöliittymä on selkeästi toteutettu. Päänäkymässä vasemmalla puolella ovat valikot, joiden avulla voidaan nopeasti liikkua näkymästä toiseen. Painamalla oikeassa ylä laidassa olevia valikoita avautuu suurempi alavalikko, jonka avulla siirrytään ohjelmamoduulista toiseen. Kuviossa 23 on havainnollistettu esimerkkinä IBM Maximon kalenterinäkymä.

The screenshot shows the IBM Maximo 'Kalenteri' (Calendar) interface. At the top, there are navigation options like 'Tiedotteet: (0)', 'Siirry kohteeseen', 'Raportit', 'Alotuskeskus', 'Profiili', 'Kirjaudu ulos', and 'Ohje'. Below this is a search bar and a 'Valitse toiminto' dropdown. The main area shows the calendar for 'COMPANY1' with the title 'Company Work Calendar for Equipment Uptime'. The organization is 'EAGLENA'. The start date is '31.12.1999' and the end date is '31.12.2015'. The current view is for 'huhtikuu' (April) 2014, with the current date being 'torstaina 24. huhtikuuta 2014'. The calendar grid shows work hours for each day, with '16.00 tuntia' (16.00 hours) indicated for most days. The cell for Thursday, April 24th, is highlighted in yellow.

maanantai	tistai	keskiviikko	torstai	perjantai	lauantai	sunnuntai
	1 16.00 tuntia	2 16.00 tuntia	3 16.00 tuntia	4 16.00 tuntia	5	6
7 16.00 tuntia	8 16.00 tuntia	9 16.00 tuntia	10 16.00 tuntia	11 16.00 tuntia	12	13
14 16.00 tuntia	15 16.00 tuntia	16 16.00 tuntia	17 16.00 tuntia	18 16.00 tuntia	19	20
21 16.00 tuntia	22 16.00 tuntia	23 16.00 tuntia	24 16.00 tuntia	25 16.00 tuntia	26	27

Kuvio 23. IBM Maximo -kalenterinäkymä (IBM Maximo demoversio 2014)

5.3.7 Yhteenvedo kunnossapitojärjestelmistä

Kaikkiin edellä mainittuihin kunnossapitojärjestelmiin saa Harvia Oy:n vaaditut toiminnot toteutettua. Jokaista kunnossapitojärjestelmää oppii varmasti käyttämään pienen perehdyttämisen jälkeen, mutta ohjelmistojen selkeydessä on havaittavissa eroja. Suuri osa ohjelmistojen näkymistä jäi käsittelemättä esittelyosiossa, mutta tästä raportin osasta olisi tullut suhteettoman pitkä, mikäli jokaisesta kunnossapitojärjestelmästä olisi kirjoittanut kattavamman esittelyn. Esittelyssä keskityttiinkin näyttämään pintapuolisesti, millaiset toteutustavat kunnossapito-ohjelmistoissa on, jotta raportin lukija havaitsisi näiden erot.

Kunnossapitojärjestelmien esittelykuvioista saattaa olla hieman hankala nähdä kaikkia painikkeita ja tekstejä, mutta Harvia Oy:n käyttöön annettiin kaikki kunnossapitojärjestelmien toimittajilta saadut tiedot ja esittelymateriaalit, jolloin ohjelmiston mahdollista hankintaa varten yrityksellä on valmiina enemmän tietoa helpottamassa valintaprosessia. IBM Maximo -ohjelmistoon saatiin käyttöön suomenkielinen demoversion, josta otettiin kuvankaappaukset opinnäytetyöhön. Englanninkielisen IBM Maximo -ohjelmiston versio on Internetissä kaikkien tarkasteltavissa, mutta suomenkieliseen versioon täytyy ohjelmiston toimittajalta kysyä tunnukset. Muut kuvankaappaukset ovat otettu valmistajilta saaduista esitteistä.

Kunnossapitojärjestelmiä voidaan pääsääntöisesti muokata eri käyttäjille hieman erinäköiseksi. Esimerkiksi jos kunnossapidon työnjohdon henkilö kirjautuu sisään, hän näkee erilaisen päänäkymän kuin kunnossapidon työntekijä kirjautuessaan sisään ohjelmistoon. Tällöin näkymät voidaan ohjelmoida esimerkiksi niin, että kirjautuessaan omilla tunnuksillaan kunnossapidon työntekijä näkisi suoraan aloitusnäky-
mästä, mitkä työtehtävät hänelle on suunniteltu kyseiselle päivälle. Erilaisista muokausvaihtoehdoista tulee keskustella mahdollisissa ohjelmistonhankitapalavereissa tarkemmin.

Kunnossapitojärjestelmien toimittajilta kysyttiin tarjoukset Harvia Oy:n tarpeita ajatellen. Liitteessä 7 on taulukko, johon on kerätty kunkin kunnossapitojärjestelmän tiedot yhteen sekä ohjelmistojen alustavat tarjoukset. Kunnossapitojärjestelmien toimittajien vaatimuksesta opinnäytetyössä tarjousliitteen tiedot ovat salattuja. Tarkka ohjelmistojen hankintahinta selviää vasta sitten, kun tiedetään, millaisia sovellutuksia ohjelmistoihin halutaan liittää, ja sopimuksen muista ehdoista on neuvoteltu tarkemmin. Kaikki kunnossapitojärjestelmien toimittajat ovat halukkaita esittelemään ohjelmistoaan yrityksen tiloissa. Haluttujen toimittajien kanssa pidetyissä palavereissa kaikille palaveriin osallistujille hahmottuisi selkeämmin kunnossapitojärjestelmän toiminnot.

Liitteessä 7 olevan taulukon ”Käyttäjämäärä”-kohdassa tehdaslisenssi tarkoittaa sitä, että ohjelmiston käyttäjämäärälle ei ole rajoitusta, joten yrityksen henkilöstölle ohjelmiston käyttö on vapaata. Käyttäjämäärän ollessa rajoitettu, ohjelmistoa ei voi

käyttää kuin enintään ostetun lisenssimäärän mukainen määrä kerrallaan. Artturi- ja MaintALMA-kunnossapitojärjestelmissä Web-liittymän käyttäjille on erilainen lisenssi kuin ohjelmiston pääkäyttäjillä, joten molempien käyttäjien määrät täytyy tietää ohjelmiston hankintatilanteessa. Käyttäjämäärä vaikuttaa myös ohjelmiston lopulliseen hankintahintaan. IBM Maximo -ohjelmisto perustuu Web-arkkitehtuuriin, joten erilaisia lisenssejä pääjärjestelmän ja Web-sovelluksen välillä ei ole.

Ohjelmistojen esittelyt tarkistutettiin kunnossapitojärjestelmien toimittajilla, jotta tiedot olisivat paikkansapitävät. Kunnossapitojärjestelmien esittelyt ja liitteessä 7 oleva taulukko tutkittiin yrityksessä kunnossapidon työnohtajien kanssa ja saadut tiedot todettiin tarpeellisiksi.

6 Kehitysehdotukset

Ennakkohuoltosuunnitelmia laadittaessa ilmeni seuraavia kehitysehdotuksia:

- Moderna-kiukaan vaipan puristinkoneen alle voisi laittaa hydraulikkaöljyn keruukaukalo helpottamaan muottisäkin rikkoutuessa syntyvää siivoustyötä.
- Termonator-kiukaan kivitilan puristinkoneen rakenteen kestävyyttä on seurattava ja parannettava tarvittaessa.
- Termonator-kiukaan kuoren taivutinkoneessa on seurattava alapaininten kestävyyttä niiden kiinnityskohdasta. Mikäli alapainimen kiinnityskohta ratkeaa edelleen useasti, tulisi rakennetta suunnitella kestävämmäksi.
- Tuhkalaatikkokoneen aihiolevyn syöttökelkan rakenteen kestävyyttä tulee seurattava ja tarvittaessa tehdä muutoksia.
- M3-kiukaan rungon taivutuslinja hidastuu kuumen hydraulikkaöljyn takia etenkin kuumina kesäpäivinä. Hydraulikkajärjestelmään voisi harkita lauhduttimen asentamista.
- Kunnossapito-osaston käyttöön voisi hankkia oman varaosavaraston.

Huolto-ohjeiden ylläpito on jatkuva prosessi, sillä koneet vanhenevat, jolloin komponenttien ikääntymisen takia koneeseen voi ilmetä vikoja, joihin ei aikaisemmin ole osattu varautua. Näin ollen aina kun kone vikaantuu, tulee miettiä, voidaanko kyseinen vika ehkäistä joillakin ennakkohuoltotoimenpiteillä ja siten ehkäistä yllättävät tuotantokatkokset. Vikahistoriatietojen puutteellisuuden takia ei ollut tarkkaa tietoa siitä, millaisia vikoja koneessa on aikaisemmin ilmennyt ja siksi koneiden huolto-ohjeisiin ei ole välttämättä kirjattu kaikkia tarpeellisia huoltotoimia. Huolto-ohjeissa täytyy jatkossa kiinnittää huomiota huoltoväleihin sekä eri komponenttien tarkistus- tarpeeseen ja muokata ohjeistusta tarvittaessa. Muille yrityksen kriittisimmille koneille voisi myöhemmin laatia vastaavanlaiset huolto-ohjeet, sillä näiden avulla saataisiin melko helposti selville, voitaisiinko pienillä kunnossapidollisilla tehtävillä pienentää koneen vikaantumisriskiä ja parantaa siltä osin tuotteiden tasalaatuisuutta ja yrityksen tulosta.

Opinnäytetyössä tehtyjen ohjeiden muokkaaminen on myöhemmin helppoa, sillä ohjeet ovat joko Excel- tai Word-pohjaisia tiedostoja. Kone luetteloon voisi täydentää kriittisimpien koneiden tärkeimpien varaosien tiedot ja näiden toimittajat, jolloin osien tilausprosessi nopeutuisi ja helpottuisi. Tuotantokoneista on tallessa joitakin mallinnuksia, jotka voisi aluksi lisätä samaan kansioon muun opinnäytetyössä tehdyn aineiston kanssa ja myöhemmin liittää nämä tiedostot mahdolliseen kunnossapitojärjestelmään. Tällainen menettely selkeyttäisi tietojen etsimistä sekä käyttöä. Huolto-kohteissa täytyy huolehtia siitä, että huoltotoimenpiteisiin tarvittavat välineet löytyvät koneiden käyttäjille heidän työpisteiltään ja kunnossapidon henkilöstölle omalta alueeltaan. Näihin välineisiin lukeutuvat muun muassa paineilmapistoolit, voiteluaineet ja suodattimet.

Koneiden määräaikaistarkastuksista tulee pitää tarkastuspöytäkirjaa, kuten kerrottiin luvussa 3.4. Tarkastuksia varten tulee laatia selkeä lista, johon kunnossapidon työntekijät voivat kirjata koneen mahdolliset puutteet, merkitä huoltotehtävät tehdyksi sekä kertoa millaisiin asioihin seuraavassa huollossa täytyy erityisesti kiinnittää huomiota. Mahdollisesti myös koneiden käyttäjille voisi laatia oman listan, johon he kuitaisivat tekemänsä kunnossapitotoimenpiteet esimerkiksi viikoittain. Listojen avulla

voitaisiin todeta, voisivatko mahdolliset koneessa ilmenevät viat liittyä koneiden käyttäjien tai kunnossapidon henkilöstön huoltotoimenpiteiden laiminlyöntiin.

Amada-särmäyspuristimissa hydraulikkaöljyn vaihtoväli on säännöllinen eikä näin ollen perustu käyttötuntimäärän mukaiseen vaihtoväliin. Tämä johtaa siihen, että särmäyspuristimista pois otettava hydraulikkaöljy voi olla puhdasta ja hyvälaatuista. Tätä hydraulikkaöljyä voisi käyttää yrityksen muihin laitteisiin, joissa hydraulikkaöljyn laatuvaatimukset eivät ole niin tarkkoja kuin särmäyspuristimissa.

Ennen mahdollista kunnossapitojärjestelmän hankintaa, kannattaisi ainakin tärkeimmistä koneista kirjata muistiin niiden perustiedot sekä huoltotoimenpiteet. Siten ohjelmiston käyttöönotto sujuisi nopeammin ja tehokkaammin. Kunnossapito-ohjelmistojen mahdolliseen hankintavertailuun voisi tarvittaessa ottaa myös muitakin ohjelmistoja mukaan, kuin vain tässä opinnäytetyössä mainitut kunnossapitojärjestelmät. Yrityksessä voisi järjestää tapaamisia esimerkiksi joidenkin edellä mainittujen kunnossapitojärjestelmätoimittajien kanssa ja kutsua näihin esittelytilaisuuksiin ne henkilöt, jotka olisivat kunnossapitojärjestelmän kanssa eniten tekemisissä. Esittelytilaisuudet ovat mahdollisia, vaikka ohjelmiston hankinta-ajatukset eivät täysin varmoja olisikaan. Esittelytilaisuuksien avulla henkilöille muodostuisi kattavampi ja selkeämpi kuva kunnossapito-ohjelmistojen käytöstä ja toiminnoista. Esittelytilaisuuden jälkeen yrityksen henkilöstö voisi yhdessä pohtia, olisiko kunnossapitojärjestelmä heidän mielestään Harvia Oy:lle sopiva tai tarpeellinen lisä kunnossapidon toiminnan tehostamiseksi.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää kunnossapito-osaston tietoja ja selkeyttää kunnossapitotoimintaa. Opinnäytetyön tuloksena päivitettiin konekantaluettelon vastaamaan yrityksen nykytilaa, merkittiin tuotantokoneiden sijainnit pohjapiirustuskuviin, luotiin uusi konekorttipohja, suunniteltiin ennakkohuoltotoimenpiteet seitse-

mälle tuotannon koneelle, tehtiin valituille koneille huolto-ohjeet sekä kunnossapidon henkilöstölle että koneiden käyttäjille, tutkittiin viiden eri kunnossapitojärjestelmän toimintaa ja pyydettiin kunnossapitojärjestelmistä tarjous Harvia Oy:n tarpeita ajatellen. Opinnäytetyön aihe varmistui helmikuussa 2014 ja valmiiksi opinnäytetyö oli tarkoitus tehdä kevään 2014 aikana. Tässä aikataulussa pysyttiin, mutta opinnäytetyösuunnitelmassa kerrottuihin aikataulutavoitteisiin verrattuna valmiin opinnäytetyön palautus hieman pitkittyi.

Kunnossapitoon liittyvää tietoa löytyi kirjallisuudesta ja Internetistä paljon, mikä teki selkeän teoriakokonaisuuden laadinnasta haastavaa. Opinnäytetyöhön liittyvää teoriaa olisi mahdollisesti voinut kertoa enemmänkin, mutta uskon opinnäytetyöhön valikoidun teorian olevan tarpeeksi kattava selkeyttämään opinnäytetyön aihepiiriä. Koneluettelon tekeminen ja konepaikkojen merkitseminen pohjapiirustuksiin sujui melko ongelmattomasti, kuten myös konekorttimallin tekeminen. Laaditusta koneluettelosta oli yrityksessä apua varaosien tilaamisessa, sillä kunnossapito-osastolle soitettiin 2-hallista ja pyydettiin tilaamaan vannesahaan uusia teriä. Konekantaluettelosta kunnossapidon työnjohtaja katsoi koneen mallin, jonka perusteella pystyttiin tilaamaan vannesahaan uudet terät.

Työllistävin ja haastavin kokonaisuus opinnäytetyössä oli ennakkohuoltotoimenpiteiden suunnittelu valituille koneille. Tämä johtui siitä, että kunkin koneen toimintaan jouduttiin perehtymään perusteellisemmin, RCM-taulukoiden laadintaprosessi vei paljon aikaa, huoltovälejä jouduttiin miettimään koneen käyttöasteen ja käyttöolosuhteiden mukaan sekä jouduttiin miettimään millaiset huolto-ohjeet työntekijöille kannattaa tehdä. Laaditut kuvalliset huolto-ohjeet toimivat hyvänä apuna etenkin uusille työntekijöille, jotka eivät tiedä tarkasti koneen toimintaa ja sen huoltotarpeita. Huolto-ohjeiden myötä täyttyivät myös asetusten määräämät vaatimukset koneiden huolto-ohjeista. Opinnäytetyössä laaditut huolto-ohjeet on tarkoitus ottaa yrityksessä käyttöön, mutta vielä opinnäytetyöprosessin aikana ohjeita ei viety käytäntöön.

Huolto-ohjeita varten kerätyt vikahistoriatiedot perustuivat vain koneen käyttäjien ja kunnossapidon henkilöstön muistamiin asioihin, minkä vuoksi kaikkia koneiden vika-

tilanteita ei todennäköisesti haastatteluissa saatu. Jatkossa koneiden vikatilanteet kannattaisi kirjata muistiin, silloinkin vaikka kunnossapitojärjestelmää ei vielä olisi hankittu. Yrityksessä opinnäytetyönprosessin aikana tapahtui tuhkalaatikkokoneen vikaantumistilanne, josta muistettiin, että kyseinen vika on tapahtunut aikaisemmin, mutta kukaan työntekijöistä ei muistanut kuinka vika saatiin edeltävällä kerralla korjatuksi. Mikäli koneiden vikaistoriatiedot olisi kirjattuna, olisi esimerkiksi tuhkalaatikkokoneen korjaus pystytty tekemään nopeammin.

Koneiden yksityiskohtaisempien huolto-ohjeiden laatiminen olisi vaatinut tarkempaa perehtymistä koneisiin ja kunnossapitotoimenpiteisiin, mihin ei opinnäytetyön aikataulun puitteissa ollut mahdollisuutta. Kriittisimmille koneille voisi myöhemmin tehdä yksityiskohtaisemmat huolto-ohjeet, jossa kerrotaisiin tarkemmin komponenttien tarkastus ja vaihtotoimenpiteistä. Aivan jokaisen komponentin tarkastus- ja vaihto-ohjetta ei ole kuitenkaan järkevää luoda, sillä tämä veisi liikaa resursseja, mutta kriittisimmille komponenteille tarkemmat ohjeet olisi hyvä tehdä. Tämä auttaisi niissä tilanteissa, joissa vähemmän kokeneemmat työntekijät tekevät erityisosien tarkastus- tai vaihtotoimenpiteitä. Esimerkiksi Moderna-kiukaan vaipan puristikoneen muottisäkin vaihto-ohjeen voisi luoda, sillä muottisäkki on erityisosa, jonka vuoksi kyseiselle osalle ei ole olemassa yleistä vaihto-ohjetta.

Opinnäytetyössä esitetty kunnossapitojärjestelmiä koskeva tieto on ajantasaista, sillä materiaali saatiin pääasiassa suoraan kunnossapitojärjestelmien toimittajilta. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto vaatisi melkein koko tuotantohenkilöstöä koskevaa koulutusta, jotta ohjelmiston käyttö sujuisi vaivattomasti kaikilta. Ohjelmiston käyttöönotto vaatisi tietokonepisteiden lisäämistä Harvia Oy:n tuotantotiloihin tai mahdollisesti nykyiset varaston saldojen tarkkailuun tarkoitettut tietokoneet voitaisiin yhdistää koskemaan myös kunnossapitojärjestelmän toimia. Tällöin esimerkiksi 2-hallista ei välttämättä tarvitsisi lähteä kunnossapito-osaston puheille toiseen rakennukseen huoltotoimenpidettä tilattaessa, vaan huoltotilaus voitaisiin suorittaa ohjelmiston kautta. Menetelmä toimisi etenkin silloin, jos huoltotoimenpide ei aivan ajankohtainen. Nykyisin kunnossapidon työtilaukset menevät osittain niin, että tuotannon työntekijä tulee kunnossapidon työntekijöiden puheille ja pyytää heitä korjaamaan tai huoltamaan oman työpisteensä tuotantokonetta. Tämän vuoksi kunnos-

sapidon työnjohdon henkilöillä ei ole täyttä varmuutta, mitä huoltoja koneille on tehty, kuka nämä on tehnyt ja millaisia tehtäviä kukin kunnossapidon työntekijä tekee päivän aikana. Kunnossapito-ohjelmiston myötä osattaisiin ajoittaa huoltotoimenpiteet paremmin, huoltotöiden tilaus olisi selkeää, nähtäisiin millaisia huoltotoimenpiteitä kukin työntekijä on tehnyt sekä koneiden huoltohistoria olisi helposti nähtävissä.

Harvia Oy:n henkilökunta vastasi asiantuntevasti opinnäytetyössä ilmenneisiin kysymyksiin ja antoivat tarvittaessa neuvoja, kuten myös opinnäytetyötä ohjaava opettaja, mutta pääasiassa opinnäytetyöntekoprosessi oli hyvin itsenäistä. Aikaisemmasta työkokemuksestani yrityksessä oli apua opinnäytetyön eri osa-alueiden tehtävissä, sillä tiesin esimerkiksi yrityksessä olevien koneiden toiminnasta ja millaiset toimintatavat yrityksessä on kunnossapitotoiminnan hoitamisessa.

Kaiken kaikkiaan olen tyytyväinen opinnäytetyössä saavutettuihin tuloksiin. Opinnäytetyössä esitetyt asiat ovat kehitysaskelaita kohti tuottavampaa kunnossapitoa. Tekemäni tiedot ovat hyödyksi yritykselle ja toimivat pohjatietoina mahdollisille kehitystoimille, kuten konekorttien ja huolto-ohjeiden laadinnassa muille tuotantokoneille sekä kunnossapitojärjestelmän mahdollisessa hankinnassa.

Lähteet

A 12.6.2008/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Viitattu 30.3.2014. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi), ajantasainen lainsäädäntö.

A 12.6.2008/403. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Viitattu 30.3.2014. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi), ajantasainen lainsäädäntö.

ALMA yrityksenä. N.d. AMLA Consulting Oy:n esittely. Viitattu 5.4.2014. <http://www.alma.fi/alma-yrityksena>

Asiakkaat. N.d. Camline-kunnossapitojärjestelmän asiakkaat, Camline Oy. Viitattu 5.4.2014. http://www.camline.fi/finnish/company/customers_fi.aspx

Desing Out Maintenance. N.d. Intelligent Maintenance Solutions. Viitattu 11.5.2014. <http://www.pcmseng.co.uk/design-out-maintenance-dm/>

Granhholm, P. 2013. SZ-valssainten sähkö- ja automaatiokunnossapitostrategian kehittäminen RCM- analyysin avulla. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Teknologiajohtamisen koulutusohjelma. Viitattu 2.4.2014. http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/60329/Granhholm_Pete.pdf?sequence=1

Harvia Oy tuotteet. N.d. Viitattu 20.4.2014. <http://harvia.fi/content/fi/17/10129/Tuotteet.html>

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2013. Tutki ja kirjoita. 15.–17. p. Helsinki: Tammi.

IBM Maximo demoversio. 2014. Viitattu 22.4.2014. <http://209.202.141.99/maximo/ui/login>

Järviö, J. Piispanen, T. Parantainen, T & Åström, T. 2011. Kunnossapito. 4. p., lisäp. Helsinki: KP-Media.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. 5. p., uud. p. Helsinki: KP-Media.

Kiiveri, J. 2014. Kunnossapito-ohjelmisto. Sähköpostiviesti 27.3.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Viesti koski Artturi kunnossapitojärjestelmää ja sen toimintaa.

Korhonen, J. 2014. Kunnossapitojärjestelmän hankinta. Sähköpostiviesti 26.3.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Camline Maint kunnossapitojärjestelmän hankintaa koskeva viesti.

Lahtinen, S. 2014. Harvia Oy:n tuotantokoneiden huolto-ohjeet. Sähköpostiviesti 31.3.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Viesti koski Harvia Oy:lle toimitettujen koneiden tietoja ja huolto-ohjeita.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. Helsinki: KP-Media.

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

Pahkala, N. 2014. MaintALMA kunnossapitojärjestelmä. Sähköpostiviesti 10.4.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Viesti koski MaintALMA kunnossapitojärjestelmän tietoja.

Plattonen, J. 2014. Kunnossapito-ohjelmiston hankinta. Sähköpostiviesti 31.3.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Viesti koski IBM Maximo -kunnossapitojärjestelmän tietoja.

Pylkkänen, P. 2014. Arrow Engineering Oy:n varapääjohtaja. Haastattelu 3.4.2014.

Pylkkänen, P. 2014. Arrow Maint - tapaaminen. Sähköpostiviesti 9.4.2014. Vastaanottaja P. Jäntti. Viesti koski Pylkkäsen haastattelussa lupaaman aineiston antamista.

Rahkonen, J. 2014 Elämäntyö vaihtaa omistajaa. Keski-suomalainen 27.3.2014, 16.

Referenssit: Metalliteollisuus. N.d. Arrow-kunnossapitojärjestelmän asiakkaita, Arrow Engineering Oy. Viitattu 5.4.2014.

<http://www.arroweng.fi/fi/toimialat/metalliteollisuus/>

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. p. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 8.3.2014.

<Http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, SFS Online.

Solteq lyhyesti. N.d. Solteq Oyj:n yritys esittely. Viitattu 6.4.2014.

<http://site.solteq.com/fin/yritys/Sivut/default.aspx>

S4-11 Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. 2011. Tukes-ohjeet Tukesin Internetsivuilla. Päivitetty 23.2.2011. Viitattu 15.5.2014. [http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-](http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/)

[ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/](http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/)

Tarkastustoiminta. 2010. Tukesin julkaisema opas. Päivitetty 15.11.2010. Viitattu 7.5.2014.

http://www.tukes.fi/Tiedostot/tarkastuslaitokset/Tarkastustoiminta_opas.pdf

Yritys. N.d. Arrow Engineering Oy yritys esittely. Viitattu 5.4.2014.

<http://www.arroweng.fi/fi/yritys/>

Yritys lyhyesti. N.d. MaxiPoint Oy yritys esittely. Viitattu 6.4.2014.

<http://www.maxipoint.fi/yritys.html>

Liitteet

Liite 1. Malli konekantaluettelosta

Konehakemisto

Ostetut koneet

Jaottelu:

2000 -> Leikkurit, levarit, mankelit

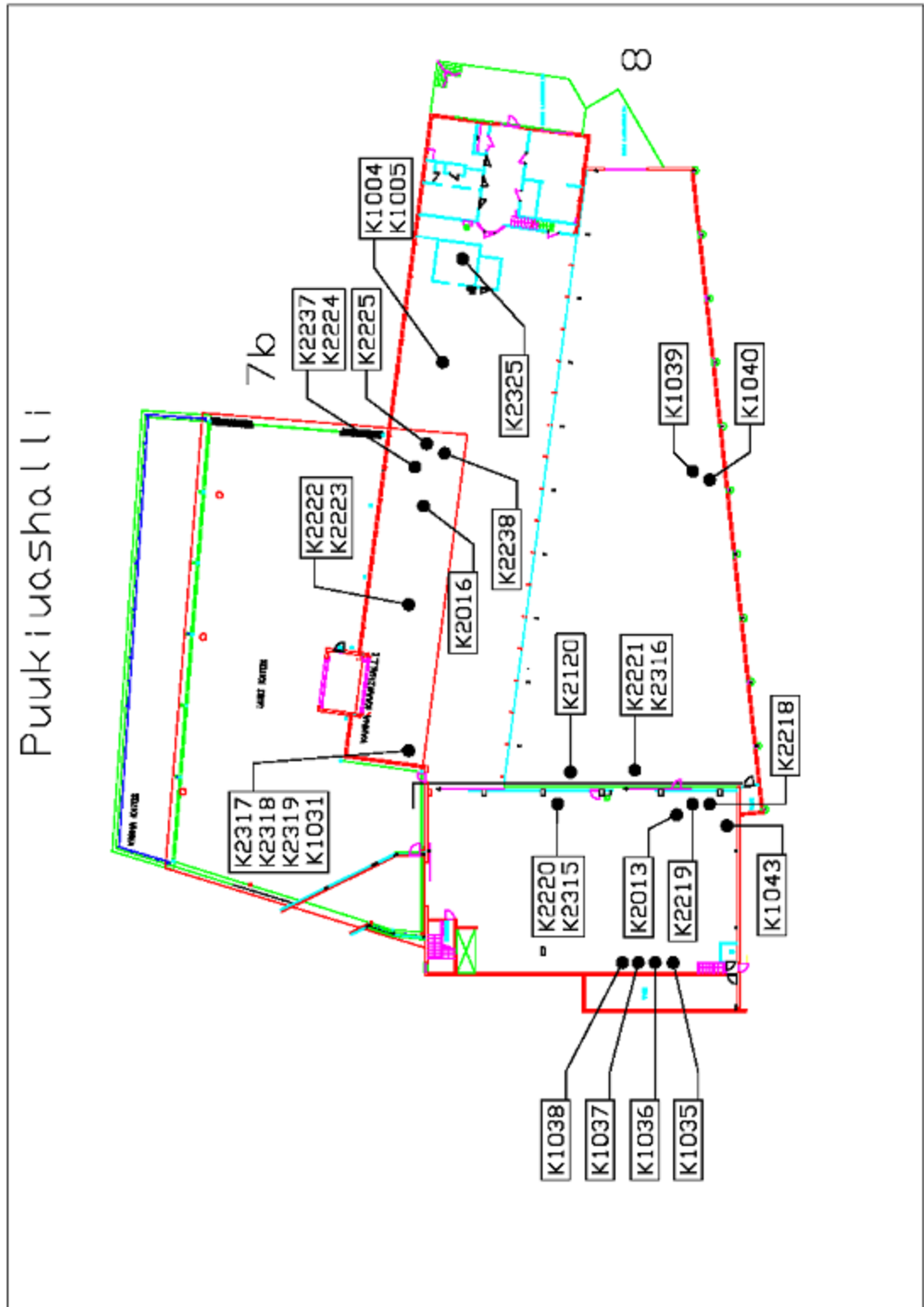
2100 -> Puristimet

2200 -> Hitsauslaitteet

2300 -> Muut

Tunnus	Nimike	Alue
K2000	Levyleikkuri LVD-HD CS 31/6	Aihiohalli
K2001	Levyleikkuri RAS 82.25	Aihiohalli
K2002	Finn-Power DC025 laserleikkuri	Aihiohalli
K2003	Finn-Power F5-25 levytyökeskus	Aihiohalli
K2004	Finn-Power TRSG SU levytyökeskus	Aihiohalli
K2005	Finn-Power LPE 5 SWTU levytyökeskus	Aihiohalli
K2006	Carif 320 BSA vannesaha	Sähkökuuashalli 1
K2007	Carif 260 BSA vannesaha	Sähkökuuashalli 1
K2008	LGF Astra leikkuri + kiskosto	2-Halli
K2009	Metabo Bas 505 G DNB vannesaha	2-Halli
K2010	Geka microcrop lattalevyleikkuri	2-Halli
K2011	MRB-E 1202 mankeli	Sähkökuuashalli 1
K2012	Luna MyOp 140C NC-mankeli	Sähkökuuashalli 2
K2013	Prinzing RME 75/153 NC-mankeli	Puukuuashalli
K2014	Durmazlar MRB-EI202 mankeli	Cilindro paikka
K2015	Akyapak AS 1250 X75 mankeli	2-Halli
K2016	M3 kiuasrunkojen taivutus/leikkauslinja	Puukuuashalli
K2017		
K2100	Syvävetopuristin DP-300	Aihiohalli
K2101	Dimeco puristin	Aihiohalli
K2102	Puristin KD-2320	Aihiohalli
K2103	Sangiaco T63RCE puristin	Aihiohalli
K2104	Barnaul KD-2130A puristin	Aihiohalli
K2105	MA.TE JL21-100 puristin	Aihiohalli
K2106	Epäkeskopuristin 160 tonnia KB 2132	Aihiohalli
K2107	Tranemo DPA-315-16 puristin	Aihiohalli
K2108	Barnaul KE 2130A epäkeskopuristin 100 tonnia	Aihiohalli
K2109		
K2110	Amada HFT 50-20 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1
K2111	Amada HFT 50-20 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1
K2112	Amada HFT 80-25 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1
K2113	LAG GBS 1250-50 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1
K2114	Guifil PE-15-30 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1
K2115	Prima-Power Ebe4 taivutusautomaati	Sähkökuuashalli 1
K2116	Guifil PE 15-35 särmäyspuristin	Sähkökuuashalli 1

Liite 2. Mallikuva pohjapiirustukseen merkityistä koneista



Liite 3. Konekorttimalli

Konekortti K2111

Laitetunnus	K2111	Sijainti	Sähkökuuashalli 1
Nimi	Amada Promecam	Mitat (L*K*S)	2800*2435*1980
Malli	HFT 50-20	Paino	4700 kg
Tyyppi	Särmäyspuristin	Liitântäteho	6 kW
Valmistaja	Amada	Sähkönjakokesk. nro	
Valm. nro	HFT 50-20 BTVO30069	Ostopvm	12.12.2003
Valm. vuosi	2003	Hank.hinta	
Toimittaja		Takuu päättyy	

Teknisiä tietoja

CD 2000 ohjauksella, 4-akselinen särmäyspuristin, SICK valoverho

Yhteystietoja

Huolto	Ama Prom Oy, puh 02-777840

Muuta

--

Liite 4. Tuhkalaatikokoneen RCM -taulukko

RCM - informaatiolomake

Konenumero K1.004
Koneen malli Tuhkalaatikokone
Sijainti Puukiuashalli
Osajärjestelmä Hydraulipuristin
Päiväys 2.4.2014

Tehdyt kappaleet per vuosi 39 000 kpl
Päivittäinen käyttöaste 1 h
Käyttöaste vuosittain, 250 työpäivää 250 h

Toiminto	Toiminnallinen vika	Laite /komponentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja, tarkennus	Arvioitu vikaväli, MITF	Vian luonne	Vian vaikutus	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan olevan ja millä suorituskyvyillä	Millä tavalla tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa kyseisen toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian?	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vikaantumiseen johtuneet syyt.	Kuinka usein vika voi tapahtua? (vuosina)	Onko vika satunnainen vai toistuva?	Mitä tapahtuu kun vikaantuminen ilmenee? Eli miten käyttäjä havaitsee turvallisuus, tilanteen ja mitä hän joutuu tämän vuoksi tekemään.	Mitä seurauksia vikaantumisilla on? Vaarantuoko turvallisuus, menetettämää rahaa jne.
1. Levy nostaa ja kuljettaa levyä pinkasta koneeseen moitteettomasti	1.1. Levyihin tarttuvat imukupit eivät tarraudu kunnolla	Imukupit	Imukupit ovat rikkoutuneet	Kuluminen		S/T	S/T	Levyä ei saada nostetuksi pinkasta, kone lakkaa toimimasta	Tuotanto keskeytyy
		Painelämäläjäjärjestelmä	Vähäinen imupaine järjestelmässä	Vuoto		S	S	Levy ei nouse pinkasta, toiminta keskeytyy	Tuotanto keskeytyy
	1.2. Levy ei nouse pinkasta	Nostimen sylinterit	Sylinterit vialliset	Vuoto, kuluminen, rikkoutuminen		S	S	Levy ei nouse pinkasta, kuljetettavaksi, toiminta joudutaan keskeyttämään	Tuotanto keskeytyy
	1.3. Levy ei kulkeudu koneeseen	Moottori	Kellän vetomoottori vioutunut	Kuluminen, kuormitus		S	S	Levyä ei voida tuoda taivutus koneeseen	Tuotannon menetykset
		Hihna	Kiilähihna ei pidä, mennyt poikki	Kuluminen		S	S	Levyä ei voida tuoda taivutus koneeseen	Tuotannon menetykset
		Runko	Runko on hieman vääntynyt	Kuormitus	Lastakoneiston runko on tehty liian heppoisesta materiaalista	S	S	Latauskoneisto ei toimi	Tuotanto keskeytyy
	1.4. Työkierto ei ala alusta	Anturit	Anturit eivät saa vaadittua lukemaa	Epäpuhtaudet		S	S	Toiminnot pysähtyvät	Tuotanto keskeytyy

Jatkoa edelliseen:

2. Puristaa tuhkalaatikon reunat	2.1. Hydraulisyylinteri ei purista tarpeeksi	Hydraulisyylinteri	Tiivisteet vuotavat	Kuluminen, epäpuhtaudet		S	Hydrauliöljyä vuotaa, koneen käyttäjä joutuu sulkemaan koneen	Tuotannon menetyk, sylinterin tiivisteiden vaihto, sekä sylinterin tarkastus
			Letkurikko	Kuluminen, ylikuormitus		S	Hydrauliöljyä vuotaa, koneen käyttäjä joutuu sulkemaan koneen	Tuotannon menetyk, vuotokohdan paikantaminen, letkujen & liittimien vaihtaminen
			Hydraulpumppu vikaantuu / vuotaa	Kuluminen, ylikuormitus		S	Hydrauliöljyä ei kierrä, kone ei toimi, keskeyttää työt	Tuotannon menetyk, hydraulimoottorin vaihto
			Hydraulisuodatin tukkeutuu	Epäpuhtaudet		S	Hydrauliöljyä ei kierrä, kone ei mikäli paljon työt epäpuhtauksia, myös öljyn vaihto ja mahdollisten epäpuhtauksien aiheuttajan etsimä	Tuotannon menetyk, suodattimen vaihto, mikäli paljon epäpuhtauksia, myös öljyn vaihto ja mahdollisten epäpuhtauksien aiheuttajan etsimä
			Koostumus muuttuu	Epäpuhtaudet / ylikuormitus (kuumeneminen)		S	Hidastuneet toiminnot, koneen sammuttaminen	Tuotannon menetyk, öljyn vaihto, suodattimen tarkastus
			Tukkeutuminen	Epäpuhtaudet		S	Hydraulijärjestelmä ei toimi täydellä teholla tai ei lainkaan	Tuotannon menetyk ja tehottomuus
	2.2. Työkappale jumittuu viimeiseen vaiheeseen, jossa muotoillaan kädensija	Levyahio ja painin	Taivutuksessa levy jumittuu koneeseen	Levyahio on asetettu aihiopinoon väärin päin	Leikkauksessa syntynyt teräväre unainen jäyste jumittuu taivuttimeen kiinni	S / T	Kone jumittuu, työkierto loppuu, työt pysähtyvät	Tuotannon menetyk
		Anturi	Anturi ei saa lukemaa	Epäpuhtaudet		T	Kone ei tee työkiertoa loppuun	Tuotannon menetyk
		Messinkijohteet	Johnteiden kuluminen aiheuttaa ongelmia	Kuluminen		S	Painin ei seuraa tarkasti sille määriteltyä liikerataa, kappesta tulee hieman erinäköinen	Laatu heikkenee
	2.3. Painimet ovat kuluneet / rikkoutuneet	Painin	Koneen käyttö	Kuluminen		S	Käyttäjät havaitsee valmiissa kappaleessa epämuodostumia, käyttäjä joutuu sulkemaan koneen	Tuotannon menetyk, paininten kunnon määritys ja korjaus

RCM - päätöksentekolomake

Suosittelava toimenpide	Ohje	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa	Arvioitu uusi vikaväli MTTF	Muutos ehdotus
Soveltuvien ja tehokkain emakkohuolto-toimenpide, jolla kyseistä vikamuodon riskiä voidaan alentaa.		Kuinka usein toimenpiden pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?	Mikä on vikaväliarvio, jos huolto tehdään?	
Seurata toimintaa käytössä, määräaikaishuollossa tarkempi tarkastelu		Osa vaihdetaan rikkoutuessa tai tarvittaessa	Kunnossapidon henkilöstö	Imukuppeja	Oltava varastossa		
Seurata toimintaa käytössä, tarkempi tarkastelu määräaikaishuollossa		Tarkempi tarkastus määräaikaishuollossa 1 v välein	Koneen käyttäjät ja kunnossapidon henkilöstö	Painelimaletku	Painelima letkua voisi varastossa olla hieman, kun on halpa osa		
Seurataan toimintaa, tarkempi tarkastelu määräaikaishuollossa		Vaihto tarvittaessa, muutoin tarkempi tarkastus määräaikaishuollossa 1 v välein	Kunnossapidon henkilöstö		Sylinteri tilataan tarvittaessa		
Määräaikaishuollossa tarkistetaan kunto		Tarkempi tarkastus määräaikaishuollossa 3 v välein	Kunnossapidon henkilöstö				
Määräaikaishuollossa tarkistetaan kunto		Tarkempi tarkastus määräaikaishuollossa 3 v välein	Kunnossapidon henkilöstö				
Seurataan tilannetta		Tarkempi tarkastus määräaikaishuollossa 1 v välein	Päivittäin seuraa koneen käyttäjä, tarkemman tarkistuksen kunnossapidon henkilöstö				Mikäli vika toistuu jatkuvasti tai aiheuttaa enemmän korjattavaa niin suunniteltava rakenteellisia muutoksia
Antureiden puhdistaminen		Anturit puhdistetaan määräaikaishuollossa 1 v välein, tarvittaessa koneen käyttäjä kuukausittain	Kunnossapidon henkilöstö, tarvittaessa koneen käyttäjät	Anturi	Tilataan tarvittaessa		

Jatkoa edelliseen:

Sylinterin toimintaa ja vuodotomuutta seurataan määräjain		Tarkempi tarkastelu 1 v välein	Koneen käyttäjä, määräaikaishuollot kunnossapidon henkilöstö	Sylinteri / tiivistesarja	Varaosien nopea saatavuus		
Tarkistetaan letkujen kunto määräjain		Tarkempi tarkastelu 1 v välein	Koneen käyttäjä, määräaikaishuollot kunnossapidon henkilöstö	Letkut	Varaosien nopea saatavuus		
Hydrauliimoottorin kuntoa seurataan määräjain		Määräaikaishuollolla 1 v välein	Kunnossapidon henkilöstö		Hydrauliimoottori tilataan tarvittaessa		
Suodattimen tarkastus ja puhdistus/vaihto määräjain		Tarkastus 1 v välein, 3v välein tarkempi tarkastus ja mahdollinen vaihto	Tarkistukset koneen käyttäjä, muutoin kunnossapidon henkilöstö	Hydrauliöljyn suodatin			
Tarkastaa öljyn laatu, määräjain vaihto, viikoittain tarkistaa hydrauliöljyn määrä		Tarkastus 1 v välein, 3v välein tarkempi tarkastus ja	Kunnossapidon henkilöstö	Hydrauliöljy			
Tarkastaa ja puhdistaa määräaikaistarkastuksissa		Tarkastus 1 v välein, 3v välein tarkempi tarkastus ja	Kunnossapidon henkilöstö	??? Tsekkaa suodattimet			
Selkeä ohje siitä, että levyahiot asetetaan oikealla tavalla koneen aihopinoon		Aina kun täytetään aihopino	Koneen käyttäjä		Kädensijan leikkausjäryste tulee olla levyahiota pinnottaessa alaspäin		
Säännöllinen puhdistus		Kuukausittain	Koneen käyttäjä				
Tarkistetaan johteiden kunto määräjain		Määräaikaishuollolla 1 v välein	Kunnossapidon työntekijä		Uusi osa tilataan tarvittaessa		
Seurata paininten kuntoa		Tarkempi tarkastelu 1 v välein	Kunnossapidon työntekijä				

Liite 5. Tuhkalaatikkokoneen huoltosuunnitelma koneen käyttäjille

Tuhkalaatikkokone

Huolto-ohjeet koneen käyttäjille

1. Päivittäin

Ennen työskentelyä koneella tarkista seuraavat asiat:

- Hydrauliojyn määrä koneen takaosasta (kuva liitteenä).
- Yleiskatsaus koneen rakenteeseen ja järjestelmiin, mikäli havaitset poikkeuksia, ilmoita tästä kunnossapidolle.
 - Kiinnitä huomiota etenkin levynlastauskelkan rakenteeseen.
- Aihiolevyjä pinotessasi, kiinnitä huomiota, että kahvaosan leikkausjäyste tulee alaspäin. Tällöin vältetään koneen jumittumiselta taivutusvaiheessa (kuva liitteenä).

2. Kuukausittain

Ennen huoltotoimenpiteitä, varmista että koneen päävirtakytkin on kytketty pois päältä.

- Avaa koneen etuosan turvaverkko, putsaa vasemmalla puolella oleva anturi varovasti puhdista liinalla sekä poista alapuolella oleva metallihile (kuva liitteenä).
 - Tarkista lopuksi, että koneeseen ei ole jäänyt huollossa käytettyjä työkaluja.
- Tarkista imukuppien kunto.

3. Muuta huomioitavaa

- Seuraa koneen toimintaa, mikäli havaitset tai kuulet epänormaalia toimintaa, ilmoita asiasta kunnossapidolle.
- Pidä koneen ympäristö siistinä.

Hydrauliöljyn määrän ilmaisin:

Levyaihion leikkausjäyste alaspäin:

Koneen etupuolella olevan anturin putsaus sekä metallihileen puhdistaminen:

Liite 6. Tuhkalaatikkokoneen huoltosuunnitelma kunnossapidon henkilöstölle

Tuhkalaatikkokone

Huolto-ohjeet kunnossapidon henkilöstölle

1. Määräaikaishuolto vuoden välein

- Varmista, että koneen päävirta on kytketty pois päältä.
 - Lukitse päävirtakatkaisin 0-asentoon.
- Varmista, että paineilmajärjestelmä on paineeton.
- Kiinnitä tarkastuksia tehdessäsi myös koneen rakenteiden mahdollisiin epäkohtiin.

Hydraulijärjestelmä

- Tarkasta hydraulikkajärjestelmän sylinterit sekä letkut mahdollisten vuotojen varalta.
- Tarkista ja puhdista hydraulijärjestelmän suodatin.
- Tarkista hydraulijärjestelmän huohotin, puhdista tarvittaessa.
- Tarkista hydrauliohjain määrä.
- Puhdista hydraulipumpun moottorin jäähdytinrivat.

(Kuvia sijainneista liitteenä)

Paineilmajärjestelmä

- Tarkasta paineletkujen kunto.
- Tarkasta imukuppien kunto.
- Tyhjennä paineilmajärjestelmän vedenerotinsäiliö.

Muuta

- Avaa koneen etuosan turvaverkko, puhdista sisältä vasemmalla puolella oleva anturi varovasti puhtaalla kuivalla liinalla ja poista anturin alapuolella oleva metallihile.
- Puhdista painimet ja tarkasta näiden kunto.
- Puhdista johteet, tarkasta näiden välykset.
- Laita rasvaa levyaihiokelkan rasvanippoihin, 4 kpl (kuva liitteenä).
 - Mikäli nippoja puuttuu, laita tilanne uudet nipat.
 - Poista ulostyöntynyt rasva.
- Siisti koneen ympäristö.

- Pyyhi valoverhot pehmeällä kuivalla liinalla.
- Tarkista lopuksi, ettei koneeseen jäänyt huollossa käytettyjä työkaluja.
- Kytke paineilmajärjestelmään paine.
- Laita koneeseen virrat päälle.
- Kokeile koneen toimintaa, jotta huollon jälkeen kone toimisi moitteetta.
- Testaa hätäseis -painikkeen toimivuus.

(Kuvia sijainneista liitteenä)

2. Määräaikaishuolto 3 vuoden välein

- Varmista, että koneen päävirta on kytketty pois päältä.
 - Lukitse päävirtakatkaisin 0-asentoon.
- Varmista myös, että paineilmajärjestelmä on paineeton.
- Kiinnitä tarkastuksia tehdessäsi myös koneen rakenteiden mahdollisiin epäkohtiin.

Hydraulijärjestelmä

- Tarkasta hydraulikkajärjestelmän sylinterit sekä letkut mahdollisten vuotojen varalta.
- Tarkasta hydraulioöljyn laatu.
 - Mikäli laatu on huonoa, vaihda öljy.
- Tarkasta ja puhdista hydraulioöljyn suodatin.
 - Öljynvaihdon yhteydessä myös suodattimen vaihto.
- Tarkasta ja puhdista hydraulijärjestelmän huohotin.
 - Öljynvaihdon yhteydessä myös huohottimen vaihto.
- Puhdista hydraulipumpun moottorin jäähdytinrivat.

Paineilmajärjestelmä

- Tarkasta paineletkuston kunto.
- Tarkasta imukuppien kunto.
- Tyhjennä paineilmajärjestelmän vedenerotinsäiliö.

Muuta

- Avaa koneen etuosan turvaverkko, puhdista sisältä vasemmalla puolella oleva anturi varovasti puhtaalla kuivalla liinalla ja poista anturin alapuolella oleva metallihile.
- Puhdista painimet ja tarkasta näiden kunto.
- Puhdista johteet, tarkasta näiden välykset.
- Tarkasta levynlastausjärjestelmä.

- Kuljettimen kunto.
- Kelkan vetohihnan kunto.
- Yleinen rakenteen kunto.
- Laita rasvaa levyaihiokelkan rasvanippoihin, 4 kpl (kuva liitteenä).
 - Mikäli nippoja puuttuu, laita tilanne uudet nipat.
 - Poista ulostyöntynyt rasva.
- Siisti koneen ympäristö.
- Pyyhi valoverhot pehmeällä kuivalla liinalla.
- Tarkista lopuksi, ettei koneeseen jäänyt huollossa käytettyjä työkaluja.
- Kytke paineilmajärjestelmään paine.
- Laita koneeseen virrat päälle.
- Kokeile koneen toimintaa, tarkasta kone mahdollisten vuotojen varalta.
- Testaa hätäseis-painikkeen toimivuus.

3. Muuta huomioitavaa

Mikäli havaitset koneen kunnossa poikkeuksia, ilmoita asiasta työnjohdolle. Jos koneessa ilmaantuu vika ennen määräaikaishuoltoa, on tapauskohtaisesti määriteltävä mitä huoltotoimenpiteitä tehdään korjauksen yhteydessä sekä miettiä voidaanko kyseinen vika ehkäistä ennakkohuoltotoimenpiteillä.

Hydrauliikan suodatin, huohotin ja määränilmaisin:

Koneen etuosassa olevan anturin puhdistus ja metallihileen puhdistus:

Levyaihiokelkan rasvausnipat, toisella puolella telinettä on myös kaksi nippaa:

Liite 7. Kunnossapitojärjestelmien yhteenveto

	Arrow Maint	Camline Maint	Artturi	MaintALMA	IBM Maximo
Käyttäjämäärä					
Hankintahinta					
Sisältykö hankintahintaan ohjelmiston käyttöönotto					
Koulutuspäivien hinnat					
Vuosittainen lisenssimaksu					
Web liittymä					
Tukipalvelut					
Onko ohjelmiston esittely yrityksessä mahdollista					
Muuta					