

Käyttäjäkunnossapidon kehitys

Hydroline Oy

Sami Kinnunen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sami Kinnunen	
Työn nimi Käyttäjäkunnossapidon kehitys	
Päiväys	6.6.2013
Sivumäärä/Liitteet	42/8
Ohjaaja(t) lehtori Ari Vuoti	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hydroline Oy	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli lastuavien työstökoneiden käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto Hydroline Oy:n tuotannossa. Tarkoitus oli saada koneiden operaattorit ottamaan enemmän vastuuta käyttämiensä koneiden kunnosta sekä suorittamaan tarkastus- ja huoltotehtäviä. Käyttäjäkunnossapidolla pyritään lisäämään koneiden käytettävyyttä ja vähentämään vikaantumisesta aiheutuvia seisokkeja.</p> <p>Yrityksen mittavan konekannan vuoksi työ rajattiin kahteen tuotantosoluun, jolloin käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto koski yhdeksää työstökoneita. Näille koneille määritettiin tarkastus- ja huoltotoimenpiteet, joita operaattorit suorittavat päivittäin, viikottain ja kuukausittain. Jokaiselle koneelle laadittiin huoltokortti, johon operaattorit kuittaavat tehdyt toimenpiteet. Tämä lisäsi huolto-ohjelman visuaalisuutta sekä helpotti toimenpiteiden toteutuksen seuranta. Huoltokortin tueksi laadittiin kuvitetut työohjeet, jotka kattavat kaikki tarkastettavat ja huollettavat kohteet. Tällä toimenpiteet saatiin standardoitua ja varmistettiin toimenpiteiden oikea suoritus.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena yrityksen kahden solun tuotantohenkilöstö sai käyttöönsä koneiden tarkastus- ja huolto-ohjelman sekä työohjeet toimenpiteiden suorittamiseksi. Työn oli tarkoitus toimia pilottihankkeena, ja sen pohjalta käyttäjäkunnossapito on helposti laajennettavissa koskemaan yrityksen koko tuotantolaitteistoa. Pilottihankkeen lisäksi kartoitettiin yrityksen kunnossapidon nykytilaa ja pohdittiin kunnossapidon kehityskohteita.</p>	
Avainsanat kunnossapito, huolto, TPM, 5S	
julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology			
Author(s) Sami Kinnunen			
Title of Thesis Development of Operator Driven Maintenance at Hydroline Oy			
Date	June 6, 2013	Pages/Appendices	42/8
Supervisor(s) Mr. Ari Vuoti, Lecturer			
Client Organisation/Partners Hydroline Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this Bachelor’s thesis was to increase reliability of production equipment at Hydroline Oy. The main task was to create a maintenance plan, a schedule and instructions for machine operators. The purpose of the maintenance plan was to make the machine operators take more responsibility for the condition of machinery and do inspection and maintenance tasks. Because of the company’s large amount of production machinery the thesis was limited to two production cells and thus the thesis covered nine machines. It worked as a pilot project, whose purpose was to expand to cover all production machinery in future.</p> <p>The project was started by studying the structure of the machines, operation instructions and service manuals. The maintenance plans and instructions for every machine were created based on service manuals, experience of the production personnel and literature discussing maintenance. After creating the maintenance plans and instructions, machine operators were trained to work according to the new operation model.</p> <p>As a result of this Bachelor’s thesis, the operator driven maintenance plan was successfully implemented in two production cells. In future the maintenance plan will work as an example when the operation model will be expanded to cover all the machines in production.</p>			
<p>Keywords maintenance, service, TPM, 5S public</p>			

Esipuhe

Opinnäytetyö on tehty Kuopiossa keväällä 2013. Työssä perehdyttiin konepajan tuotantolaitteiston kunnossapitoon ja laadittiin käyttäjäkunnossapidon huolto-ohjelma Hydroline Oy:lle.

Opinnäytetyön ohjauksesta haluan kiittää Hydrolinen tuotannon kehityspäällikkö Burak Kirmania sekä Savonia-ammattikorkeakoulun lehtori Ari Vuotia. Erityiskiitos kuuluu Hydrolinen tuotantoinsinööri Harri Pääkköselle, jonka ammattitaito ja koneiden tuntemus vaikuttivat suuresti työn lopputulokseen.

Kiitän myös Hydrolinen koko tuotantohenkilöstöä ja Fastemsin huoltohenkilöstöä yhteistyöstä ja ohjeista sekä perhettäni kannustuksesta koko opinnäytetyön ajalta.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	HYDROLINE OY	9
3	KUNNOSSAPITO	10
3.1	Kunnossapito ja sen tarve	10
3.2	Kunnossapidon käsitteet ja terminologia	11
4	EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO	13
4.1	Kunnonvalvonta	14
4.2	Kunnonvalvonnan suunnittelu	15
4.3	Kunnonvalvonnan taso	15
5	KUNNOSSAPIDON TOIMINTAMALLIT	17
5.1	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito TPM	17
5.1.1	TPM-prosessin vaiheet	19
5.1.2	Käyttäjäkunnossapito	21
5.1.3	Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen	22
5.2	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito RCM	23
5.2.1	RCM-prosessi	24
5.2.2	RCM-menetelmän työtehtävien suunnittelu	25
5.2.3	SRCM eli kevennetty RCM	26
5.3	Tuotanto-omaisuuden hallinta	27
5.4	Tuotanto-omaisuuden hoitaminen	29
6	KÄYTTÄJÄKUNNOSSAPITO HYDROLINE OY:SSÄ	31
6.1	Laitteet	31
6.2	Nykytilakartoitus	32
6.3	Huolto-ohjelmien laadinta	32
6.4	Huolto-ohjelman jalkauttaminen tuotantoon	35
7	JATKOTOIMENPITEET JA POHDINTA	37
7.1	Henkilöstö	37
7.2	Operaattoreiden sitouttaminen huolto-ohjelmien käyttöön	37
7.3	Huolto-ohjelmien laajennus muihin tuotantolaitteisiin	38
7.4	Koneiden kunnostus	39
7.5	Huolto-ohjelmien siirto sähköiseen järjestelmään	39
7.6	Kunnonvalvonnan kehittäminen, huoltovälien tarkastaminen	40
8	YHTEENVETO	41

LÄHTEET	42
---------------	----

LIITTEET

Liite 1. Käyttäjäkunnossapidon huoltokortti

Liite 2. Työohjeet koneen käyttäjälle

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on käyttäjäkunnossapito-ohjelman laadinta Hydroline Oy:lle. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto on rajattu koskemaan vain osaa yrityksen työstökoneista. Työssä laaditaan käyttäjäkunnossapidon toimenpidelistat ja huolto-ohjeistukset yhdeksälle lastuavalle työstökoneelle. Tarkoitus on, että työn tuloksia voitaisiin hyödyntää jatkossa ja niiden pohjalta käyttäjäkunnossapito voitaisiin laajentaa koskemaan yrityksen koko tuotantolaitteistoa. Lisäksi pohditaan, kuinka yrityksen kunnossapitoa voitaisiin kehittää edelleen.

Tarve käyttäjäkunnossapidon käyttöönottoon tuli yritykseltä. Yritys on laajentanut toimintaansa mittavasti viime vuosien aikana ja tuotantomäärien nousun myötä kasvanut konekanta vaatii entistä enemmän resursseja myös kunnossapitoon. Yrityksen tavoite vähentää koneiden vikaantumisesta johtuvaa korjaavaa kunnossapitoa ja lisätä suunniteltua ennakoivaa kunnossapitoa loivat tarpeen käyttäjäkunnossapidon käyttöönotolle.

Kunnossapito on yksi tärkeimmistä, ellei jopa tärkein tuotantoa tukeva toimi. Toimivalla kunnossapidolla varmistetaan mm. tuotantolaitteiston korkea käyttöaste, koneista johtuvien laatupoikkeamien minimointi sekä pyritään estämään odottamattomat vikaantumisista johtuvat seisokit, joilla on suuri merkitys yrityksen menestymiseen nykypäivän kiristyvillä markkinoilla.

2 HYDROLINE OY

Hydroline Oy on hydraulisynterien suunnitteluun ja valmistamiseen erikoistunut yritys. Hydroline on Suomen johtava hydraulisynterivalmistaja, ja yrityksen valmistamia tuotteita löytyykin useiden kansainvälisesti tunnettujen yritysten laitteista. (Hydroline Oy 2013.)

Hydrolinen juuret johtavat kuusikymmentäluvun alkuun, jolloin Helge Laakkonen perusti metallisorvaamo H. Laakkosen vuonna 1962. Yrityksen toimitilat sijaitsivat omakotitalon kellarissa ja Helge Laakkonen oli yrityksen ainoa työntekijä. Yrityksen nimi ja rakenne muuttui vuonna 1994 Hydroline Oy:ksi. (Hydroline Oy 2013.)

Viiden vuosikymmenen aikana Hydroline on kasvanut yhden miehen yrityksestä lähes kaksisataa henkilöä työllistäväksi suuryritykseksi, joka tuottaa vuosittain 130 000 laadukasta hydraulisynteriä räätälöitynä asiakkaiden vaativiin tarkoituksiin. (Hydroline Oy 2013.)

Hydrolinen toimitilat sijaitsevat Vuorelassa hyvien liikenneyhteyksien varrella. Yritys on laajentanut tilojaan useaan otteeseen vuosien varrella ja tuotantotilaa onkin viimeisen, vuoden 2009 laajennuksen jälkeen yli 12 000 m². (Hydroline Oy 2013.)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapitoa on harjoitettu yhtä kauan kuin koneita on käytetty. Alussa kunnossapito oli vain vikaantuneiden laitteiden saattamista takaisin toimintakuntoon. Tehokkuuden ja luotettavuuden korostuessa kunnossapito on kehittynyt ja luopunut tavasta olla vain pelkkä korjaava toimi.

3.1 Kunnossapito ja sen tarve

Yhteiskunnan kehityksen myötä on syntynyt erilaisia hyödykkeitä tuottavia prosesseja ja laitoksia. Prosessit ja niiden tarvitsemat tuotantolaitteistot muuttuvat jatkuvasti. Tämä muutos tapahtuu aina huonompaan suuntaan: tuotanto-omaisuus kuluu ja rikkoontuu. Tuotanto-omaisuuden oikealla hoitamisella pyritään pitämään koneiden ja laitteiden kunto sovitulla tasolla, japanilaisen TPM-opin mukaan jopa uuden veroisena. (Järviö & Lehtiö 2012, 17-21.)

Kunnossapidolla pyritään pitämään laitteet käyttökunnossa. Kunnossapitoon kuuluu toki myös rikkoontuneiden laitteiden korjaukset, mutta korjaaminen ei ole missään nimessä kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole erillinen kustannustekijä vaan tärkeä tuotannon tekijä, jonka avulla pystytään varmistamaan yrityksen kilpailukyky. (Mikkonen ym. 2009, 25.)

Perinteisen ajattelutavan mukaan kunnossapito mielletään kunnossapitohenkilöstön työksi. Tämä on johtanut tilanteisiin, joissa tuotantohenkilöstö vieroksuu kunnossapitotehtäviä tai pahimmassa tapauksessa kieltäytyy tekemästä niitä. Näin ei kuitenkaan tulisi olla, vaan laitteen toimintakunnon hoitaminen on jokaisen sellaisen henkilön vastuulla, joka on kyseisen omaisuuden kanssa tekemisissä. Jokainen osallistuu toimintakunnon hoitoon omalla tavallaan. Kunnossapitohenkilöstö vastaa vaativista toimenpiteistä ja käyttöhenkilöstö vastaa tuotanto-omaisuuden asianmukaisesta käytöstä sekä koneiden toimintakunnon valvomisesta. (Järviö & Lehtiö 2012, 17.)

Toiminnan tehostuminen ja uudet kunnossapitotekniikat muuttavat kunnossapidon kustannuksia. Laitteiden valmistajat ottavat kunnossapidettävyyden huomioon jo laitetta suunnitellessaan. Kunnossapidon kustannuksia nostavat lisääntyneet tuotantomäärät ja prosessien monimutkaistuminen. Niinpä onkin ennustettu, että kunnossapitokustannukset nousevat tulevaisuudessa entisestään.

Yrityksen kilpailukyvyn kannalta tärkeintä on, että valmiin tuotteen kunnossapidon kustannukset olisivat mahdollisimman alhaiset. Eli kun kokonaiskustannukset nousevat, on samoilla resursseilla saatava aikaan enemmän. Resurssit on sijoitettava sinne, missä niistä saadaan paras tuotto; tuottamattomiin kohteisiin ei kannatta sijoittaa kunnossapidon resursseja. (Järviö & Lehtiö 2012, 25.)

3.2 Kunnossapidon käsitteet ja terminologia

Kunnossapito sisältää monia eri termejä ja käsitteitä. Alan terminologian yhtenäistämiseksi ja sekaannusten välttämiseksi terminologiaa on käsitelty useassa standardissa. Alla on esitetty kunnossapitoon läheisesti liittyvät käsitteet ja määritelmät suomalaisen PSK 6201 -standardin mukaan.

Kunnossapito

“Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

Kunnossapitosuunnitelma

“Koneen tai laitteen suunnitellun kunnossapidon ja häiriökorjausten suunnitelma, joka tehdään laitteen hankinnan yhteydessä ja jota päivitetään tarvittaessa. Kunnossapitosuunnitelma sisältää kunnonvalvontaa vaativat koneet ja laitteet sekä määrittelee valvontakohteet ja menettelytavat. Suunnitelma sisältää huolto-ohjeet, varaosasuositukset, huoltojaksot ja -kriteerit. Se selvittää huoltokohteet ja niiden luokse päästävyden sekä sen, mitkä ovat noudatettavat viranomaisvaatimukset.”

Parannus

“Toimenpide, jonka tarkoituksena on parantaa kohteen turvallisuutta, luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintaa.”

Käynnissäpito

“Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seuranta.”

Käytettävyys

“Käytettävyys on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee tarvittaessa suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla.”

Käyttövarmuus

“Käyttövarmuus on kyky toimia vaadittaessa vaaditulla tavalla. Tämä tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla.”

Kunnossapidettävyys

“Kohteen kyky olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja.”

Huollettavuus

“Suunniteltu ominaisuus, joka mittaa huoltotoimenpiteiden suorittamisen helppoutta. Tällaisia ovat esim. pysäytystarve, huoltokohteiden sijainti, rakenteiden tai suojalaitteiden poistotarve, puhtaanapidettävyyden helppous, osavalikoiman suuruus, osien ja materiaalien yleinen saatavuus, huoltotoimenpiteiden turvallisuus ja niiden ajallinen kesto.”

Seisokki

“Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa käytön tai kunnossapidon toimenpiteen vuoksi.”

Häiriötoipumisaika

“Toimintakelpoisuuden palauttamiseen kuluva aika sisältäen vian havaitsemisen jälkeen teknisiin ja logistisiin viiveisiin, korjaustoimenpiteeseen ja ylösajoon kuluneen ajan.” (PSK 6201 -standardisointi 2011, 7-10.)

4 EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO

“Yrityksen tavoitteena on oltava vikaantumisen estäminen, eikä vikojen tehokas korjaaminen” (Gifford Brownmord, Ford Motor Co.).

Koneen luotettavan toiminnan kannalta erilaiset toimintahäiriöt ja vikaantumiset ovat ei-toivottuja tiloja. Koneen tulisi pystyä suorittamaan sille määritetty toiminto suunnitellulla tavalla. Pääsääntöisesti ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua, säännöllistä toimintaa, jota tehdään koneen käydessä tai erilaisten seisokkien yhteydessä.

Standardeissa ehkäisevän kunnossapidon toiminta määritetään seuraavasti: ”Ehkäisevän kunnossapidon keinoin toteutettuna määrätyn välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä” (SFS-EN13306 Standardisointi 2010) ja ”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen” (PSK 6201 Standardisointi 2011, 22.).

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään useita säännöllisesti tehtäviä toimenpiteitä. Ehkäisevän kunnossapidon kannalta olennaisimmat toimenpiteet ovat seuraavat:

- vikaantumisen aiheuttavien syiden havainnointi
- koneen toimintakunnon ylläpito
- toimintaympäristön siisteydestä huolehtiminen
- Vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen.

Suuren osan edellä mainituista toimenpiteistä suorittavat pääsääntöisesti koneiden operaattorit, jotka ovat eniten koneen äärellä ja tuntevat sen normaalin tai siitä poikkeavan toiminnan ja pystyvät näin ollen havaitsemaan koneen toiminnan muutokset.

Ehkäisevän kunnossapidon avulla voidaan määrittää koneiden luotettavuustaso. Täysin varmaan toimintaan pyrkiminen ei normaalissa teollisuudessa ole taloudellisesti kannattavaa, joten tavoiteltu kannattavuustaso asetetaan halutulle tasolle. Taso määritettäessä on otettava huomioon myös koneen vikaantumisesta johtuvat seuraukset, kuten turvallisuuteen tai ympäristöön vaikuttavat seikat. Lainsäädännön mukaan prosessin turvallisuuteen tai ympäristöön liittyvät riskit on hallittava.

Toimiva ehkäisevä kunnossapito mahdollistaa kunnossapidon etukäteen suunnittelun ja aikatauluttamisen. Kunnossapidossa tulisi pyrkiä tilanteeseen, jossa noin 80 % kunnossapidon työkuormasta on tiedossa noin kolme viikkoa etukäteen. Tämä mahdollistaa varaosien tilaukset ja komponenttien hankinnan, jolloin huolto- ja korjaustoimista aiheutuva seikokki saadaan mahdollisimman lyhyeksi ja aikataulutettua siten, että se haittaa tuotantoa mahdollisimman vähän. Jos taas kunnossapidon toiminta on reagoivaa suunnitelmallisuuden sijaan ja koneita käytetään vikaantumisesta johtuvaan konerikkoon saakka, on koneen toimintakunnon palauttaminen huomattavasti hitampaa ja usein myös kalliimpaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 95 – 105.)

4.1 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta on osa kunnossapitoa, jossa erilaisten tarkastuksien, teknisten mitausmenetelmien ja analyysien avulla määritellään koneen tai laitteen kunto sen käynnin aikana. Tavoitteena on myös pystyä määrittelemään jäljellä olevan luotettava käyttöaika. Kunnonvalvonnan avulla pyritään saamaan ennakoivaa tietoa alkavasta vikaantumisesta, jotta vältetään odottamattomasta laiterikosta johtuvat seisokit. Tarvittavat korjaukset pystytään mahdollisesti aikatauluttamaan esimerkiksi suunniteltuihin seisokkeihin. Kunnonvalvontaa voidaan tehdä määräväleihin tai se voi olla jatkuvaa.



kuvio 1. Kunnonvalvonnan liitynnät muihin toimintoihin (Opetushallitus 2013.)

Kuten kuviossa yksi on esitetty, kunnonvalvonta liittyy monella tavalla yrityksen muihin toimintoihin. Kunnonvalvonta on kunnossapidon osa-alue, ja se tuottaa tehdaslai-

toksen investointien, käytön ja kunnossapidon kannalta oleellisia tietoja. Lisäksi kunnonvalvonnan avulla voidaan vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen. (Opetushallitus 2013.)

4.2 Kunnonvalvonnan suunnittelu

Koneiden ja laitteiden vikaantuvat komponentit sekä niiden todennäköiset vikaantumismekanismit määrittävät käytettävät kunnonvalvontatekniikat ja valvottavat suureet. Oletettavat vikaantumisvälit määrittävät millä aikataululla valvonta toteutetaan.

Kokonaisvaltainen kunnonvalvonta vaatii, että koneiden ja laitteiden kuntoa valvotaan useilla eri tekniikoilla. Yleisimpiä konepajan laitteiden kunnonvalvontatekniikoita ovat värähtely- ja lämpötilämittaukset, öljyanalyytit sekä aistien varaiset tarkastukset.

Käytettävät menetelmät valitaan koskemaan tiettyä konetta tai konejoukkoa. Tapauskohtaisesti valitaan ne käytössä olevat menetelmät, joiden käyttö on teknisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa. (Mikkonen ym. 2009, 162.)

PSK 5705 standardin mukaan kunnonvalvonnan suunnittelu tulisi noudattaa alla olevaa kaavaa:

- Määritetään koneiden kriittisyys ja kunnonvalvonnan tarve
- Selvitetään konekohtaisesti soveltuvat valvontamenetelmät
- Selvitetään menetelmien tekninen toteutettavuus
- Valitaan valvonnan piiriin ne koneet, joille valvonnan toteuttaminen on teknisesti kannattavaa
- Laaditaan kunnonvalvontasuunnitelma jossa määritellään:
 - Käytettävät valvontatekniikat ja menetelmät sekä menetelmäkohtaiset raja-arvot
 - Mittausvälit
 - Käytettävät mittausjärjestelmät
 - Kunnonvalvonnan käytännön järjestelyt
 - Dokumentoinnin, raportoinnin ja seurannan

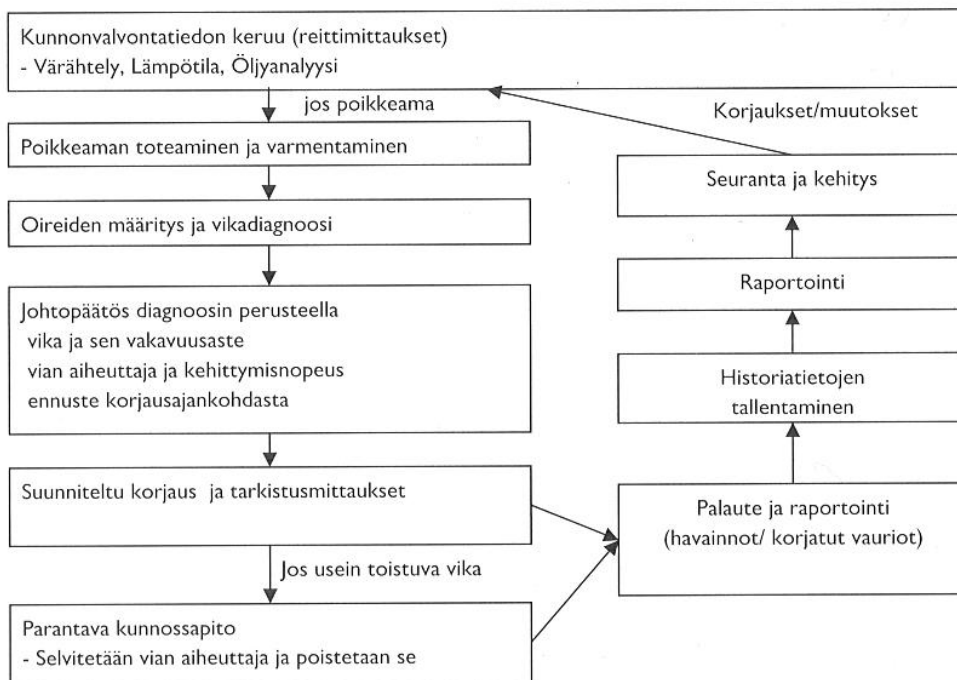
(PSK 5705 Standardointi 2006, 2.)

4.3 Kunnonvalvonnan taso

Jokaisen koneen kunnonvalvonnan taso määritetään erikseen. Tasoja määritettäessä selvitetään, voidaanko valvonta toteuttaa yksinkertaisilla tarkastuksilla ja mittauksilla vai vaatiiko kone tarkempaa valvontaa.

Tarkastus- ja mittaustuloksista on aina saatava luotettava reaaliaikainen tieto koneen senhetkisestä kunnosta ja kunnan muutosta on pystyttävä ennakoimaan riittävän tarkasti. Yksinkertaisilla tarkastuksilla ja mittauksilla pyritään karsimaan tarkemmasta valvonnasta ne koneet, joissa ei ole vikaa. Muut koneet analysoidaan tarkasti. (Mikkonen ym 2009, 163)

Uhraamalla mittaustoimintaan resursseja voidaan aikaan saada huomattavan suuri säästö tuotantolaitoksen eri osa-alueilta. Oikealla tavalla suoritettuna kunnonvalvonnan avulla voidaan mm. vähentää odottamattomia seisokkeja, välttää turhia koneiden avaamisia, pienentää varaosavaraa sekä lyhentää välttämättömiä, suunniteltuja seisokkeja.



kuvio 2. Kunnonvalvonnan prosessin esimerkki (Mikkonen ym. 2009, 176.)

Aiemmin kunnonvalvontaa suoritettiin pääasiassa aistihavaintojen avulla, mm. kuuntelemalla laakereita puukepin avulla, kokeilemalla koneenosien lämpöä ja tunnus- telemalla koneen tärinää. Koneiden kuntoa voitiin arvioida myös seuraamalla lopputuotteen laatua. Näitä menetelmiä ei pidä aliarvioida nykyisinkään, mutta niitä korvaamaan ja täydentämään on ryhdytty käyttämään yhä enemmän erilaisia mittausmenetelmiä. (Opetushallitus 2013.)

5 KUNNOSSAPIDON TOIMINTAMALLIT

Kunnossapitotoimintaan on viime vuosikymmeninä kehitetty useita erilaisia toimintamalleja, joiden avulla toimintaa pyritään kuvaamaan. Useiden toimintamallien taustalta voi löytää tarpeen erottua toisista ja usein uudet, loistokkaasti esitellyt mallit eivät oikeastaan sisällä mitään uutta. Toisaalta sisällöltään hieman erilaisille toimintamalleille on perusteltu tarve, koska eri teollisuuden aloilla on toimintamallien sisällöllä erilainen painoarvo mm. tuotannon luonteen, laitekannan tai tuotteen arvon mukaan.

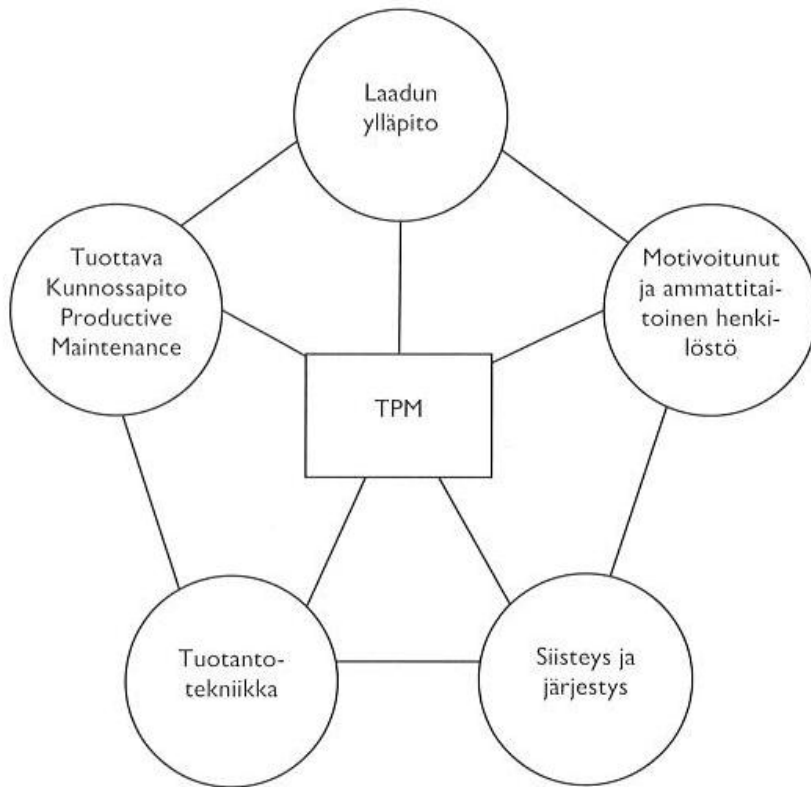
Alla on esitetty neljä merkittävää, toisistaan poikkeavaa toimintamallia, jotka ovat vakiinnuttaneet asemansa konepajateollisuuden kunnossapidon kehyksinä. On kuitenkin huomattava, ettei yhtä toimintamallia tarvitse valita kattamaan koko yrityksen kunnossapitoa, vaan erilaiset toiminta- ja ajattelumallit oikein käytettynä täydentävät toisiaan. (Mikkonen ym. 2009, 169.)

5.1 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito TPM

TPM-lyhenne tunnetaan maailmanlaajuisesti ja se tarkoittaa samaa asiaa kielialueesta riippumatta. TPM-ajattelumalli on peräisin ajatuksesta, jossa koneiden luotettavuus heikkenee, koska toimintaolosuhteet muuttuvat koko ajan huonommiksi. Tästä syystä luotettavuuden ylläpito tai nostaminen vaatii näiden olosuhteiden parantamista.

TPM pyrkii kokonaisvaltaisuuteen tehokkuuden, kattavuuden ja osallistumisen alueilla. Tämä tarkoittaa, että pyritään taloudellisesti tehokkaaseen toimintaan kunnossapitotarvetta pienentämällä, helpottamalla korjaustoimia rakenteita muuttamalla sekä toimivalla ehkäisevällä kunnossapidolla. Näihin toimiin tulee osallistua yrityksen koko henkilöstö asemasta riippumatta.

TPM-prosessin ideana on pitää tuotannon kannalta merkittävät koneet ja laitteet optimikunnossa ja suorituskyky maksimoituna. Tämä on mahdollista, kun koneiden ja laitteiden käyttäjät osallistuvat kunnossapidon toteuttamiseen. TPM pyrkiikin motivoimaan käyttäjää huolehtimaan koneestaan ja rakentamaan yhteistyötä yrityksen muiden osastojen kanssa. (Järviö & Lehtiö 2012, 114, 143 - 144.)



kuvio 3. TPM:n osatekijät (Mikkonen ym. 2009, 80)

Kuvio 3 havainnollistaa TPM:n luojana pidetyn Seiici Nakajiman määrittämät TPM:n viisi peruspilaria:

- lisätään koneiden tehokkuutta suunnittelun avulla
- parannetaan olemassa olevaa suunnitellun ja kuntoon perustuvan kunnossapidon tasoa
- määritetään käyttäjien tekemät huolto- ja puhdistustyöt
- lisätään kunnossapidon ja käyttäjien taitoja ja motivaatiota
- aloitetaan ehkäisevät kunnossapitotoimet ja suunnittelun sekä hankintojen kehittäminen

5.1.1 TPM-prosessin vaiheet

TPM on alun perin kehitetty Japanissa, ja siitä on muovautunut erilaisia versioita sekä toimintatapoja. Tässä kuvatut vaiheet ovat yksi versio TPM:n käyttöönoton vaiheistuksesta ja versio sopii paremmin pohjoismaiseen yritys- ja johtamiskulttuuriin. Ero on käynnistysvaiheessa, joka tehdään japanilaisessa versiossa perusteellisemmin kuin alla olevassa vaiheistuksessa. Eurooppalaisessa TPM-mallissa tunnistetaan aluksi suurimmat kunnossapidon ongelmat ja aloitetaan niistä.

Vaiheistus koostuu neljästä vaiheesta: suunnittelu-, mittaus-, kunnostus- ja huippukuntovaihe. Nämä vaiheet voidaan toteuttaa kuukausien aikana, mutta TPM-ajatusmaailman omaksuminen ja henkilöstön sitouttaminen kestää huomattavasti kauemmin. (Järviö & Lehtiö 2012, 143,148.)

Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa muodostetaan toimiva organisaatio hoitamaan prosessia ja osoitetaan sille riittävät resurssit niin taloudellisesti kuin teknisestikin. Tämän jälkeen laaditaan kattava kunnossapitosuunnitelma, jossa määritetään

- henkinen hyvinvointi, tehokkuus ja uudistuminen
- kunnossapitokonsepti
- dokumentaation hallinta ja informaatiojärjestelmä
- qehs (laatu, ympäristö, terveys ja turvallisuus)
- mittaus ja seuranta
- stardardointi
- kustannuslaskenta ja budjetointi
- raportointi ja seuranta
- kunnossapidon huomioiminen investoinneissa.

Mittausvaihe

Mittausvaiheessa perehdytään olemassa olevaan tietoon koneiden vikaantumisista tai määrittellään koneen kriittisyys kunnossapidon suhteen. Tämä tarkoittaa koneiden vika- ja korjaushistorian tutkimista tai koneiden pisteyttämistä erillisen arviointitaulukon mukaisesti. Saatujen tietojen perusteella valitaan pieni joukko koneita, joissa on eniten vikoja. Käytössä olevan historiatiedon luotettavuuteen tulee kuitenkin suhtautua kriittisesti ja varmistaa tietojen paikkansapitävyys.

Mittausvaiheen tuloksena saadaan määritettyä kunnossapitokohteiden kiireellisyys ja ne kohteet, joissa kaivataan erilaisia toimenpiteitä kuin aiemmin on tehty. Näistä vali-

taan koneet, jotka otetaan mukaan kunnostusvaiheeseen. Kunnostusvaiheeseen ei tule valita suurta konejoukkoa, vaan tavallisimmin kolmesta viiteen konetta.

Kunnostusvaihe

Kunnostusvaihe aloitetaan suorittamalla koneelle 5S-menetelmän mukaiset toimenpiteet. Menetelmä toimii koko TPM-ohjelman pohjana. 5S tarkoittaa seuraavaa viittä japaninkielistä verbiä:

SEIRI (lajittelu)

Työpisteestä poistetaan kaikki työnteon kannalta tarpeeton ja sinne jätetään vain työnteon kannalta välttämättömmät tavarat ja materiaalit.

SEITON (järjestys)

Työpisteen tavarat ja työkalut sijoitetaan paikoilleen. Paikat valitaan siten, että tavaroiden ottaminen ja palauttaminen onnistuu helposti ja ripeästi. Paikoille merkitään, mitä työkaluja siinä kuuluu olla. Tämä onnistuu esimerkiksi värikoodilla tai piirtämällä työkalun ääriviivat paikalle, jossa työkalun kuuluu olla.

SEISO (siivous)

Jokainen huolehtii, että työpiste pysyy siistinä ja puhtaana. Tämä koskee kaikkia organisaation jäseniä. Työpisteeseen valitaan siisteydestä vastaava henkilö.

SEIKETSU (ohjeistus)

Määritellään, mitä käsite siisteys tarkoittaa ja miten sitä mitataan. Siisteys tarkoittaa myös henkilöstön henkilökohtaista siisteyttä.

SHITSUKE (sitouttaminen)

Shitsuke on suomennettuna halua kehittyä. Tavoitteena on muuttaa henkilöstön ajatusmaailma noudattamaan aikaisempia kohtia itseohjautuvasti ilman esimiehen tai muun auktoriteetin valvontaa.

5S-menetelmän jälkeen kunnostusvaihetta jatketaan tarkastamalla kone perusteellisesti ja kunnostamalla kone. Tämän jälkeen koneelle laaditaan uudet tai päivitetään olemassa olevat kunnossapito- ja käyttöohjeet. Lopuksi valitaan mittausvaiheen tulosten perusteella uusi joukko koneita ja toistetaan kunnostusvaiheen vaiheet.

Huippukuntovaihe

Huippukuntovaiheessa optimoidaan kunnossapidon tukijärjestelmät, maksimoidaan koneen elinaikatuotto ja valitaan kunnossapidon mittarit. Lopuksi pyritään pienentämään kunnossapitotarvetta. (Järviö & Lehtiö 2012, 114 - 118.)

5.1.2 Käyttäjäkunnossapito

“Koneemme on suunniteltu toimimaan automaattisesti. Koneiden käyttäjien tehtävä on valvoa, että ne toimivat luotettavasti ja tuottavat tasalaatuisia tuotteita, eikä suinkaan katsella tuotteiden läpimenoa. Täällä koneittemme käyttäjät ovat ongelmien ratkaisijoita.” (Ford Motor Co.)

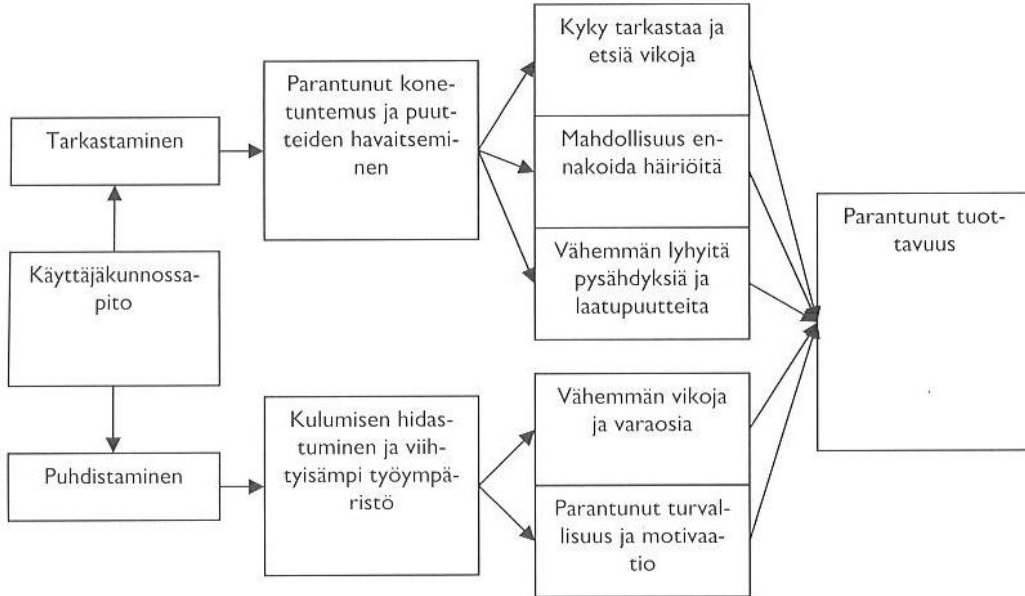
Vastuu koneiden kunnon seurannasta on järkevää antaa niille henkilöille, jotka ovat koneiden äärellä eniten ja näin ollen ovat parhaiten tietoisia koneiden toiminnasta. Koneiden operaattoreiden tulisikin pystyä suorittamaan päivittäiset ja viikoittaiset rutiinimaiset huolto- ja tarkastustoimenpiteet sekä pitämään yllä siisteyttä ja järjestystä. Tällä taataan parhaat olosuhteet koneen virheettömälle toiminnalle. (Malinen 1996.)

Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon ajattelumallin mukaan käyttäjäkunnossapito sisältää kaikki operaattorin suorittamat toimenpiteet, jotka parantavat koneen käyttövarmuutta. Käyttäjäkunnossapidon yksi tärkeimmistä periaatteista on, että koneet pidetään puhtaina ja niiden kuntoa tarkkaillaan säännöllisesti.

Puhdistaminen on TPM-ajattelumallin mukaan tarkastamista. Puhdistamista ei tulisi ajatella vain koneen puhdistamisena, vaan sen tarkoitus on paljastaa koneen piileviä vikoja, kuten esimerkiksi vuotoja. Puhdistaminen helpottaa myös tarkastusten tekemistä ja parantaa osaltaan operaattoreiden työturvallisuutta.

Operaattoreiden suorittamat tarkastustoimenpiteet ovat erittäin tärkeä osa ennakkoivaa kunnossapitoa sekä kunnonvalvontaa. Operaattoreiden tulisi raportoida tarkastuksissa havaitsemansa puutteet tai muutokset koneen kunnossa kunnossapitohenkilöstölle, jolloin vältetään koneen mahdollinen vikaantuminen tai turvallisuusriski.

Kuviossa neljä on esitetty käyttäjän suorittamien puhdistus- ja tarkastustoimien yhteys parantuneeseen tuottavuuteen.



kuvio 4. Käyttäjäkunnossapidon hyödyt (Mikkonen ym. 2009, 84.)

Käyttäjäkunnossapito on TPM:n helpoimpia toimintoja, mutta johtamisen kannalta se on TPM:n vaativin toiminto. Käyttäjäkunnossapidon onnistuminen vaatii, että operaattoreille järjestetään aikaa suorittaa ennalta määrätyt toimenpiteet niille sovittuna aikana. Puhdistuksista ja tarkastuksista tulisi tehdä rutiininomaisia toimia ja osa päivittäistä työntekoa. (Mikkonen ym. 2009, 83 – 85.)

5.1.3 Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen

Useimmissa yrityksissä tiedostetaan, että laitteiden vikaantumiset ovat merkittävä tekijä tuotantotappioihin, mutta eri syistä johtuen monet yritykset eivät satsaa tarpeeksi tämän ongelman pienentämiseen.

Kaikki viat ovat seurausta koneen käytöstä ja ikääntymisestä johtuvista muutoksista. Laitteiden vikaantuminen onkin seurausta siitä, ettei näitä muutoksia ole havaittu ajoissa tai niihin ei ole reagoitu tarpeeksi tehokkaasti. Syitä tähän voivat olla esimerkiksi puutteelliset tarkastukset tai koneen likaisuus. Toinen syy muutosten korjaamattomuuteen on henkilöstön sopeutuminen muutokseen. Esimerkiksi hiljalleen alkavaa vuotoa ei pidetä kriittisenä häiriönä koneen toiminnan kannalta ja aikaa-

myöten siihen totutaan, jolloin sitä aletaan pitää osana koneen normaalia toimintaa. Myös perinteinen ja jokseenkin vanhanaikainen ajattelumalli käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön työtehtävien välillä vähentää tuotantohenkilöstön motivaatiota osallistua kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 82,88)

Tutkimuksissa on havaittu, että vikaantumattomaan toimintaan pyrkiessä voidaan vioista:

- 40 % ehkäistä pitämällä koneen toimintaympäristön olosuhteet asianmukaisina.
- 20 % poistaa koneen asianmukaisella käytöllä sekä päivittäisillä tarkastuksilla
- 25 % ehkäistä toimivalla ennakkohuolto-ohjelmalla ja kunnonvalvonnalla
- 15 % poistaa koneen rakennetta ja komponenttien luotettavuutta parantamalla.

5.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito RCM

RCM on lyhenne sanoista Reliability Centered Maintenance, ja se suomennetaan luotettavuuskeskeiseksi kunnossapidoksi. Kuitenkin suomennos on harvoin käytössä ja suomessa yleisesti käytetään vain lyhennettä RCM. Menetelmä kehitettiin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960 luvulla ja se on nykyään monella teollisuuden alalla koeteltu ja hyväksytty metodologia. (Järviö ym. 2000, 20)

RCM on menetelmä kunnossapidon suunnittelun avuksi. Sen lähtökohtana on ollut tarve kehittää systemaattinen menetelmä laitteiden käyttövarmuuden lisäämiseksi. RCM menetelmässä varsinaisen kunnossapitotoiminnan suorittamisen lisäksi yhtä tärkeänä pidetään koneiden suunnittelua ja kehittämistä kunnossapidettävyyden ja käyttövarmuuden lisäämiseksi.

RCM:n avulla pyritään siihen, että tehdään mahdollisimman vähän kunnossapitoa vaarantamatta kuitenkaan laitteen tai laitoksen toimintaa. Menetelmän kulmakivenä on systemaattisuus, joka mahdollistaa kaiken turhan pois jättämisen ja keskittymisen oleelliseen. Yleisesti ajatellaan RCM:n lisäävään kunnossapitotoimia. Useimmiten tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, vaan tilanteessa jossa kunnossapito lisääntyy RCM:n seurauksena on lähtötilanteen kunnossapidon määrän oltava todella alhainen. RCM-prosessin käyttöönoton onkin mitattu vähentävän työtehtäviä 40-70 %.

Perinteisen kunnossapitotyylin perusongelma on ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. Tehokkaiden kunnossapitomenetelmien- ja työkalujen puuttuessa kunnossapito-ohjelmat on suunniteltu koneiden valmistajien ja omien kokemusten perusteella. Tästä johtuen kunnossapitoa ja etenkin ehkäisevää kunnossapitoa tehdään usein liikaa. Englantilainen John Moubray esittääkin, että jopa 40 % ehkäisevästä kunnossapidosta on tarpeetonta. (Järviö & Lehtiö 2012, 159.)

RCM-toimintamallin avulla määritetään koneelle, sen yksittäiselle komponentille tai osakokonaisuudelle kunnossapito-ohjelma. Menetelmässä on tärkeää tuntea laitteet ja prosessit siten, että jokaisen komponentin kohdalla voidaan valita sopiva kunnossapidon strategia. Valintaa helpottomaan on kehitetty työkaluja, joilla kriittiset prosessit ja komponentit voidaan tunnistaa ja valita sitten sopivimmat kunnossapitomenetelmät.

TPM sisältää runsaasti aineksia tiimityöskentelystä sekä kunnossapitohenkilöstön ja operaattoreiden yhteistyötä. RCM taas rajautuu tiukasti kunnossapitotarpeen määrittämiseen ja kunnossapitotehtävien valinnan työkaluksi. Näin ollen menetelmät täydentävät toisiaan. (Järviö & Lehtiö 2012, 161)

5.2.1 RCM-prosessi

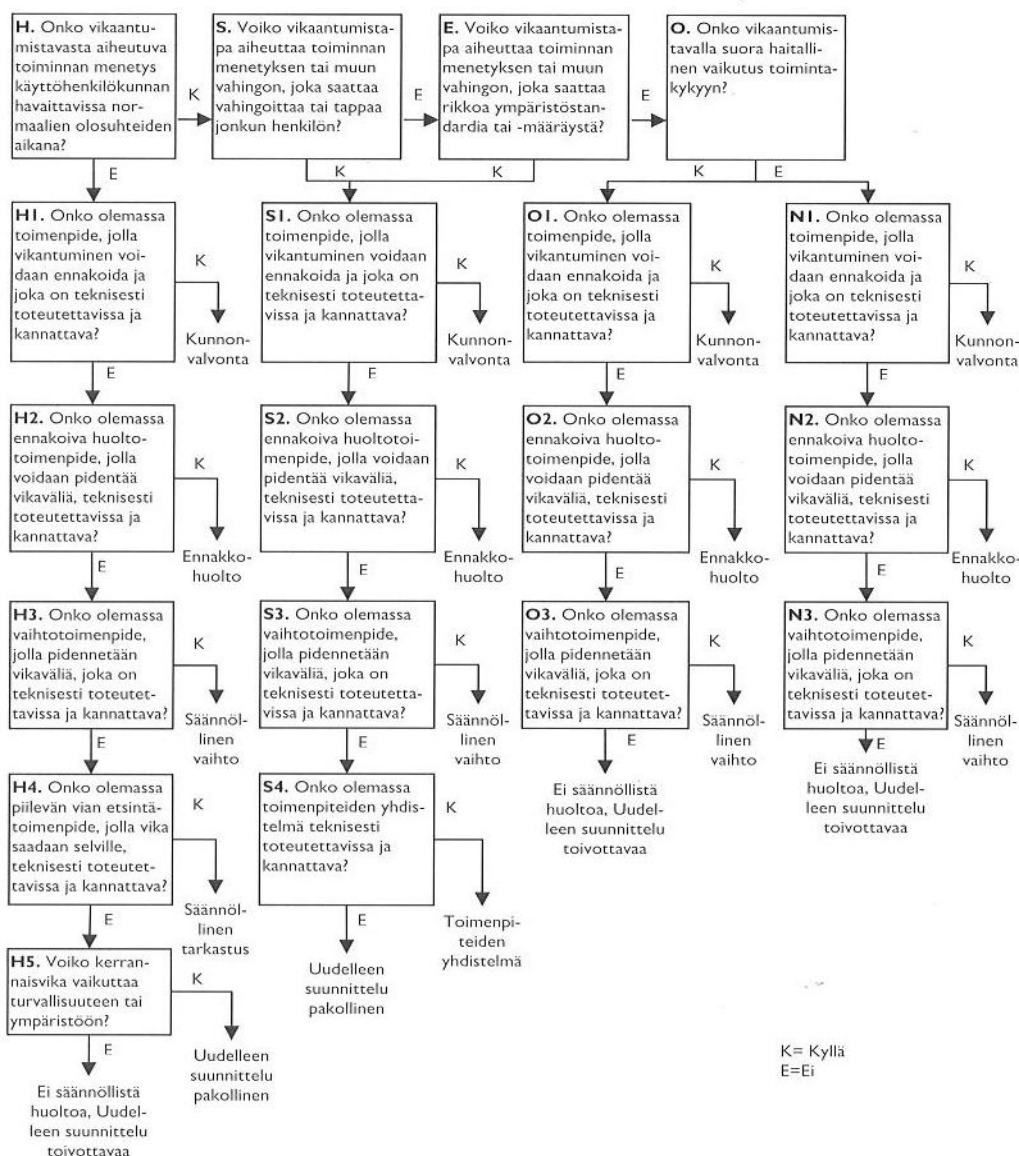
RCM-prosessissa määritetään mitä on tarpeellista tehdä, että tuotantoväline tekee jatkuvasti sille määritettyä toimintoa sen hetkisessä toimintaympäristössään. Kunkin laitteen arvioinnissa on kysyttävä seuraavat seitsemän kysymystä. Prosessissa edetään allakuvatussa järjestyksessä:

1. Määritellään laitteiden toiminnot ja tehokkuusvaatimukset
 - Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkisessä toimintaympäristössä?
2. Määritetään toiminnalliset viat
 - Mitä tapahtuu kun laite rikkoontuu?
3. Selvitetään vikaantumismallit
 - Mikä aiheuttaa kunkin laitteen toiminnon puuttumisen?
4. Selvitetään vian vaikutukset
 - Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?
5. Määritetään vian seuraukset

- Mitä vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa?
6. Määritetään ennakoivat toimenpiteet
 - Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumismallin havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
 7. Määritetään korjaavat toimenpiteet
 - Mitä tehdään, jos sopivaa ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

5.2.2 RCM-menetelmän työtehtävien suunnittelu

RCM-prosessi on selväpiirteinen laitekohtaisen vikaantumisen seurauksien selvittämisen ja tapauskohtaisesti parhaiten soveltuvien kunnossapitomenetelmien määrittelyn menetelmä. Prosessille ominainen seurausvaikutusten priorisointi on tarkka ja helposti ymmärrettävä keino päättää mitkä ehkäisevän kunnossapidon keinot ovat käyttökelpoisia kyseisessä toimintaympäristössä ja kuinka usein niitä on käytettävä. Priorisoinnin eteneminen on kuvattu kuvioon 5. Priorisoinnin avulla voidaan myös päättää, mitkä tehtävät ovat järkeviä suorittaa.



kuvio 5. RCM-päätöksentekokaavio (Mikkonen ym. 2009, 600)

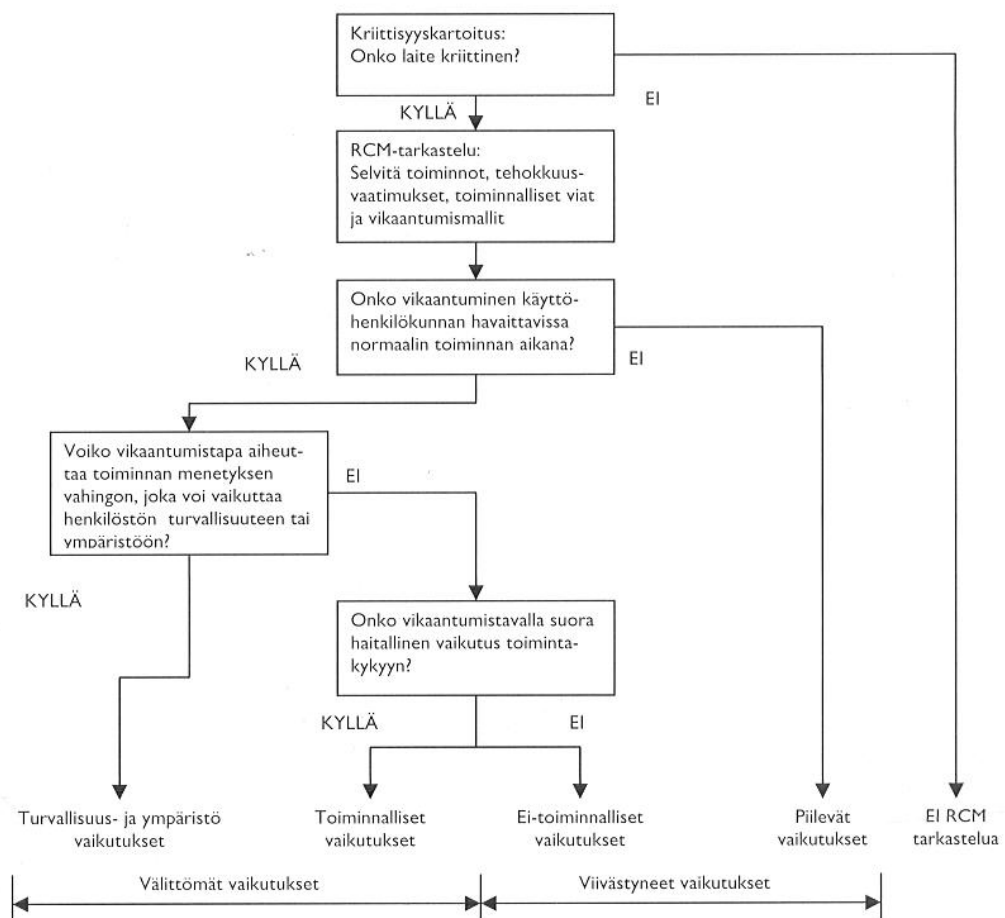
5.2.3 SRCM eli kevennetty RCM

RCM on osoittautunut toimivaksi ja tehokkaaksi tavaksi systemaattiseen kunnossapidon kehittämiseen. RCM:n hankaluutena on kuitenkin se, että ennen kuin päästään tekemään RCM-prosessin vaiheita 6 - 7, eli varsinaista kunnossapitosuunnitelmaa, on vaiheet 1 - 5 selvitettävä koko laitekannan osalta. Tämä on johtanut siihen, että teollisuuskäytössä menetelmää on pidetty liian raskaana.

RCM:n tekemisen keventämiseksi on luotu useita menetelmiä. Näistä käytetään useita erilaisia nimityksiä, kuten esimerkiksi streamlined RCM ja applied RCM.

Kevennetyn RCM:n idea on, että jonkinlaisella esivalintamenettelyllä, joitain työvaiheita vakioidaan tai muuten karsimalla vähennetään varsinaiseen RCM-prosessiin tulevia kohteita ja siten pienennetään työmäärää.

Yleisimmin käytetty menetelmä, jolla RCM-prosessia voidaan keventää ja nopeuttaa, on tehdä laitteiden kriittisyyskartoitus ennen varsinaista RCM-prosessia ja sen jälkeen suorittaa RCM-prosessin vaiheet vain tietyn kriittisyystason ylittävillä laitteilla. Menetelmässä käytetty analyysi on esitetty kuviossa 6.



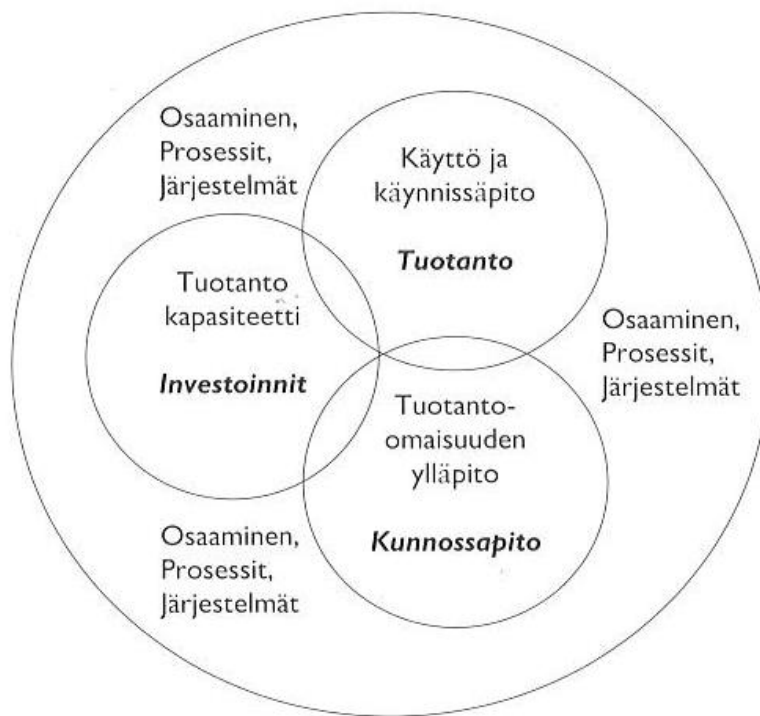
kuvio 6. Yhdistetty RCM ja kriittisyysanalyysi (Mikkonen ym. 2009, 147.)

5.3 Tuotanto-omaisuuden hallinta

Tuotanto-omaisuuden hallinta (Asset Management) on viimeisen muutaman vuoden aikana noussut tärkeäksi kunnossapidon toimintamalliksi. Tässä toimintamallissa

pyritään optimoimaan tuotanto-omaisuuden prosessi, joka sisältää teknologian, ympäristön sekä taloudelliset tavoitteet ja lainalaisuudet.

Tuotanto-omaisuuden hallinnassa pyritään hoitamaan tuotantolaitteiden toimintaa siten, että liiketoiminnalliset tavoitteet saavutetaan kustannukset minimoiden. Tuotantojärjestelmiin sitoutuneen pääoman merkitys yrityksen liiketoiminnallisten tavoitteiden saavuttamiseen vaihtelee toimialoittain. Tähän vaikuttavat mm. ansaintalogiikka, alan menestystekijät, teknologian kehitys sekä markkinoiden käyttäytyminen. Menetelmän kattavuus on esitetty kuviossa 7. (Mikkonen ym. 2009, 87.)



kuvio 7. Tuotanto-omaisuuden hallinnan kattavuus (Mikkonen ym. 2009, 87.)

Menetelmä pyrkii tehostamaan yrityksen tuotantokapasiteettiin ja sen käyttöön sekä ylläpitoon liittyvää päätöksentekoa. Teollisuuden kannalta menetelmän neljä päätavoitetta ovat:

1. tuotantokapasiteetin kehittäminen ja käytön johtaminen
2. tuotanto-omaisuuden hoitaminen
3. logistiikan hallinta
4. ympäristö ja työturvallisuus.

(Järviö & Lehtiö 2012, 14.)

5.4 Tuotanto-omaisuuden hoitaminen

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen perustuu laitteen oikeaan käyttötapaan, vikaantumisen hallintaan, huoltotoimiin ja korjaavaan kunnossapitoon. Osa-alueet voidaan jakaa kahteen osioon, toimivuuden parantamiseen ja toimintakunnosta huolehtimiseen.

Tuotanto-omaisuuden hoitamisen prosessi etenee viidellä askeleella:

1. 20 % syistä aiheuttaa 80 % vioista. Kunnossapidon muuttaminen reagoivasta suunnitelluksi parantaa tilannetta. Suunnittelulla, raportoinnilla ja seurannalla saadaan kerättyä vikatietoja, joiden avulla voidaan paikallistaa ongelmalaitteet. Tätä voidaan mitata sillä, kuinka suuri osuus kaikista kunnossapidon toiminnoista on suunniteltu. Tavoitteiden täytyttyä siirrytään seuraavaan vaiheeseen.
2. Toisessa vaiheessa kunnossapitotoiminta muutetaan reagoivasta ehkäisevään. Tässä vaiheessa edellisessä vaiheessa havaitut ongelmalaitteet korjataan tai muutetaan sellaisiksi, että korjaavan kunnossapidon osuus merkittävästi pienenee. Mittarina käytetään häiriökorjausten osuutta kaikista toimenpiteistä.
3. Kolmannessa vaiheessa yhdistetään kunnossapito ja käyttö. Tavoitteena on ottaa käyttöön TPM-toimintamallin mukainen käyttäjäkunnossapito. Tätä vaihetta kutsutaankin TPM-vaiheeksi.
4. Neljännessä vaiheessa parannetaan koneiden luotettavuutta. Koneiden luotettavuuden tavoitteeksi asetetaan vähintään 95 %. Tämä vaihe sisältää koulutusta sekä koneiden rakenteellisen epäluotettavuuden poistoa.
5. Viimeisessä vaiheessa tuotantokapasiteettin käyttö optimoidaan. Kunnossapidon keinoin koneen optimaalinen toimintateho asetetaan vastaamaan markkinoiden kysynnän muutoksia.

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen poikkeaa RCM:n periaatteista siten, että RCM edellyttää tarkkaa ja perinpohjaista tuotantoprosessin sekä tuotantolaitteiston analysointia, joka on raskas ja yleensä kallis prosessi.

6 KÄYTTÄJÄKUNNOSSAPITO HYDROLINE OY:SSÄ

Opinnäytetyössä laadittiin käyttäjäkunnossapidon huolto-ohjelmat yrityksen tuotantolaitteille ja jalkautettiin huolto-ohjelmat tuotantoon. Yrityksellä ei ollut tuotannossaan yhtenäistä linjaa käyttäjien kunnossapidon toimille, vaan operaattorit toimivat pitkälti koneiden hälytysten ohjeistamina. Työllä pyrittiin lisäämään operaattoreiden osallistumista koneiden tarkastus- ja huoltotoimiin sekä vakioimaan käyttäjien suorittamat tarkastus- ja huoltotoiminnot.

Opinnäytetyö oli pilottihanke, joten työ rajattiin koskemaan vain tiettyä osaa yrityksen tuotantolaitteistosta. Yrityksellä on tarkoitus laajentaa käyttäjäkunnossapito muihinkin tuotantolaitteisiin, joten työn tuotokset toimisivat jatkossa pohjana muiden samantyyppisten koneiden huolto-ohjelmien laadinnalle.

Työ toteutettiin kuusiportaisen vaiheistuksen mukaan:

1. aihealueen teoriaan tutustuminen kirjallisuuden avulla
2. työhön kuuluviin koneisiin tutustuminen
3. yrityksen kunnossapidon ja koneiden nykytilan kartoittaminen
4. huolto-ohjelmien laadinta
5. huolto-ohjelmien jalkauttaminen tuotantoon
6. jatkotoimenpiteiden kartoittaminen.

6.1 Laitteet

Työn rajaus tehtiin yhdessä yrityksen kanssa. Työ rajattiin koskemaan kahden eri tuotantosolun NC-ohjattuja lastuavia työstökoneita. Näin työhön sisältyi niin perinteisiä työkalurevolverilla varustettuja NC-sorveja kuin työkalumakasiineilla, automaattisella työkalunvaiholla sekä pyörivillä työkaluilla varustettuja monitoimisorveja. Laitteisiin tutustuttiin haastattelemalla käyttäjiä, tutustumalla laitteisiin konkreettisesti tuotantotiloissa ja hakemalla tietoa laitteiden käyttöohjekirjoista.

6.2 Nykytilakartoitus

Koneiden nykykunnan ja kunnossapidon tila kartoitettiin pääasiassa haastattelemalla koneiden käyttäjiä sekä huoltohenkilöstöä. Nykytilakartoituksessa havaittiin kohteita, joihin tulnaisiin etsimään kunnossapidollista kehitystä opinnäytetyön puitteissa.

Koneisiin tutustuesssa ja nykytilakartoitusta tehdessä huomattiin, ettei nykyaikainen NC-ohjattu työstökone vaadi suuria huoltotoimia vaan kunnossapidettävyyys on otettu huomioon jo koneen suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi koneiden sisäpuoliset rakenteet ovat suunniteltu niin, ettei lastuja juurikaan jää koneen sisäpuolisiin rakenteisiin, vaan ne huuhtoutuvat lastuamismestien mukana lastunkuljettimelle. Lisäksi koneissa on käyttötuntimittarit tai huoltovälin ilmaisimet, joka ilmoittaa esimerkiksi tulevasta kausihuollosta tai vaativammasta, kunnossapito-organisaatiolle suunnitellusta tarkastustehtävästä.

Nykytilakartoitusta tehdessä havaittiin eroavaisuuksia käyttäjien aktiivisuudessa ja kiinnostuksessa käyttämänsä koneen kunnan suhteen. Myös tulevaan käyttäjäkunnossapidon käyttöönottoon suhtauduttiin varsin erilaisilla asenteilla.

Koneiden lähtökunnolla ei kuitenkaan ollut juuri vaikutusta itse huolto-ohjelmien sisältöön muutamaa poikkeusta lukuunottamatta, vaan nykytilakartoituksen tulokset näkyvät enemmän jatkotoimenpiteiden suunnittelussa.

6.3 Huolto-ohjelmien laadinta

Huolto-ohjelmat ovat kaksiosaisia ja ne sisältävät huoltokortit sekä työohjeistukset huoltokorttien toimenpiteille. Huolto-ohjelmia laadittiin viisi kappaletta, ja ne kattavat opinnäytetyössä käsitellyt yhdeksän konetta. Yksi laadituista huolto-ohjelmista on esitettyä liitteenä (liitteet 1 ja 2).

Huolto-ohjelmia ei siis laadittu jokaiselle koneelle erikseen, vaan heti työn alusta otettiin huomioon tuleva huolto-ohjelmien laajentaminen kattamaan tuotannon muutkin laitteet ja ohjelmat räätälöitiin sopimaan samanlaisille koneille.

Huolto-ohjelmien laadinta aloitettiin tutustumalla koneiden valmistajien käyttö- ja huolto-ohjekirjoihin. Työssä käsiteltiin kolmen eri valmistajan koneita ja manuaalien

laadussa ja kattavuudessa oli huomattavia eroja valmistajien kesken. Manuaaleista kerättiin tietoja huoltokohteista, huoltojen aikataulutuksesta sekä työturvallisuudesta.

Valmistajien manuaalien sisältämän tiedon perusteella laadittiin pohjat huolto-ohjelmille. Pohjiin määritettiin alustavasti tarkastus- ja huoltokohteet sekä suoritus aikataulu. Näitä pohjia lähdettiin muokkaamaan yrityksen käyttöön sopiviksi yhteistyössä koneiden käyttäjien sekä tuotannon toimihenkilöiden kanssa.

Muokkaaminen aloitettiin määrittämällä huolto-ohjelmien toteutustapa, sisältö ja ulkonäkö. Huoltokortit päätettiin toteuttaa paperisina taulukoina jotka kiinnitetään koneen välittömään läheisyyteen. Taulukoihin listataan suoritettavat toimenpiteet ja käyttäjät kuittaavat taulukkoon toimenpiteen tehdyksi. Lisäksi päätettiin laatia tarkat työohjeet huoltokorttien toimenpiteille. Tällä pyrittiin vakioimaan käyttäjien huoltotoimet, sekä helpottamaan tulevaisuudessa uusien työntekijöiden toimimista.

Toimenpiteitä päätettiin suorittaa:

- Vuoroittain
- Viikoittain
- Kuukausittain

Kunkin ajankohdan sisältämät toimenpiteet muokattiin valmistajien ohjeiden pohjalta sopimaan yrityksen koneille. Muokkaaminen tehtiin yhteistyössä käyttökäyttäjien ja tuotannon toimihenkilöiden kanssa. Lisäksi huoltokortteihin sisällytettiin osio, johon käyttäjä voi merkitä tarkastuksissa havaitsemansa viat tai puutteet.

Vuoroittain ei ole järkevää tehdä toimenpiteitä, joiden suorittaminen vie kohtuuttomasti aikaa koneen käyttäjältä. Vuoroittain suoritettaviin toimenpiteisiin pyrittiinkin keräämään sellaiset toimenpiteet jotka ovat nopeita suorittaa, mutta vaikuttavat koneen käytettävyyteen, tehokkuuteen ja työturvallisuuteen. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. liitteen 1. mukaiset lastuamismateriaalin, voiteluaineen ja jäähdytysnesteiden määrän tarkastukset sekä koneen puhdistaminen ja työpisteen siistiminen. Pääpaino vuorottaisissa toimenpiteissä määrittäessä pidettiin toimenpiteiden helppossa ja nopeassa suorittamisessa. Tavoitteena oli, että toimenpiteet voidaan suorittaa muutamassa minuutissa vuoron alussa sekä vuoron lopussa. Tällä pyrittiin minimoimaan käyttökäytännön vaikutus päivittäiseen tuotantoon, sekä vaikuttamaan operaattoreiden motivaatioon tarkastusten suorittamiseen.

Kerran viikossa voidaan suorittaa hieman enemmän aikaa vieviä toimenpiteitä tämän näkymättä tuotannossa. Viikoittain tehtäviin toimenpiteisiin listattiinkin liitteen 1. mukaisia voitelu- ja huoltotoimia, joilla on suora vaikutus koneen komponenttien toimintaan ja kestävyYTEEN sekä työturvallisuuteen. Toimenpiteistä esimerkkinä mainittakoon automaattisen työkalunvaihtajan puhdistustoimet, istukan puhdistus ja rasvaus sekä hätä-seis painikkeen toiminnan tarkastus. Uutena toimenpiteenä aloitettiin myös viikoittainen lastuamismesteen pitoisuuden ja pH:n mittaus. Näillä liitteen 2. mukaisesti suoritettavilla mittauksilla saadaan tieto lastuamismesteen kunnosta ja pitoisuudesta. Lastuamismeste sisältää korroosionesto- ja voiteluaineita, joten liian pieni pitoisuus aiheuttaa koneen ruostumista, sekä ennen aikaista kulumista. Liian suuri pitoisuus taas lisää turhaan yrityksen kuluja. Koneiden käyttäjät ovat ihokosketuksissa lastuamismesteen kanssa, joten pitoisuudella on myös työterveydellisiä vaikutuksia. Viikoittaiset toimenpiteet suoritetaan perjantain iltavuorossa. Tämä siksi, että huollon suorittaja on maanantaina aamuvuorossa ja voi raportoida havaitsemistaan puutteista suoraan esimiehilleen tai huoltohenkilöstölle.

Lista kuukausittain suoritettavista toimenpiteistä jäi hyvin suppeaksi. Kuukausittain käyttäjän suorittamat huolto- ja tarkastustoimet rajautuukin lastunkuljettimen tarkastukseen ja koneesta riippuen ilmansuodattimien vaihtoon. Nämä toimenpiteet ovat kuitenkin tärkeitä koneen luotettavan toiminnan kannalta. Esimerkiksi tukkeutuneet ilmansuodattimet heikentävät jäähdyttävää ilmavirtausta koneen sisäosissa ja näin ollen rasittavat konetta sekä lyhentävät sen komponenttien ikää. Toimenpiteiden vähäinen määrä johtuu siitä, että päivittäin ja viikoittain suoritettavien toimenpiteiden lista on varsin kattava. Lisäksi koneissa on huolto-organisaation suorittamia huoltotoimia tietyin välein, jolloin käyttäjän ei ole järkevää suorittaa tarkastuksia kuukauden välein.

Huolto-ohjelman toimivuuden kannalta on tärkeää, että toimenpiteet suoritetaan oikein. Huolto-ohjelmaan kuuluvalla työohjeella pyritään varmistamaan, että toimenpiteet tulevat oikein suoritetuksi. Työohjeeseen on määritetty toimintojen oikeaoppisen suorittamisen lisäksi mm. käytettävät voiteluaineet, huoltokohteiden sijainnit sekä mitattavien kohteiden referenssi arvot. Erään koneen työohjeistus on esitettyinä kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Kunnossapidolla on suuri merkitys koneiden turvallisuuteen. Työympäristön siisteys lisää osaltaan turvallisuutta vähentämällä esimerkiksi liukastumisen vaaraa ja putoavien esineiden aiheuttamia vaaratilanteita. Puhdistustoimien lisäksi huolto-

ohjelmat sisältävät koneiden turvalaitteiden toiminnan tarkastuksia. Koneiden on oltava turvallisessa käyttökunnossa lain määräämänä. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 5§ ottaa kantaa kunnossapitoon seuraavasti:

“Työväline on pidettävä säännöllisellä huollolla ja kunnossapidolla turvallisena sen käyttöiän ajan. Vikaantumisesta, vaurioitumisesta tai kulumisesta aiheutuva vaara tai haitta tulee poistaa. Ohjausjärjestelmän ja turvalaitteiden tulee toimia virheettömästi. Jos työvälineellä on huoltokirja, se on pidettävä ajan tasalla.”

(Valtioneuvosto 2008)

6.4 Huolto-ohjelman jalkauttaminen tuotantoon

Tuotantoon jalkauttaminen aloitettiin välittömästi työn aloittamisen jälkeen laatimalla yrityksen sisäinen tiedote työn aiheesta ja sen tekijästä. Tällä pyrittiin ennen kaikkea tiedottamaan tuotantohenkilöstöä tulevasta muutoksesta kunnossapidossa. Lisäksi tiedotteella työn tekijä saatiin koko yrityksen henkilökunnan tietoon. Tämä oli tärkeää, koska vierailut yrityksessä tapahtuivat pääasiassa ilta-aikaan omilla avaimilla.

Seuraava askel jalkautukselle oli työn loppuvaiheessa, noin kuukausi ennen huolto-ohjelmien käyttöönottoa pidetyt tiedotus- ja esittelytilaisuudet. Nämä tilaisuudet pidettiin pienryhmissä. Tilaisuuksia pidettiin kahtena päivänä yhteensä neljä kappaletta, näin kaikki yrityksen koneistajat osallistuivat tilaisuuksiin. Tilaisuuksissa esiteltiin työn tuloksena syntyneiden huolto-ohjelmien keskeinen sisältö ja huoltokorttien ulkonäkö. Näillä tilaisuuksilla pyrittiin ajamaan uutta kunnossapidon toimintamallia sisään kaikille yrityksen koneistajille. Tämä oli tärkeää tulevan toimintamallin laajentamisen kannalta. Lisäksi koneistajat joiden käyttämiin koneisiin huolto-ohjelmat tultaisiin otamaan käyttöön opinnäytetyön puitteissa näkivät huoltokorttien visuaalisen ilmeen konkreettisesti ja saivat muistutuksen käyttöönotosta sekä sen aikataulusta.

Aktiivinen tiedottaminen ja henkilöstön mahdollisuus vaikuttaa projektin tuotoksiin heti projektin alusta alkaen ovat erittäin tärkeä osa onnistunutta projektia. Etenkin kun kyseessä on kehityshanke, joka lisää työtehtäviä henkilöille, jotka ovat suorittaneet tietyt toiminnot ja toimineet tietyllä tapaa rutiinomaisesti jo vuosia.

Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotto voidaan toteuttaa hyvinkin nopealla aikataululla, mutta ajatusmallin sisäistäminen ja tuotantohenkilöstön sitouttaminen toimenpiteiden suorittamiseen on huomattavasti haastavampaa ja vaatii pitkäjänteistä työtä.

Työn alussa tutkittiin mahdollisuutta jalkauttaa huolto-ohjelmat suoraan sähköisessä muodossa. Tämä olisi ollut teknisesti toteutettavissa, koska kaikkien koneiden läheisyydessä on lähiverkkoon kytketty tietokone. Tuotannosta puuttui kuitenkin kunnossapidon ohjelmisto, johon huolto-ohjelmat olisi voitu sisällyttää.

Toisaalta taas uuden toimintamallin jalkauttaminen tulee tehdä mahdollisimman visuaalisesti, jolloin sen seuraaminen on mahdollisimman helppoa kun suoritusmerkkintöjä ei tehdä tietokoneohjelmaan. Tämä puoltaa perinteisiä paperisia huoltokortteja.

7 JATKOTOIMENPITEET JA POHDINTA

Opinnäytetyö oli osa yrityksen kunnossapidon kehitysprojektia. Yrityksellä on vahva halu kehittää kunnossapitoa ja sen myötä koneidensa käytettävyyttä. Tässä osiossa esitetään näkemyksiä siitä, mitä jatkotoimenpiteitä huolto-ohjelmien käyttöönotto vaatii ja kuinka kunnossapidon kehitystä voitaisi yrityksessä jatkaa.

7.1 Henkilöstö

Kuten jo aiemmin mainittiin, käyttäjien mahdollisuus vaikuttaa käyttäkunnossapidon päätöksiin lisää mielenkiintoa ja motivaatiota pitää tuotantolaitteet kunnossa. Lisäksi TPM:n ajattelumallin mukaan kaikki työntekijät ovat vastuussa koneen kunnosta. Näiden seikkojen vuoksi olisikin järkevää perustaa työryhmä kehittämään yrityksen käyttäjäkunnossapitoa. Tähän ryhmään tulisi nimetä jäseniä tuotantohenkilöstöstä, tuotannon toimihenkilöistä, kunnossapito-organisaatiosta sekä yrityksen johdosta.

Näin toimittaessa tulisi kaikkien ryhmien näkökanta ja kehitysideat kuultua ja tulokset olisivat varmasti tehokkaampia kuin yksittäisen henkilön tai henkilöstöryhmän tekemät päätökset. Lisäksi operaattoreiden kokemuksen myötä hankkima tietotaito saataisiin hyödynnettyä yrityksen käyttöön ja jäämään taloon henkilöiden vaihtuessa. Lisäksi syventynyt yhteistyö hälventäisi kunnossapidon ja tuotannon raja-aitaa.

Yrityksen johdolla on suuri vaikutus siihen, millainen kunnossapidon taso yrityksessä on. Vikaantuneen koneen saattamiseen toimintakuntoon löytyy yleensä resursseja yrityksestä riippumatta, mutta kunnossapitoon varatut taloudelliset resurssit voitaisiin budjetoida enemmän ehkäisevään kuin korjaavaan kunnossapitoon. Esimerkiksi äkillisestä koneen vikaantumisesta johtuva pitkä seikkokki aiheuttaa suuret tuotantotappiot ja korjauskustannukset, kun vikaantuminen olisi voitu välttää ehkäisevän kunnossapidon toimin, huollolla tai kunnonvalvonnalla. Yrityksen johdon tulisikin varata riittävät resurssit ehkäisevään kunnossapitoon.

7.2 Operaattoreiden sitouttaminen huolto-ohjelmien käyttöön

Huolto-ohjelmien käyttöönoton jälkeen tuotannon esimiehillä ja huoltohenkilöstöllä on tärkeä merkitys käyttäjäkunnossapidon onnistumisessa. Muutos operaattoreiden työnkuvassa aiheuttaa lähes poikkeuksetta vastarintaa, joka pitäisi pystyä kääntämään positiiviseksi ajatteluksi käyttäjäkunnossapitoa kohtaan. Käyttäjien suorittamat huoltotoimet muuttuvat aikaa myöten rutiininomaiseksi osaksi operaattorien

työtä ja täysin itseohjautuvaksi. Ennen tätä on kuitenkin huolto-ohjelmien toimenpiteiden suorittamista valvottava tiiviisti, eikä käyttäjäkunnossapitoa saa päästää palaamaan takaisin entiseen malliin. Esimiesten on myös varattava operaattoreille aikaa suorittaa huolto-ohjelman mukaiset toimenpiteet sekä niihin tarvittavat laitteet, materiaalit ja varaosat. Huolto-organisaation tulee tarvittaessa kouluttaa operaattorit suorittamaan heille kohdistetut toimenpiteet, ettei toimenpiteiden oikeaoppinen ja tehokas suorittaminen jää kiinni siitä, että toimenpidettä ei osata suorittaa.

Tärkeä osa sitouttamista on saada koneiden käyttäjät tuntemaan tehdyt toimenpiteet tärkeiksi ja tarpeellisiksi. Esimerkiksi suhtautuminen välinpitämättömästi käyttäjän huoltokorttiin kirjaamiin havaintoihin tai korjaustarpeisiin luo helposti käyttäjälle tunteen turhasta työstä. Tästä syystä käyttäjien havaintoihin tulisikin reagoida nopeasti ja tehokkaasti.

Tässä luvussa esitetyt konkreettiset kunnossapidon kehitystoimet voidaan toteuttaa ja ottaa käyttöön tuotannossa tarvittaessa hyvinkin nopealla aikataululla, mutta kuten jo edellisessä luvussa mainittiin, uuden ajatusmallin sisäänajo tuotantohenkilöstöön ja käyttäjäkunnossapidon saattaminen itseohjautuvaan tilaan on huomattavasti haastavampaa ja pitkäjänteistä työtä vaativa toimenpide.

7.3 Huolto-ohjelmien laajennus muihin tuotantolaitteisiin

Opinnäytetyön alusta asti on ollut selvää, että työn tulokset tulevat toimimaan pohjana, kun käyttäjäkunnossapito laajennetaan kattamaan yrityksen koko tuotantolaitteisto. Pilottikohteiden huolto-ohjelmat laadittiin tätä silmällä pitäen ja niistä pyrittiin tekemään mahdollisimman helposti muokattavia ja paljon sellaisenaan kelpavia toimenpiteitä sisältäviä, jotta niiden muokkaaminen muille koneille sopiviksi olisi mahdollisimman helppoa.

Lastuavissa työstökoneissa on paljon samoja käyttäjäkunnossapidon toimenpiteitä työstökoneen mallista riippumatta. Lisäksi yrityksen tuotannossa on useita samanlaisia tai samankaltaisia koneita kuin tässä opinnäytetyössä käsiteltiin. Nämä seikat helpottavat huolto-ohjelmien sovittamista muille yrityksen laitteille.

Huolto-ohjelmat ovat sellaiseen käyttökelpoisia otettaviksi käyttöön samanlaisissa koneissa kuin koneet joihin ne laadittiin. Laajennus voidaan toteuttaa muille kuin

tässä työssä käsiteltyjen koneiden kaltaisille lastuaville työstökoneille esimerkiksi koekäytön kokemusten perusteella.

Muihin kuin lastuaviin työstökoneisiin huolto-ohjelmat eivät ole käyttökelpoisia muuten kuin ulkoasunsa puolesta. Näihin laitteisiin on huoltokohteet ja niiden suoritusaikataulu määritettävä alusta asti.

7.4 Koneiden kunnostus

Tässä opinnäytetyössä käsitellyt koneet erosivat sekä kunnoltaan että siisteydeltään. Voidaan olettaa, että näin on myös muissa yrityksen koneissa. Tämä aiheuttaa tiettyjä ongelmia käyttäjäkunnossapidon käyttöönololle.

Koneille tulisikin suorittaa esimerkiksi TPM-prosessin mukainen kunnostusvaihe, jossa ensin työympäristö siistitään ja järjestetään 5S:n oppien mukaan sekä tarkastetaan ja kunnostetaan kone. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotossa valmiiksi likainen kone tai sen ympäristö madaltaa kynnystä jättää siivoustoimet tekemättä. Lisäksi tarkastuksia hankaloittavat seikat, mm. samentuneet lastuamisnesteen tarkastusikkunat, antavat syyn jättää toimenpide suorittamatta.

Kunnostamalla ja siistimällä kone sekä sen ympäristö luodaan lähtötila käyttäjäkunnossapidolle. Tätä tilaa on käyttäjän helppo pitää yllä ja suorittaa tarkastuksia. Lisäksi toimenpiteiden suorittamisen valvonta on huomattavasti helpompaa.

7.5 Huolto-ohjelmien siirto sähköiseen järjestelmään

Jokaisen työstökoneen läheisyydestä löytyy leimauspääte, joten sähköisen järjestelmän käyttöönotto ei vaatisi suuria tietoteknisten laitteiden investointeja. Huolto-ohjelmien ollessa sähköisessä järjestelmässä saadaan käyttäjien kirjaamat havainnot välittömästi tarvittavien tahojen tietoon. Lisäksi voidaan aloittaa tiedonkeräys esimerkiksi voiteluaineiden lisäyksistä. Tämä auttaa havaitsemaan mahdolliset piilovuodot.

Markkinoilla on useita eri ominaisuuksia sisältäviä kunnossapitojärjestelmiä. Järjestelmä tulisi valita siten, että se sisältää tarvittavat liitynnät toiminnanohjausjärjestelmään ja kunnossapito-organisaation käytössä olevaan järjestelmään. Sähköisen kunnossapitojärjestelmän käytön etuja ovat mm:

- Tieto käyttäjien tekemistä havainnoista välittyy nopeasti huolto-organisaatioon.
- Käyttäjäkunnossapidon havainnot tallentuvat koneittain.
- Tallennetun datan analysointi helpottuu.
- Tieto on saatavissa kaikkialla, ei vain tietyssä kansiossa.
- Kunnossapidon tunnuslukujen seuranta helpottuu.
- Ostettujen kunnossapitopalveluiden laadunvalvonta ja ohjaus paranee.
- Käyttäjäkunnossapidon toiminta tehostuu, kun huoltokorttien tulostus ja mapitus jää pois.

7.6 Kunnonvalvonnan kehittäminen, huoltovälien tarkastaminen

Huolto-organisaation tekemien kausihuoltojen suoritusvälit tulisi tarkastaa. Yhteistyössä huolto-organisaation kanssa tulisi laatia huolto-ohjelmat konekohtaisesti. Useissa koneissa on huoltoilmaisimet, jotka ilmoittavat tulevasta huollon tarpeesta. Nämä huoltovälit ja niiden sisältämät toimenpiteet ovat kuitenkin koneen valmistajan määrittämiä ja eivät välttämättä sovi yrityksen käyttöön ja tarkoituksiin sellaisenaan. Näiden pohjalta on kuitenkin laadittavissa toimiva huolto-ohjelma, jossa käyttäjien ja huolto-organisaation yhteistyöllä voidaan suorittaa tarvittavat kunnonvalvonta- sekä huolto- ja tarkastustoimet kustannustehokkaasti. Kausihuolloissa on useita pienempiä huolto- ja tarkastuskohteita, joita ei välttämättä kannata teettää koulutetuilla, kalliilla huoltoteknikoilla, vaan koneiden käyttäjät pystyvät suorittamaan toimenpiteet.

Huoltovälien tarkastamisen lisäksi tuotannon kannalta kriittisiin koneisiin kannattaisi lisätä kunnonvalvonnan tasoa. Esimerkiksi värähtely- ja lämpötilamittaukset sekä öljyanalyysit ovat helposti toteutettavia kunnonvalvonnan menetelmiä.

8 YHTEENVETO

Opinnäytyön tavoitteena oli laatia käyttäjäkunnossapidon huolto-ohjelmat tietyille osalle Hydroline Oy:n lastuavia työstökoneita. Huolto-ohjelmien tuli sisältää sellaiset toimenpiteet, joilla saavutetaan konkreettista hyötyä koneiden käytettävyyteen ja jotka käyttäjä voi suorittaa tuotannon häiriintymättä. Lisäksi pohdittiin kunnossapidon jatkekehitysmahdollisuuksia.

Yrityksessä työ oli pilottihanke, joten huolto-ohjelmille ei ollut käytettävissä valmista pohjaa tai toimintamallia, vaan ne laadittiin suoraan yrityksen käyttöön sopiviksi. Työssä laaditut huolto-ohjelmat toimivat pohjana käyttäjäkunnossapidon laajentuessa kattamaan yrityksen muuta laitteistoa.

Huolto-ohjelmat laadittiin koneiden valmistajien ohjeiden pohjalta ja muokattiin yrityksen käyttöön sopiviksi yhteistyössä käyttäjien, tuotannon toimihenkilöiden sekä huolto-organisaation kanssa.

Yritys on ulkoistanut vaativimmat huoltotoimet ja vikakorjaukset. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönotolla pyrittiin hälventämään kunnossapidon ja tuotannon välistä raja-aitaa.

Suurimmat haasteet työn toteuttamisessa olivat aikataulutusta ja kahden eri yrityksen hallussa oleva tieto. Aikataululliset haasteet muodostuivat tekijän mahdollisuudesta tehdä työtä pääasiassa vain iltaisin ja viikonloppuisin, jolloin yrityksessä ei ollut enää tuotannon toimihenkilöitä eikä huoltohenkilöstöä paikalla. Haasteista kuitenkin selvitettiin ja työ valmistui suunnitellussa aikataulussa.

Opinnäytetyössä asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin. Yrityksessä otettiin käyttäjäkunnossapidon huolto-ohjelmat käyttöön pilottikohteisiin ja niiden pohjalta yritys aloittaa käyttäjäkunnossapidon laajentamishankkeen. Lisäksi yritys sai käyttöönsä yhden näkemyksen siitä kuinka kunnossapitoa voisi edelleen kehittää.

Opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen ja tutustutti tekijänsä niin talousalueen yhteen johtavista teollisuusalan yrityksistä kuin kunnossapidon teoriaan ja tekniikoihin. Työn tekijälle tämä oli oiva mahdollisuus tutustua nykyaikaisen tuotantolaitteiston rakenteisiin, toimintaan ja ennen kaikkea sen kunnossapitotoimiin.

LÄHTEET

Asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta A 2008/403. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403>

Hydroline Oy. Yrityksen www-sivu. [viitattu 29.2.2013] Saatavissa: <http://www.hydroline.fi/>

Järviö, J. 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

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

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

Opetushallitus. Kunnossapidon oppimateriaali. [viitattu 29.4.2013] Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/>

PSK5705 Standardisointi 2006. Kunnanvalvonta. Värähtelymittaus. Mittaustoiminnan suunnittelu. 5. painos. [viitattu 26.4.2013] Saatavissa: <http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Standardiluettelo.htm#Ryhmä57>

PSK6201 standardisointi 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: <http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Standardiluettelo.htm#Ryhmä62>

SFS-EN13306 standardisointi 2010. [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: <http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/ProductServlet?action=quicksearch&info=13306>

1. Keskusvoiteluyksikön voiteluaineen määrän tarkastus

Tarkasta voiteluaineen määrä joka päivä ennen koneen käynnistämistä. Voiteluainesäiliö sijaitsee koneen oikeassa päädyssä.

Mikäli voiteluaineen pinta on tarkastusikkunan ylä- ja alarajojen keskivälin alapuolella, voiteluainetta on lisättävä.

Lisää voiteluainetta voiteluyksikön yläosassa olevasta täyttöaukosta, kunnes öljyn pinta on tarkastusikkunan ylärajassa.

KÄYTETTÄVÄ VOITELUAINE:

MOBIL MOBILUX EP1



Kuva 5 Keskusvoiteluyksikön tarkastusikkunan sijainti

2. Lastuamisnesteen määrän tarkastus

Tarkasta lastuamisnesteen määrä joka päivä ennen koneen käynnistämistä. Lastuamisnesteen tarkastusikkuna sijaitsee koneen oikeassa päädyssä.

Jos lastuamisnesteen pinta on alle vaaditun tason, lisää lastuamisnestettä kunnes sen pinta on tarkastusikkunan ylemmän merkkiviivan tasolla.



Kuva 6. Lastuamisnesteen tarkastusikkunan sijainti

3. Jäähdytysnesteen määrän tarkastus

Tarkasta jäähdytysnesteen määrä joka päivä ennen koneen käynnistämistä.

Jäähdytysnesteen tarkastusikkuna sijaitsee koneen takapuolella, vasemmassa päädyssä.

Jos jäähdytysnesteen taso on tarkastusikkunan puolivälin alapuolella, ilmoita asiasta huollosta vastaavalle henkilölle



Kuva 7. Jäähdytysnesteen tarkastusikkuna.

4. Koneen silmin havaittavat vuodot tarkastus (paineilma, lastuamisneste, öljy)

Tarkasta onko koneessa havaittavissa vuotoja. Koneen alustan ja ympäristön tulisi olla kuiva, eikä paineilmajärjestelmästä tulisi kuulua suhinoita. Jos vuotoja on havaittavissa, korjaa vuotokohta tai ilmoita siitä huoltohenkilöstölle.

5. Istukan nykimättömän toiminnan tarkastus

Aja istukan leuat kiinni/auki ja havainnoi, että liike on tasaista ja nykimätöntä.

6. Paineilmajärjestelmän paineen tarkastus

Tarkasta paineilma järjestelmän paine päivittäin.

Painemittarit ja säätimet sijaitsevat koneen vasemmassa päädyssä.

Käyttöpaine:

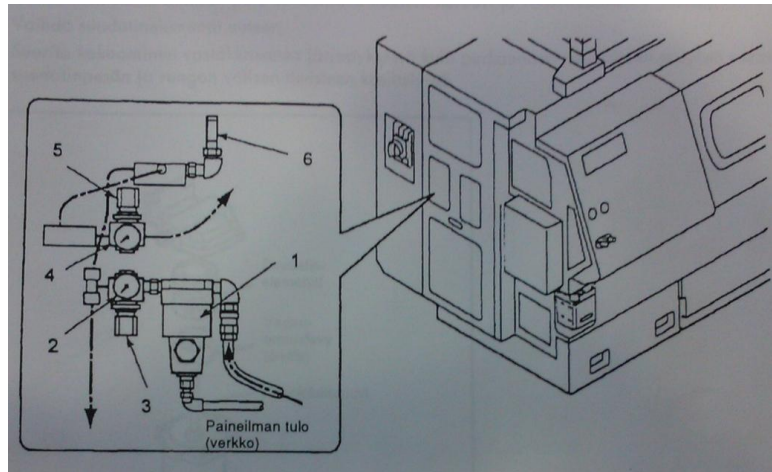
0,5MPa

Kuularuuvien öljysumu:

0,2MPa

Pyörivien työkalujen ilmaverho:

0,2MPa



Kuva 8. Paineilmajärjestelmän mittareiden sijainti

7. Lastujen poisto koneen sisältä ja ATC -yksiköstä

Puhdista koneen sisäosiin kertyneet lastut päivittäin vuoron loppuksi.

8. Koneen lähiympäristön järjestäminen

Aseta vuoron loppuksi työpisteen työkalut, laitteet ja muutkin tavarat puhtaina niille varatuille paikoille.

9. Koneen ja lähiympäristön puhdistaminen

Puhdista vuoron loppuksi koneen päälliosat, ohjausyksikkö ja tarkastusikkuna sekä työpisteen pöytätasot ja lattia.

10. HÄTÄ-SEIS napin toiminnan tarkastus

Tarkasta, että HÄTÄ-SEIS nappi pysäyttää koneen toiminnan ja jää painettaessa pohjaan.

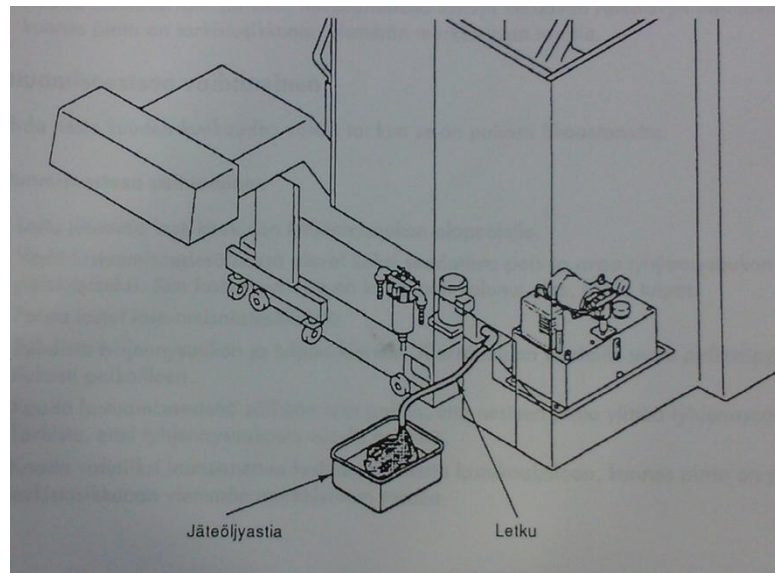
11. Johteiden suojiin kunnon tarkastus

Tarkasta, että koneen sisällä olevat takaseinän suojaelementit ovat ehjiä ja kunnolla kiinnitettyjä.

12. Jäteohdeöljyn poisto alarungosta

Vanha johdevoiteluöljy valuu johteista rungon kärkipuoleiseen päähän.

Laske tänne kerääntynyt öljy jäteastiaan.



Kuva 9. Jäteohdeöljyn poisto

13. Hydraulikkajärjestelmän öljymäärän tarkastus

Hydraulikkajärjestelmän tarkastusikkuna sijaitsee koneen oikeassa takakulmassa.

Tarkasta, että hydraulikkaöljyn pinta on öljysäiliön sivussa olevan tarkastusikkunan ylemmän viivan tasalla.

Lisää tarvittaessa hydraulikkaöljyä kunnes öljyn pinta on ylemmän viivan tasalla.

KÄYTETTÄVÄ ÖLJY: LARITA 32



Kuva 10. Hydraulikkaöljyn tarkastusikkuna

14. Lastuamismesteen pitoisuuden ja PH:n mittaus

Mittaa lastuamismesteen pitoisuus tiputtamalla tippa lastuamismestettä refraktometrin (kuva 5.) prismalle. Suuntaa sen jälkeen laite valoon päin ja lue tulos asteikolta.

Lastuamismesteen pitoisuuden tulisi olla 4 - 6 %



Kuva 11. Refraktometri lastuamismesteen pitoisuuden mittaamiseen.

Mittaa lastuamismesteen happamuus kastamalla pH – mittausliuska lastuamismesteseen ja vertaamalla liuskan väriä taulukoon.

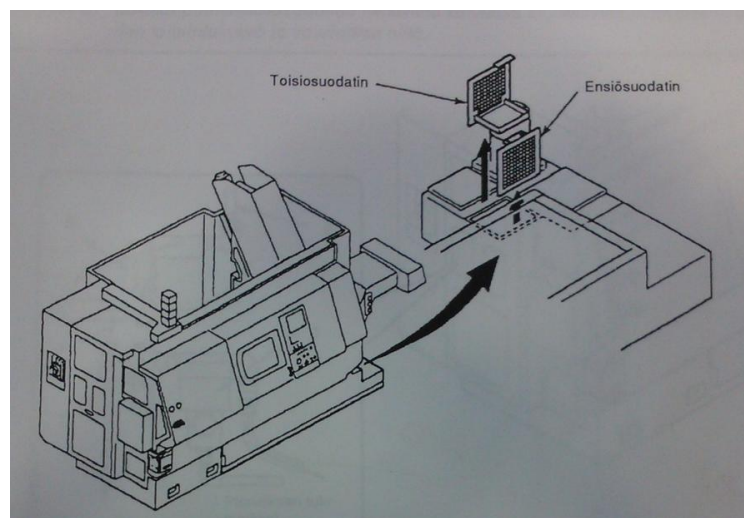
Lastuamismesteen pH tulisi olla noin 9,0



Kuva 12. pH mittaliuskat

15. Lastuamismesteen suodattimen puhdistus sekä lastunkeräys magneettien puhdistus

1. Ota toisosuodatin varovasti pois lastukaukalosta
2. Puhdista suodatin paineilmalla
3. Laita suodatin takaisin paikoilleen
4. Puhdista ensisuodatin samalla tavalla
5. Poista lastunkeräysmagneetteihin kertyneet lastut ja aseta magneetit takaisin kaukaloon



Kuva 13. Lastuamismesteen suodattimien sijainti

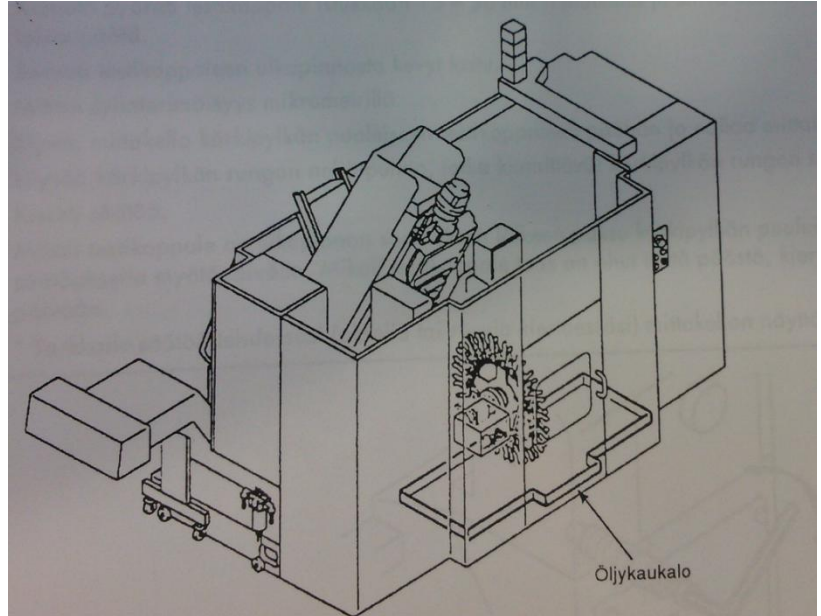
16. Ovien ja lasien puhdistus

Pyysi koneen ovet lasit puhtaaksi vipperillä ja puhdistusaineella

17. Makasiinin ja ATC-yksikön alla olevien öljykaukaloiden puhdistus

Mikäli makasiinin alla olevassa öljykaukalossa on lastuja ja lastuamismestettä, puhdista kaukalo seuraavasti:

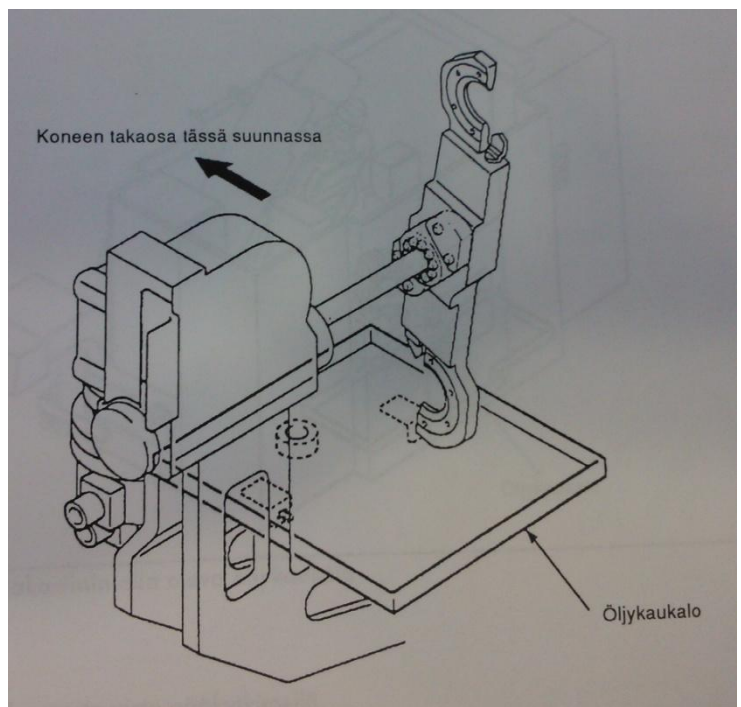
1. Katkaise koneesta virta
2. Vedä kaukalo koneen takakautta ulos
3. Sijoita muovisuppilo kaukalon tyhjennysaukon alle
4. Avaa tyhjennysaukon tulppa ja kerää valuva neste astiaan
5. Poista kaukaloon kertyneet lastut rätillä pyyhkien
6. Kiinnitä tyhjennysaukon tulppa ja työnnä kaukalo takaisin paikoilleen



Kuva 14. Makasiinin alla olevan öljykaukalon sijainti

ATC – yksikön runkoon on sijoitettu öljykaukalo. Puhdista ATC – yksikkö seuraavasti:

1. Katkaise koneesta virta
2. Poista lastut ja muu lika kaukalosta rätillä pyyhkien
3. Irrota kaukalon kiinnityspultit ja vedä kaukalo koneen takakautta ulos
4. Puhdista yksikön liukumekanismi
5. Aseta kaukalo takaisin paikoilleen ja kiinnitä pultit

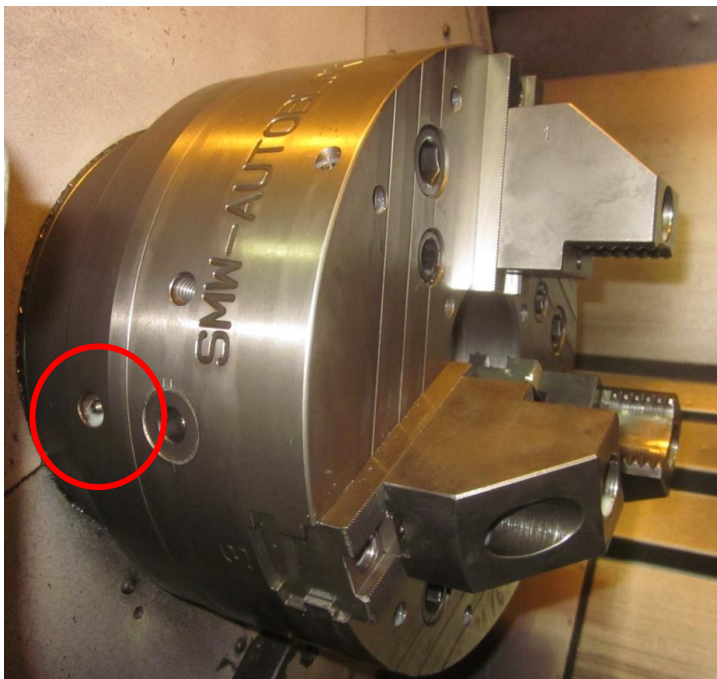


Kuva 15. ATC -yksikön öljykaukalon sijainti

18. Istukan puhdistus ja rasvaus

1. Puhdista istukan rungosta lastut ja muut epäpuhtaudet
2. Purista rasvaprässillä istukan leukoihin kunkin perusleuan ulkokehän rasvanipan kautta istukkarasvaa kolme puristusta kuhunkin nippaan
3. Pyyhi istukasta tullut vanha rasva pois istukan pinnoilta

KÄYTETTÄVÄ RASVA:
SMW K05



Kuva 16. Istukan rasvanipan sijainti

19. Jokaisen yksikön jäähdyttimen puhdistus/suodattimen vaihto

Suodattimet sijaitsevat koneen takaosassa.

Irrota suodattimen suojaritilä vetämällä suojaa ulospäin. Puhdista suodatin käyttäen paineilmaa tai vaihda suodatin uuteen. Puhdista lopuksi suojaritilä ja asenna suodatin sekä ritilä takaisin paikalleen.

Huomioi ritilöiden takaisin asennuksessa, että suojaritilät tulevat oikeinpäin.

Imuilmasuodattimien ritilöiden tulisi osoittaa yläviistoon ja vastaavasti poistoilmasuodattimien ritilöiden alaviistoon.

20. lastunkuljettimen toimivuuden ja kunnan silmä- / kuulo-määräinen tarkastus

Tarkasta lastunkuljettimen yleiskunto seuraavasti

1. Onko kuljettimen hihna ehjä
2. Onko kuljettimen pellit ehjät
3. Kuuluuko koneesta ylimääräisiä tai liian voimakkaita ääniä