

# KONEIDEN ENNAKKOHUOLTO-OHJELMA

Ennakkohuolto-ohjeiden laatiminen Novart Oy:lle

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Suunnittelupainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2011  
Jaakko Mannerkivi

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

MANNERKIVI, JAAKKO:

Koneiden ennakkohuolto-ohjelma  
Ennakkohuolto-ohjeiden laatiminen Novart Oy:lle

Mekatroniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 14 liitesivua

Kevät 2011

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia huolto-ohjeet työn tilaajan tuotannossa toimiville koneille. Tilaajana toimi Nastolassa sijaitseva Novart Oy, joka on Suomen suurin keittiökalusteiden valmistaja. Yritys tarvitsi ohjeet koneiden käyttäjien tekemille päivittäisille ja viikoittaisille huolloille. Aiemmin käytössä ei ole ollut tarkkoja ohjeita huoltojen suorittamiseen.

Huolto-ohjeet on laadittu käyttäen hyväksi laitteiden toimittajien käyttöohjeita, koneita huoltaneiden henkilöiden kokemuksia sekä koneiden vikahistoriaa ja niistä päättämällä, minkälaisia huoltoja kone vaatii. Vikahistorian ohella kunnossapitotietojärjestelmästä löytyi kaikki perustiedot koneista, mikä helpotti paljon työn tekemistä.

Tehokkaalla käytön suorittamalla huollolla on suuri merkitys koneen käytettävyyteen, luotettavuuteen ja turvallisuuteen. Kun koneet toimivat vikaantumatta, paranee tehtaan tuotanto ja tuotteiden laatu ja samalla koneen käyttäjillä on turvallisempi työympäristö. Näiden syiden vuoksi koneiden käyttäjät tulee saada motivoitua suorittamaan ohjeistetut huoltotoimenpiteet, koska he ovat lisäksi koneiden kunnossapidon perusta.

Työn tuloksena Novart Oy:lle syntyi huolto-ohjeet, jotka käsittävät koneistamon koneet eli noin 40 erilaista tuotannossa käytettävää konetta. Lisäksi ohjeet sisälsivät työn kuittauslomakkeen, jonka avulla on helppo seurata huoltojen toteutumista sekä häiriöilmoutuslomakkeen, johon kirjataan tarkempi kuvaus vioista ja häiriöistä.

Avainsanat: vikaantuminen, kunnossapito, huoltaminen

Lahti University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

MANNERKIVI, JAAKKO: Maintenance instructions for machines  
Creating maintenance instructions for  
Novart Ltd

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 42 pages, 14 appendices

Spring 2011

## ABSTRACT

---

The aim of this Bachelor's thesis was to produce maintenance instructions for machines which work in production in Novart Ltd. Novart Ltd is the biggest manufacturer of kitchen furniture in Finland. The company required the instructions for the daily and weekly maintenance operations which are made by the machine users. There were not any instructions for these operations before.

The instructions were planned by using the manuals made by machine manufacturers, the experiences of the maintenance workers and by utilizing the history of malfunctions with the machinery. With this information it was reasoned the kind of maintenance the machines require. The history of malfunctions of the machines and the basic information of the machines were found in the maintenance data system.

Efficient maintenance performed by the machine users has a great effect on the usability, reliability and safety of the machines. When the machines operate without malfunctions it increases the productivity of the factory, the quality of the products, and the safety of the workers. Machine users need to be motivated to execute the maintenance operations because they form the basis of the maintenance.

As a result of the thesis, maintenance instructions were created which cover 40 different machines that operate at the production of Novart Ltd. In addition, the instructions included a form for listing the maintenance operations which were made by the machine users and a form for writing down possible malfunctions. The forms ease the monitoring of execution of the maintenance and keeping up with the malfunction history.

Key words: maintenance, malfunctioning, service

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	NOVART OY	3
3	KUNNOSSAPIDON MÄÄRITELMÄ JA OSA-ALUEET	5
3.1	Kunnossapidon määritelmä	5
3.2	Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan	6
3.3	Ehkäisevä kunnossapito	7
3.3.1	Ehkäisevän kunnossapidon erottelu eri kategorioihin	8
3.3.2	Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteet	8
3.3.3	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet	10
3.3.4	Suunnitelmallisuus	12
3.3.5	Aikataulutaminen	13
3.4	Korjaava kunnossapito	13
3.5	Parantava kunnossapito	14
4	HUOLTO-OHJELMA PERUSTUU STRATEGIAAN	15
4.1	Total Productive Maintenance	15
4.1.1	TPM:n päämäärät	15
4.1.2	TPM kehitysohjelma	16
4.1.3	Koneiden käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon siirtymisen vaiheet	18
4.2	Luotettavuus keskeinen suunnittelumalli (RCM)	19
5	KONETURVALLISUUS	21
5.1	Lainsäädäntö	21
5.1.1	Direktiivit ja standardit	22
5.1.2	CE-merkintä	23
5.2	Koneiden riskien arviointi ja hallinta	23
5.2.1	Riskien arvioinnin prosessi	24
5.2.2	Koneissa piileviä riskejä	24
5.2.3	Riskit huolloissa ja korjauksissa	26
5.3	Turvallinen konelinja	26
5.3.1	Alueen eristäminen mekaanisella suojuksella	27
5.3.2	Alueen eristäminen sähköisellä turvakomponentilla	27

5.3.3	Hätäpysäytys	28
5.3.4	Koneen erottaminen energiansyötöstä ja kuittaus	28
5.4	Odottamattoman käynnistämisen estäminen	29
5.4.1	Turvalaitteiden käyttäminen ja mekaaninen irtikytkentä käynnistymisen estämiseen	29
5.4.2	Käynnistyskäskyn syntymisen estäminen ja käynnistyshälytys	30
5.4.3	Energiansyötöstä erottaminen ja energian purkaminen	31
6	CASE NOVART OY: HUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTUS	33
6.1	Novart Oy:n tarpeet ja tavoitteet	33
6.2	Suunnittelu	34
6.2.1	Työn aloitus	34
6.2.2	Huolto-ohjeiden laadinta	35
6.2.3	Novart Oy:n koneiden kriittisyyden arviointi	36
6.3	Toteutus	38
6.4	Huoltojen kuittauslomake	39
7	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	42

## 1 JOHDANTO

Koneiden huolto ja korjaaminen on kunnossapitoa, mutta sanoina huolto ja kunnossapito eivät ole synonyymejä. Huolto käsittää konkreettisia toimenpiteitä, kun taas kunnossapito pitää sisällään konkreettisten toimenpiteiden ohella oman ajattelutavan. Nämä kaksi termiä eivät ole täysin vakiintuneita Suomessa, mutta tässä työssä käytän näitä sanoja synonyymeinä.

Kunnossapito on hyvin tärkeä osa-alue tehtaan toimintaa tämänpäivän yhteiskunnassa, jossa automaatio ja koneet korvaavat yhä enemmän ihmisten tekemää työtä. Koneet eivät sentään osaa korjata ja huoltaa itse itseään, joten tähän tarvitaan laaja ammattikunta ihmisiä suorittamaan nämä toimenpiteet, nimittäin kunnossapitäjät.

Kunnossapidon avulla koneet pidetään käyttö- ja toimintakuntoisina. Se on tärkeä osa tuottavaa tehdasta, ja tehokkaan kunnossapidon avulla koneet saadaan toimimaan optimaalisella tehokkuudella taaten mahdollisimman suuren tuottavuuden. Koneiden käyttövarmuus on myös tärkeää yritykselle, joka haluaa taata tuotteet oikeaan aikaan asiakkaille ilman viivästyksiä. Kunnossapito takaa myös koneiden turvallisen käytön tehtaissa.

Kunnossapito on nykyään yhä enemmän ennaltaehkäisevää. Tehoikkain kunnossapitäjä onkin nykyään se, jonka koneissa on vähiten vikoja, eikä se, joka korjaa koneen nopeimmin. Novart Oy on kehittämässä toimintaansa ennaltaehkäisevään suuntaan ja pyysi minua tekemään koneisiinsa ennakkohuolto-ohjeet, joiden mukaan koneita tullaan jatkossa huoltamaan.

Huolto-ohjeiden tuli olla mahdollisimman selkeät ja kattavat ja sisältää koneille tehtävät päivittäiset ja viikoittaiset huollot. Ohjeiden yhteyteen piti suunnitella lomake, johon koneen käyttäjät kuittaavat tekemänsä huollot. Tämä lomake auttaa seuraamaan koneiden kunnossapitoa ja varmistamaan sen, että koneet tulevat huollettua ajallaan.

Koneiden ennakkohuolto-ohjeiden mukainen toiminta tulee vähentämään koneiden vikaantumista ja häiriöitä. Tämä parantaa koneiden käyttäjien turvallisuutta sekä tehostaa tuotantoa. Koneiden käyttäjät tulee saada ymmärtämään koneiden huoltamisen tärkeys ja heidät pitää saada motivoitua tekemään ohjeiden mukaiset huoltotoimenpiteet. Motivaatiota saadaan kasvatettua esimerkiksi palkitsemalla siisteydestä.

## 2 NOVART OY

Novart Oy on Suomen suurin keittiö- ja kylpyhuonekalusteita valmistava yritys. Yhtiö on osa Nobia-konsernia, joka on Euroopan johtava keittiö- ja kylpyhuonekalusteiden valmistaja. Yhtiön tehdas Nastolassa valmistaa kalusteita yli 60 vuoden kokemuksella. Tuotteita tehdään kotimaan markkinoille, mutta niitä viedään myös ulkomaille. Työntekijöitä Novart Oy:ssä työskentelee tällä hetkellä yhteensä 400. Nastolan tehtaan lisäksi Novart Oy:llä on myyntikonttorit Vantaalla ja Forssassa. (Novart Oy 2011.)

Yhtiöllä on vahva markkina-asema sekä projektimyynnissä että kuluttajakaupassa. Projektimyynnissä asiakkaina ovat suomalaiset rakennusliikkeet ja rakennuttajat. Kuluttajakaupassa yksityisasiakkaita palvelevat maan laajuisesti tuotemerkkien erikoismyymälät. Tuotemerkkejä ovat A la carte, Parma, Petra ja Nettokeittiöt sekä Keittiömaailma. Lisäksi yhtiö valmistaa NovaSani-kylpyhuonekalusteita ja Estrade-säilytysjärjestelmiä. Tuotevalikoima sisältää yhteensä yli 5000 erilaista kaappia. (Novart Oy 2011.)

Nobia-konsernin pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. Konsernilla on noin 20 brändiä monessa eri Euroopan maassa. Työntekijöitä on yhteensä noin 9000 ja liikevaihtoa yhtiö tekee noin 1,6 miljardia euroa. (Novart Oy 2011.)

Yhtiön keittiökalusteiden valmistus sai alkunsa Forssassa 1964. 70- ja 80-luvun taitteessa yhtiö kasvoi voimakkaasti yritysostojen avulla. Yhtiö osti Kiintokaluste Oy:n Kaarinasta, Puuleima Oy:n Tampereelta ja Vilka-kaluste Oy:n Nastolasta. Forssassa aloitettiin oma kalustelevytuotanto vuonna 1984. 80-luvun loppupuolella yhtiö osti A la carte- ja Cumulus-tuotemerkit ja perusti A-liike erikosliikeketjun. (Novart Oy 2011.)

Vuonna 1989 alkoi Novart Oy:n toiminta, jolloin yhtiön kotipaikaksi tuli Nastola. Kalustetuotanto päätettiin keskittää Forssaan ja Nastolaan. Tampereen kalusteteh-



das suljettiin, ja Kiintokalusteen toiminta päättyi. Vuonna 1992 emoyhtiö Novera-Yhtymä Oy:n toiminta päättyi konkurssiin ja uudeksi omistajaksi tuli Rakennustoimisto Puolimatka, jonka omisti Kansallis-Osake-Pankki. (Novart Oy 2011)

PMA-Yhtymäksi nimensä muuttanut Rakennustoimisto Puolimatka myi yhtiön liiketoiminnot ruotsalaiselle Nobia-konsernille vuonna 1998. Vuosituhannen vaihteen jälkeen yhtiö lisää myymälöiden määrää ja aloittaa vuonna 2005 Netto-Keittiö-ketjun rakentamisen. Forssan tehtaan tuotanto loppui ja kalusteiden valmistus keskittyi Nastolaan vuonna 2009. (Novart Oy 2011.)

### 3 KUNNOSSAPIDON MÄÄRITELMÄ JA OSA-ALUEET

#### 3.1 Kunnossapidon määritelmä

”Kunnossapito on erilaisten asioiden (kuten erilaisten prosessien, koneiden, laitteiden, rakenteiden, rakennusten, teiden, tieverkostojen, laivaväylien, terveyskeskusten, vesi- ja viemäriverkostojen) pitämistä toimintakuntoisina siten, että ne toimivat luotettavasti, esiintyvät viat korjataan sekä ympäristö- ja turvallisuusriskit hallitaan” EU standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 11).

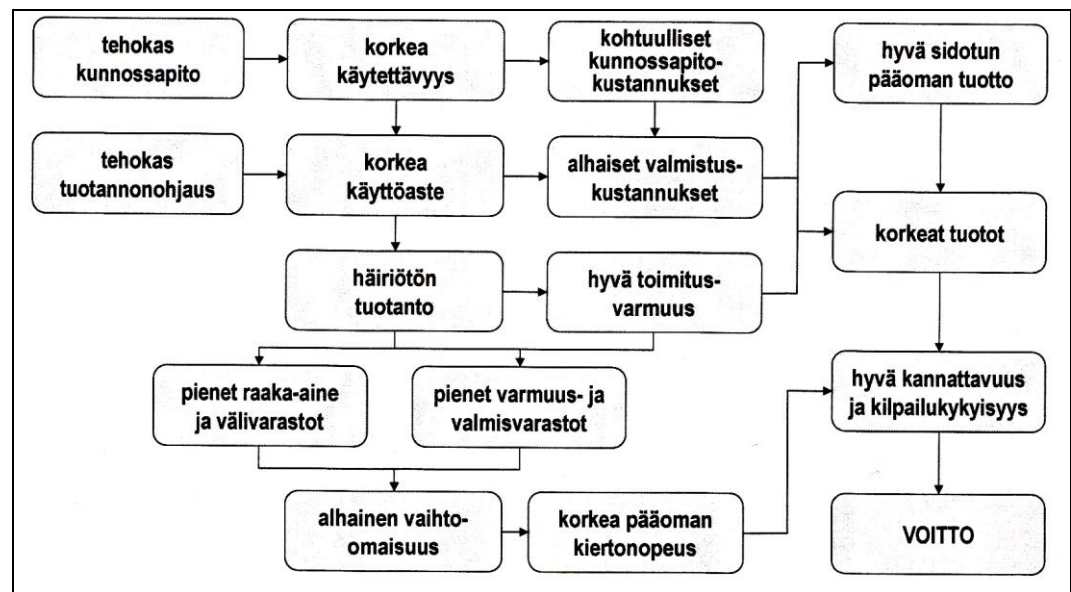
Kunnossapidossa on siis kyse laitteiden ja koneiden pidosta hyvässä käynti- ja toimintakunnossa mahdollisimman vähillä tuotannon häiriöillä. Tuotanto pyritään pitämään näin mahdollisimman tehokkaana ja seisokkiajat lyhyinä. Jos esimerkiksi yhteenkin tuotantoketjun lenkkiin tulee vika, tuotantoon tuleva katkos voi koitua nopeasti hyvin kalliiksi yhtiölle. Ongelma kasvaa olosuhteissa, joissa koneet ovat riippuvaisia toistensa toiminnasta. Tällainen tilanne tulee vastaan esimerkiksi kun jokin tuotettava kappale kulkee pitkän linjan läpi, jossa koneet ovat peräkkäin. Tällöin yhdenkin koneen vikaantuminen aiheuttaa pahimmassa tapauksessa kymmenien koneiden pysähtymisen. (Ansaharju & Maaranen 1998, 328.)

Kunnossapidossa on myös kyse koneen käyttäjän ja työntekijöiden turvallisuudesta. Käyttöasetuksessa on kaikkia koneita koskeva velvoite, jonka mukaan koneet on pidettävä säännöllisellä huollolla ja kunnossapidolla turvallisena koko niiden käyttöajan. Tämä turvallisuusmääräys pitää ottaa huomioon suunniteltaessa koneen käyttöä. Mikäli huolloista ja korjaavista toimenpiteistä huolimatta konetta ei saada enää pidettyä turvallisesti käytettävissä, kone pitää poistaa asiaan kuuluvien toimenpitein ja hankkia uusi kone tilalle. (Siirilä 2008, 43.)

### 3.2 Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan

Kunnossapidon vaikutus yrityksen tuloksen muodostumiseen on välillinen (epä-suora). Jotta kunnossapitopanostusten synnyttämät tuotot pystytään selvittämään, pitää kunnossapidon vaikutus yrityksen tulokseen tuntea. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 17.)

Yritysten tulosparannus saatetaan helposti selittää esimerkiksi tehostuneesta markkinoinnista tai suhdanteiden parantumisesta. Kunnossapitäjien tulisi pystyä itse laatimaan toimintasuunnitelmat ja budjetit sekä seurattava niiden toteutumista myös tuottojen suhteen, jottei tällaista virhetulkintaa pääsisi syntymään. Jos tällaista toimintatapaa ei noudateta, jokin muu yrityksen osasto saattaa ”omia” kunnossapitäjille kuuluvat positiiviset palautteet. Kunnossapidon kannattavuutta yrityksen toimintaan kuvastaa hyvin alla esitetty professori Veli Siekkisen tekemä vaikutusketju (KUVIO 1). (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 17.)



KUVIO 1. Kunnossapidon vaikutus yrityksen kannattavuuteen (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 17)

Vaikutusketjua analysoimalla voidaan huomata, että korkea koneiden käyttöaste on tae voittoa tulokselle. Tehokkaalla ennakoinnilla ja korjaavalla kunnossapidolla saavutetaan koneiden korkea käyttöaste, jolloin koneet toimivat häiriöttömästi ja vikaantumatta. Tämä johtaa paitsi hyvään toimitusvarmuuteen ja sitä

kautta asiakastyytyväisyyteen, myös siihen, ettei tarvitse pitää suuria varastoja. Suurten varastotilojen kustannukset nousisivat helposti suuriksi ja pääoman kiertonopeus laskisi.

### 3.3 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu säännöllisesti tehtävistä toimenpiteistä, joista tärkeimpänä on huoltotoimenpiteiden suorittaminen. Ne sisältävät suoritettavat rasvaukset, tarkistukset ja koneen puhdistuksen, siis kaiken, että kone voisi toimia suunnitellulla tavalla. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään myös vikojen aiheuttavien syiden tarkkailua sekä vikaantumisen havaitseminen ja koneen korjaaminen ennen kuin vika on pysäyttänyt koneen. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 59.)

Ehkäisevä kunnossapito on pääsääntöisesti toimintaa, joka on suunniteltua ja säännöllistä. Sitä tehdään pääsääntöisesti koneen käydessä sekä erilaisten seisokkien, mutta myös häiriöseisokkien yhteydessä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu lisäksi ennustava kunnossapito, jossa suoritetaan erilaisia mittauksia ja niiden avulla ennustetaan koneen kuntoa. Mittaus voi olla suoraa (värähtely) tai epäsuoraa (öljyanalyysi). (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 59.)

Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Tämä ehto määrittelee myös sen, kuinka paljon ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä. Toinen ehto sille, milloin ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, on se, kun kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 63.)

Ehkäisevää kunnossapitoa suunnitellessa kannattaa muistaa, ettei sitä tehdä liikaa. Liiksi ehkäisevään suuntautunut kunnossapitostrategia nostaa kohtuuttomasti kustannuksia eikä palvele enää toivotulla tavalla yrityksen tavoitteita. Pitää myös muistaa, ettei kaikkia vikoja voi ennakoida ja ehkäistä: esimerkiksi sähkölamppua

ei kannata vaihtaa ennen kuin se on palanut. Jotkut koneet eivät tarvitse huoltamista laisinkaan, jollaisia oli myös Novart Oy:llä. Koneen käyttöohjeiden huolto-osio saattoi olla kuitattu lausella, joka kertoi, ettei kone tarvitse mitään huoltotoimenpiteitä. Tällainen ohje voi hyvin pitää paikkansa, mutta saattaa olla myös laiskan insinöörin nopea päätelmä. Kummasta sitten on kyse, selviää konetta käyttämällä ja seuraamalla sen toimintaa.

### 3.3.1 Ehkäisevän kunnossapidon erottelu eri kategorioihin

Ehkäisevä kunnossapito voidaan erotella kolmeen eri kategoriaan. Käyttöseuranta koostuu lähinnä koneen käyttäjän tekemästä koneen tarkkailusta ja pienistä huoltotoimenpiteistä. Käyttöseuranta on koko kunnossapitotoiminnan perusta. Toinen kategoria on jaksotetut huollot, jotka perustuvat systemaattisuuteen. Huoltojen vaatimukset ja tavoitteet laatii koneen valmistaja yhdessä käyttäjän kanssa. Huoltojen jaksoperusteena voidaan käyttää esimerkiksi kalenteriaikaa, käyttöaikaa tai käyttömääriä. Jaksotetut huollot sisältävät hyvin monenlaisia kunnossapidon toimenpiteitä. (Aalto 1994, 33.)

Kolmas kategoria on kunnonvalvonta. Se perustuu kunnonvalvontajärjestelmän luomiseen, joka pitää suunnitellaan oikeiden periaatteiden mukaisesti. Kun tiedetään mittauksen kohteiksi otettavat koneet, valitaan ne tunnussuureet, jotka palvelevat parhaiten tarkoitusta. Tunnussuureille määritellään mittauksen suoritusajukset ja hälytysrajat, minkä jälkeen luodaan järjestelmä mittausten suoritukselle sekä järjestelmä, joka tulkitsee ja tallentaa saadut tulokset. Kunnonvalvonnan avulla saavutetaan kustannussäästöjä, turvallisempia ja tehokkaampia koneita sekä vähennetään ympäristöön joutuvia päästöjä. (Aalto 1994, 29, 33.)

### 3.3.2 Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteet

Kun koneelta vaaditaan luotettavaa toimintaa, ei häiriöitä saa esiintyä, vaan koneen pitää pystyä suorittamaan haluttu toiminto suunnitellulla tavalla. Ehkäisevän kunnossapidon avulla koneet saadaan toimimaan täysin häiriöttömästi. Se tosin

saattaa koitua hyvin kalliiksi, jolloin luotettavuustasoa on laskettava. Luotettavuustaso on siis taloudellisuus kysymys, jota tulee pohtia yrityksessä. Hankalaa ja moraalisesti arveluttavaa on arvioida vahinkoa euroina, jos prosessin vikaantuminen aiheuttaa vaaraa ihmiselle. Jos tällainen vahinko pääsee syntymään, lain mukaan yrityksen johto vastaa siitä viranomaisille. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 60.)

Tehokkaalla ehkäisevällä kunnossapidolla on selkeä taloudellinen merkitys. Tämä käy ilmi Outi Nurmilaukaksen tutkimuksesta (TAULUKKO 1). Siinä tutkittiin ehkäisevän kunnossapidon taloudellista vaikutusta paperikoneella. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 60.)

Kohde A (mittaamalla löydetty)	Kustannukset euroina			
	suunniteltu	ei-suunniteltu	menetetty kate	ero
- kuivaussylintereiden laakeriviat (5 kpl)	9 420	11 100	127 150	128 830
- kuivaussylintereiden käyttöhammaspyörät (3 kpl)	9 330	22 710	254 300	267 680
- kuivausosan huopatelojen laakerit (4 kpl)	2 620	11 990	139 870	149 240
- pick-up telan moottorivika	1 610	19 690	8 480	26 560
- Symsizerin ylätelan käyttövaihe	0	3 890	38 150	42 040
- Sulzer-imupumpun moottoriviat (2 kpl)	5 580	81 270	4 240	79 930
- Ensovac-imupumpun vika	790	4 870	101 720	105 800
- Alaviiran imutelan laakerivika	7 870	7 870	50 860	50 860
<b>Kohteet B (EH-kierroksella löydetty)</b>				
- kaikki kohteet yhteensä	20 720	39 780	500 090	
- ennakkokierrosten kustannukset	56 240			462 910
<b>Yhteensä</b>	<b>114 180</b>	<b>203 170</b>	<b>1 224 860</b>	<b>1 313 850</b>

TAULUKKO 1. Ehkäisevän kunnossapidon taloudellinen vaikutus (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 60)

Suunnitellun toiminnan kustannukset ovat vain puolet suunnittelemattoman toiminnan kustannuksista. Huolestuttavaa on se, että suunnittelematon toiminta johtaa tuotantohäiriöihin, jotka aiheuttavat yli kymmenkertaisen katemenetyksen suunnitellun kunnossapidon kustannuksiin verrattuna. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että ehkäisevä kunnossapito on huomattavasti edullisempi tapa toimia kuin

suunnittelematon. Toiseksi, suunnittelematon kunnossapito aiheuttaa välillisiä (uudelleen tekeminen, epäsuhtaiset varastot, huono laatu) menetyksiä, jotka ovat merkittävästi kunnossapidon aiheuttamia välittömiä (palkat, materiaalit, varaosat) kustannuksia suuremmat. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 60.)

### 3.3.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet

Suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen ovat tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon perusedellytykset. Työn suunnittelu poistaa työn tekemisen aikana muodostuvia viiveitä, töiden aikatauluttaminen taas poistaa töiden väliin jääviä viiveitä. Lopputuloksena resurssien hallinta tehostuu ja laitteiden vikaantuminen saadaan mahdollisimman hyvin kuriin. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 63.)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu perustuu yleensä seuraavien tietojen pohjalle:

- aikaisemmat kokemukset vikaantumisista
- koneen ja sen osien toimintatapa
- koneen valmistajan suositukset

(Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 63).

Ongelmana laitevalmistajien suosituksissa on, että ne ovat usein ylimitoitettuja. Suositukset ovat insinöörien hyviä arvauksia komponenttien kestävyys suhteen. Lisäksi ne eivät sisällä minkäänlaista käytännön kokemusta komponenttien kestävydestä, vaan aina kun uuden tyyppisestä koneesta myydään ensimmäisen kappale, siihen tehdään huolto-ohjeet ja niitä monistetaan tulevaisuudessa myytäviin koneisiin. Ainut tieto, josta analyysia voidaan tehdä, ovat myytyjen varaosien myyntitilastot. (Laine 2010, 124.)

Tehdas voi hyvin aloittaa huoltotyöt koneiden mukana toimitettujen ohjeiden mukaisesti. Olisi kuitenkin muistettava huomioida joitakin ominaisuuksia, kun huolto-ohjelmaa suunnitellaan näiden dokumenttien mukaisesti. Laitetoimittajat tekevät ohjeet usein erityisesti takuuajasta käyttöä varten. Koska takuuajana laitevalmistaja vastaa rikkoutuvista osista, on parasta tehdä sellaiset ohjelmat jotka

minimoivat nämä riskit. Tämä johtaa ensinnäkin siihen, että ohjelmissa on turhia kunnossapitotehtäviä. Toiseksi, varaosa- ja tarvikekauppa on usein tuottoisaa kaupankäyntiä laitevalmistajille, joten komponenttien vaihtovälit saattavat olla alimitoitettuja. Kolmanneksi, laitetoimittajat eivät voi tietää, millaisissa käyttöolosuhteissa ja millaisilla raaka-aineilla laitetta käytetään. Näin tuotantolaitoksen tehtäväksi jää muokata ohjelma vastaamaan tehtaan olosuhteita.

Kannatta myös muistaa, että jotkin laitemyyjät eivät panosta huolto-ohjelmien tekoon riittävästi. Ohjeet saatetaan tehdä hyvin huolimattomasti paneutumatta aiheeseen riittävästi. Kaikki koneen tilaajat saavat samanlaiset ohjeet koneelle. Jos yritys haluaa saada kilpailuedun toiseen yritykseen verrattuna, tulevat huolto-ohjeet kohdentaa omia olosuhteita vastaaviksi. Näin yritys voi saada pienen kilpailuedun toiseen yritykseen verrattuna. (Laine 2010, 130.)

Huolto-ohjelmaa laatiessa on hyvä edetä seuraavassa järjestyksessä:

1. Laite jaetaan huoltokohteisiin. Tämä helpottaa huollon aikatauluttamista sekä varmistaa, että jokainen huoltoa tarvitseva kohde tulee huollettua.
2. Arvioidaan laitteen eri vikaantumismekanismia. Tämän avulla saadaan arvioitua eri vikojen vaikutusta koneen toimintaan ja turvallisuuteen. Voidaan arvioida myös mahdollisten vikojen korjausaikoja.
3. Valitaan kunnossapitotoimenpiteet: Tarkastukset, joissa määritellään eri tarkastuskohteet sekä niiden tarkastusvälit. Tätä määrittäessä pitää ottaa huomioon lait, jotka määräävät joidenkin koneiden minimitarkastusvälejä. Erilaisilla nostimilla ja hisseillä tarkastusvälit ovat lyhyet. Tässä vaiheessa määritellään myös määräaikaishuoltojen kohteet sekä niiden huoltovälit ja tehtävät puhdistukset.
4. Arvioidaan koneen luotettavuus. Kuinka usein kone tarvitsee huoltoa? Jos koneessa on ilmennyt paljon vikoja, voidaan päätellä, että koneen huoltovälejä pitää lyhentää.
5. Kunnossapitotoimenpiteet ajoitetaan vuoden jaksolle. Kun tämä on tehty, voidaan arvioida syntyviä kustannuksia.
6. Viimeiseksi suoritetaan dokumentointi ja loppuarviointi.

(Laine 2010, 130-131.)



### 3.3.4 Suunnitelmallisuus

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu riippuu tehtävän huollon laajuudesta. Mikäli on kyse pienestä toimenpiteestä, sen suunnitteluun ei kannata panostaa liikaa.

Toimenpiteitä ei kannata suunnitella, jos

- tarvittavia varaosia ei tarvitse tilata, vaan ne löytyvät omasta varastosta
- toimenpiteellä ei ole strategista tai historiallista merkistystä
- työ on kestoltaan vähäinen (alle puoli päivää yhdeltä mieheltä)
- toiminnanohjausjärjestelmästä löytyy jo tarkat suunnitelmat, joita voidaan käyttää.

(Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 64.)

Suunnittelussa otetaan huomioon monia seikkoja, sillä suunnittelutyö on erilaista kuin kunnossapitotyö. Tästä syystä suunnittelija kannattaisi eriyttää muista kunnossapidon työntekijöistä, jotta uudet ja tehokkaat menetelmät voidaan ottaa käyttöön. Tämä mahdollistaisi myös tulevan työn suunnittelun. Toiseksi, suunnittelijat keskittyvät uusien työtehtävien suunnitteluun. Suunnittelijoiden tulisi toimittaa valmiit ja hyväksytyt kunnossapitolistat kunnossapitäjille vähintään viikkoa etukäteen. Näin kunnossapitäjät voivat toimia suunnitellusti. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 64.)

Suunnitteluosasto pitää toiminnanohjausjärjestelmää, johon kirjataan esimerkiksi tiedot laitteista ja laitenumerot. Tämän järjestelmän avulla suunnittelijat tallentavat aikaisemmin tehdyt työt ja toimenpiteet tietokantaan, joita voidaan myöhemmin käyttää hyväksi toistuvien korjausten suunnittelussa ja kunnossapitotoimenpiteiden kehittämisessä. Tärkeä toiminnan mittari onkin jo valmiina olevien suunnitelmien käyttöaste. Suunnittelijat ovat kokeneita kunnossapitäjiä, joille on annettu riittävä, suunnittelussa tarvittava koulutus. Suunnittelijat huomioivat kunnossapitäjien ammattitaidot. Yleisesti ottaen suunnittelija päättää, mitä tehdään, ja kunnossapitäjä, miten tehdään. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 64.)

Tehdyt huollot ja korjaukset tulee kirjata saman tien tietokantaan, mieluummin heti työn jälkeen. Jos niitä aletaan kirjata vasta työpäivän jälkeen tai pahimmillaan

vasta työviikon päättyessä, töistä ei saada tarpeeksi tarkkaa kuvausta tai tehdyt työt ovat kokonaan unohtuneet. Tämä johtaa siihen, ettei niistä saada optimaalista hyötyä ryhdyttäessä suunnittelemaan esimerkiksi uuden koneen valmistajan huolto-ohjelmaa täydentävää ja paranneltua ennakkohuolto suunnitelmaa.

### 3.3.5 Aikatauluttaminen

Aikatauluttaminen on toinen tärkeä osa-alue töiden hallinnassa, sillä tehokkaalla aikatauluttamisella saavutetaan huomattavasti etuja. Ensinnäkin erilaisille töille voidaan asettaa tavoiteajat, joiden avulla töiden tekemisen tehokkuutta voidaan seurata ja kehittää. Toiseksi, aikatauluttamalla kunnossapitäjän työtunnit voidaan käyttää mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. Kolmanneksi, aikatauluttamalla voidaan tehostaa eri kunnossapitotiimien keskinäistä toimintaa, jota tarvitaan esimerkiksi laajemmissa seisokeissa. Aikataulutuksen avulla saadaan myös helpotettua laajojen tehtävien suorittamista ja sen valmiiksituloa aikataulussa. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 67.)

### 3.4 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on kunnossapidon ehkä perinteisin ja yksinkertaisin muoto. Korjaavassa kunnossapidossa kone korjataan silloin, kun vikaantuminen on jo tapahtunut. Kun kone vikaantuu ilman, että vikaantumista voidaan etukäteen havaita, käytetään korjaavaa kunnossapitoa. Korjaavan kunnossapidon tavoitteena on eri keinoin saada vikaantunut kohde takaisin toimintakykyiseksi. (Aalto 1994, 28.)

Korjaava kunnossapito voidaan erotella eri toimintatavoitteisiin. Väliaikainen korjaus on toimenpide, jolla pyritään minimoimaan vikaantumisesta aiheutuva toimintakatkos. Toiseksi korjaustapahtuma voidaan suorittaa siten, että toimintakyky palautetaan entiselleen, jolloin vikaantunut kohde korjataan joko paikalla tai kohde vaihdetaan vastaavaan ja vikaantunut kohde korjataan korjaamolla. Lisäksi

voidaan suorittaa parantava korjaus, jolloin halutaan estää esiintyneiden vikojen toistuminen. (Aalto 1994, 28.)

Korjaava kunnossapito on kuitenkin joissain tapauksissa normaali menettely, koska aina ei ole järkevää vaihtaa komponenttia ennen sen vikaantumista. Ongelmaksi saattaa muodostua, ettei pohdita riittävän aktiivisesti taloudellisempia vaihtoehtoja, vaan vikaantuminen ja siihen liittyvä korjaaminen aletaan hyväksyä normaalina toimenpiteenä. (Aalto 1994, 28-29.)

### 3.5 Parantava kunnossapito

Parantavassa kunnossapidossa pyritään poistamaan vian aiheuttaja sekä selvittämään vikaantumisen perussyyt ja vikaantumisprosessi. Vikaantumisen syiden selvittäminen on ongelmanratkaisuprosessi. Ensin prosessissa pyritään tarkentamaan ongelman perussyyt ja tämän jälkeen löytämään ratkaisu sen poistamiseksi. (Leinonen 2010, 36-37.)

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä koneisiin vaihdetaan alkuperäistä uudempia osia ja komponentteja. Kohteen suorituskykyä ei siis varsinaisesti muuteta. Esimerkkinä tästä on käyttää taaajuusmuuttajaohjattuja käyttöjä vanhojen tasavirtakäyttöjen sijasta. Toinen pääryhmä koostuu toimenpiteistä, joissa koneista yritetään tehdä luotettavampia suunnitteleamalla uudelleen tai korjaamalla koneen rakenteellisia heikkouksia ja suunnitteluvirheitä. Kolmannessa pääryhmässä parannetaan koneen suorituskykyä. Koneita uudistetaan eli modernisoidaan ja koneen tuotantoprosessia uudistetaan. Tämä tapahtuu silloin, kun koneen elinkaari on sen valmistamia tuotteita pidempi. (Leinonen 2010, 36.)

## 4 HUOLTO-OHJELMA PERUSTUU STRATEGIAAN

Yrityksen johdon tulee laatia asiakasstrategian pohjalta kunnossapitostrategia eli se, miten tuotantolinjojen tulee toimia. Strategiasta johdetaan kunnossapidon tavoitteet ja operatiiviset suunnitelmat, joita ovat esimerkiksi vuosisuunnitelma ja budjetti. Jos ainoana tavoitteena yrityksen johdolla on kustannusten alentaminen, seurauksena on tehtaan alhainen tuottavuus ja laatu. (Laine 2010, 124.)

Käynnissäpidon strategiaa voi lähteä miettimään kokonaisstrategian kautta eli mitä se vaatii tuotantolinjojen toiminnalta? Asiakasnäkökulmaa miettiessä ainakin toimitusten aikataulun pitävyys ja hyvä laatu ovat tärkeitä. Taloudellista näkökulmaa miettiessä esiin nousee tuotantokustannusten edullisuus, tuottavat investoinnit ja ennakoivan kunnossapidon lisääminen korjaavan kunnossapidon kustannuksella. Työntekijän näkökulmasta tärkeää on työn turvallisuus ja yhteistyön toimivuus. (Laine 2010, 124.)

### 4.1 Total Productive Maintenance

TPM eli Total Productive Maintenance on strategia, jossa koko organisaatio sitoutuu ylläpitämään, kehittämään ja huoltamaan tuotantokapasiteettia. Ratkaisevassa roolissa onkin, kuinka kaikki henkilöt saadaan motivoitua riittävällä tavalla. TPM perustuu joukkuepeleihin ja siihen, että joukkueelle kerrotaan, mikä on päämäärä, ja joukkueiden jäsenet yksilöinä pystyvät vaikuttamaan siihen, miten hyvin sinne päämäärään päästään. (Laine 2010, 41-42.)

#### 4.1.1 TPM:n päämäärät

Keskeiset päämäärät TPM-strategiassa on maksimoida koneen kokonaistehokkuus, kehittää koko koneen eliniän kattava kunnossapitosysteemi sekä sitoa mu-

kaan kaikki ihmiset, jotka liittyvät koneen suunnitteluun, käyttämiseen tai kunnossapitoon. Kunnossapidon toteutus siirretään niille ihmisille, joiden työtehtäviin kone jollain tavoin liittyy, eli lähinnä kunnossapito-osastolle ja koneen käyttäjille. Näillä päästään laitteiden parempaan kokonaistehokkuuteen häiriöiden poistuttua. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 93.)

Kunnossapidon toteutus Novart Oy:llä muistuttaa hyvin pitkälti TPM:n päämääriä ja sen strategiaa. Kunnossapito toteutetaan kunnossapito-osaston ja koneiden käyttäjien voimin, mutta myös muuta henkilökuntaa on sidottu mukaan. Työnjohto suunnittelee ja aikatauluttaa työt, mikä vapauttaa kunnossapito-osaston keskittymään vain olennaiseen eli koneista huolehtimiseen.

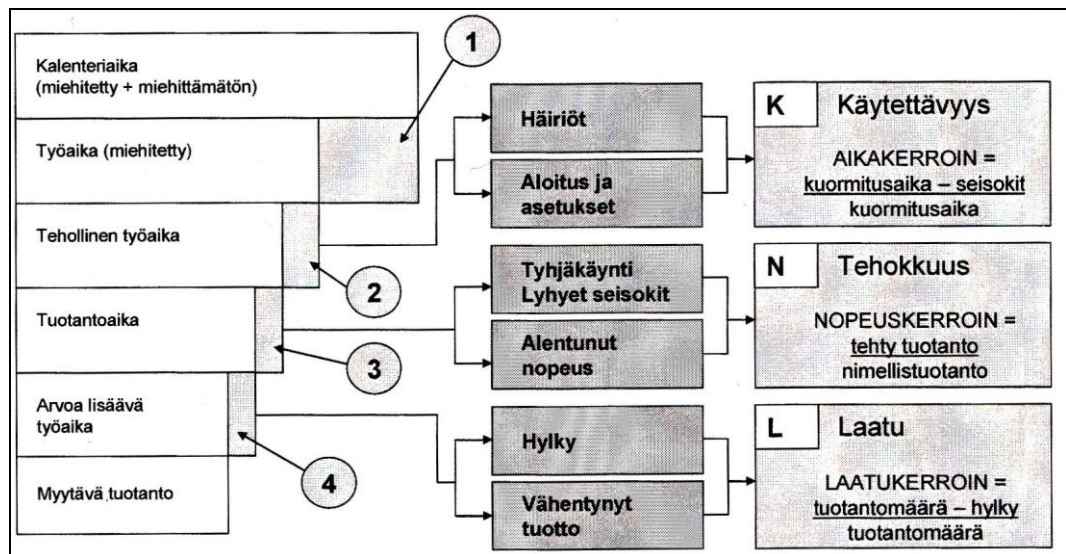
TPM sisältää menetelmiä analysointiin, tiedonkeruuseen, prosessin ohjaukseen ja ongelmien ratkaisuun. Näillä menetelmillä pyritään lisäämään laitteen tehokkuutta. TPM kannustaa koneen käyttäjiä ja kunnossapidon henkilökuntaa työskentelemään yhdessä. TPM pitää sisällään myös toimintoja, kuten tuotannonohjauksen, laadun, suunnittelun, ostotoiminnan sekä johdon. Lisäksi TPM edistää jatkuvia laiteparannuksia ja sille on laajaa käyttöä muunmuassa standardisoinnissa ja työpaikkojen organisoinnissa (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 93.)

#### 4.1.2 TPM kehitysohjelma

Kehitysohjelma koostuu kolmesta eri vaiheesta: kuntovaiheesta, mittausvaiheesta ja kehitysvaiheesta. Kuntovaiheen ensimmäinen tehtävä on arvioida jokaisen koneen kriittisyys kunnossapidon suhteen. Erilaisia kriteereitä ovat esimerkiksi korjauksen helppous, jossa kannattaa pohtia, tarvitseeko vian korjaus erikoisosaamista. Koneiden luotettavuutta arvoitaessa arvioidaan eri tekijöiden vaikutusta luotettavuuteen. Tuotteiden läpimeno nopeus ja vikojen vaikutus turvallisuuteen ovat tärkeitä kriteereitä. Ensin huolletaan eniten pisteitä saanut kone ja niin edelleen. Toinen tapa priorisoida on tutkia koneiden vikahistoriaa. Kuntovaiheessa suoritetaan myös koneiden kunnan arviointi sekä kunnostus, jossa tapahtuu aikataulutus, sekä

suoritetaan kunnostaminen ja puhdistus. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 94.)

Mittausvaiheessa tärkein asia on tutkia laitteen kokonaistehokkuutta. Siinä tunnistetaan kuusi hävikkiä ja ryhdytään poistamaan niitä. Hävikit voivat johtua siitä, että kone on rikki, mutta myös siitä, että kone ei toimi optimaalisella teholla. Kuvio 2 esittää kuuden hävikin eri osa-alueita. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 97.)



KUVIO 2. Kuuden hävikin kaaviokuva. Kone ei ole miehitetty = (1), Seisokkihäviö = (2), Nopeushäviö = (3), Laatuhäviö = (4) (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 97.)

Hävikit 2-4 voivat johtua huonosti toteutetusta kunnossapidosta. Tehokkaalla huollolla kone saadaan toimimaan tehokkaammin, jolloin ei kärsitä nopeushäviötä. Seisokkihäviöt voivat johtua suunniteltujen huoltotoimenpiteiden suorittamisesta, mutta myös vioista ja häiriöistä, jotka olisivat voineet olla estettävissä tehokkaalla kunnossapidolla. Tehokas huolto takaa myös tuotteiden paremman laadun. Ensimmäistä kohtaa eli miehittämätöntä konetta taas ei voida estää, koska työntekijät tarvitsevat lepoaika.

Kehitysvaiheessa ja toiselta nimeltä ongelmanratkaisuvaiheessa etsitään syytä, miten häviöt heikentävät toimintaa. Jos tähän ongelmaan perehdytään kunnolla, syyt voivat löytyä helposti. Syytä saattaa löytyä niin koneiden käyttäjistä kuin

myös koneista, mutta myös kunnossapitäjistä. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 100.)

#### 4.1.3 Koneiden käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon siirtymisen vaiheet

TPM:n yksi peruselementti on koneiden käyttäjien osallistuminen kunnossapitoon. Tämä on järkevää jo sen takia, että koneiden käyttäjillä on tuorein ja paras tieto koneiden kunnosta ja sen toiminnasta. (Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 101.)

Käytön suorittamaan kunnossapitoon siirrytään seitsemän askeleen ohjelmalla:

1. Ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan perusteellinen puhdistus. Tarkoituksena on poistaa kulumista kiihdyttävät tekijät. Puhdistuksen yhteydessä tapahtuu myös tarkastus koneille.
2. Koneen ympäristön siistiminen: Puhtaalla ympäristöllä nopeutetaan kulkua koneille, parannetaan turvallisuutta sekä lisätään koneiden käytettävyyttä, mutta myös nopeutetaan erilaisten dokumenttien löytymistä.
3. Puhdistus- ja huolto-ohjeet: Koneille laaditaan selvät ohjeet, joiden pohjalta huollot suoritetaan säännöllisesti.
4. Yleistarkastukset: Koneille laaditaan tarkastusohjeet ja koulutetaan koneen käyttäjät. Jos tarkastuskohteisiin pääsy on vaikeaa, rakenteita voidaan modifioida, jotta tarkastusten teko onnistuu.
5. Käytön suorittamat tarkastukset: Tarkastusta ei suoriteta pelkästään koneelle vaan myös käytön ja kunnossapidon tehokkuutta tarkastellaan. Tehokas tietokonejärjestelmä auttaa jakamaan informaatiota koneiden käyttäjien ja kunnossapitäjien välillä.
6. Toimintojen organisointi ja optimointi: Tarvikkeille ja työkaluille määritellään tietyt paikat ja kulutustarvikkeille määritellään minimimäärät ja tilausrutiinit. Tarkastuksia voidaan helpottaa värjäämällä tai numeroimalla eri kohteita. Lämpötiloja voidaan seurata antureilla, jotka ilmaisevat eri värein eri lämpötilat.

7. Jatkuva kunnan seuranta: Laaditaan koko yritystä koskevat tavoitteet. Henkilöä kannustetaan oppivaan toimintatapaan. Koneiden käytettävyyttä parannetaan kerättyjen tietojen pohjalta.  
(Järviö & Kunnossapitoyhdistys 2004, 101-103,107.)

#### 4.2 Luotettavuus keskeinen suunnittelumalli (RCM)

Reliability Centered Maintenance on hyväksi koettu strategia kunnossapitoon. Siinä ajattelumalli on perustaltaan hyvin yksinkertainen: Analyysien pohjalta valitaan oikeanlaiset toimenpiteet, jotta laitoksen häiriötön toiminta onnistuu mahdollisimman vähäisellä kunnossapitotyöllä. Hyvä kunnossapito-ohjelma takaa enemmän ja paremman laatuiset tuotteet turvallisemmin ja edullisemmin. (Laine 2010, 126.)

RCM on paras toimintamalli saavuttaa alhaisemmat kustannukset ja korkeampi luotettavuus. Vaikka laitteen valmistajan tekemät ohjeet ja omat kokemukset ovat tärkeitä tietoja kunnossapidon strategiaa suunniteltaessa, niillä tulisi olla kuitenkin toissijainen asema RCM-strategiaa suunniteltaessa. (Laine 2010, 126.)

Kun kehitystyötä ruvetaan tekemään, työ lähtee asettelemalla oikeita peruskysymyksiä, joilla ongelmaa lähdetään parantamaan. Luova tapa on lähteä etsimään kokonaan uusia polkuja eikä aina tyytyä perinteisiin ajattelutapoihin. RCM selvitukset osoittavat, että on paljon hyödyllisempää kysyä, miksi kunnossapidon toimenpiteitä pitää suorittaa, sen sijaan että kysyttäisi, mitä toimenpiteitä pitää tehdä. Tällaista luovaa ajattelutapaa ei välttämättä suosita yrityksissä, koska epäonnistumista pelätään ja pahimmassa tapauksessa siitä vielä rangaistaan. (Laine 2010, 126.)

RCM-menetelmää hyväksikäyttäen tapahtuva kunnossapidon kehittäminen alkaa analysointityöllä. RCM-analyysi perustuu kolmeen testattuun dogmiin: 1. Kunnossapito pitää kohdentaa työstölinjojen kriittisimpiin paikkoihin ja komponentteihin, joiden vaikutus tuottavuuteen on suurin. 2. ”Ketju on yhtä vahva kuin sen heikoin



lenkki.” Tämä pitää myös muistaa tuotannon järjestelmissä. Ensimmäinen askel kohti huippuluotettavuutta on siis määrittellä yksittäisten osien luotettavuus. 3. Komponenttien luotettavuus pitää saada pysymään suunnitellulla tasolla siinä ympäristössä, jossa niitä käytetään. (Laine 2010, 126.)

RCM-menetelmä on hyvä strategia, kun tuotannon koneita voidaan jakaa eriarvoisiksi kriittisyyden suhteen. Kriittisimmät koneet eli koneet, jotka vaikuttavat eniten tuottavuuteen, ovat ensiarvoisessa asemassa, kun huoltotöitä aletaan tehdä. Näihin tehtaan tärkeimpiin koneisiin panostetaan eniten kunnossapidon resursseja. Tämä on hyvin järkevää ja välttämätöntä jos kunnossapidolla ei ole aikaa kaikkien koneiden täydelliseen huoltamiseen. RCM-menetelmää kannattaa soveltaa myös silloin tehtaan toimintaan, kun halutaan vähentää kunnossapitoa ja näin alentaa sen kustannuksia ja sitä kautta parantaa yrityksen tulosta.

Tärkein RCM-menetelmässä käytetty analyysi on vika-vaikutusanalyysi, jonka tarkoituksena on auttaa ymmärtämään kokonaisuutta ja eri osien vaikutusta siihen. VVA:ssa laitekokonaisuudesta tehdään analyysi siitä, millaisia vikoja koneeseen voi tulla, miten ne ilmenevät, mistä ne johtuvat ja mitä seurauksia niistä on koko tuotantolinjan toiminnalle. Analyysissä selvitetään ensinnäkin, mitä laitteen ja sen osien kuuluu tehdä. Toinen analysoitava seikka on, mitä toiminnallisia häiriöitä laitteeseen voi tulla. Kolmanneksi on selvitettävä, kuinka vioittuminen tapahtuu ja miten vika vaikuttavat laitteen toimintaan. Lopuksi on analysoitava, miten vikojen syntyminen voidaan estää. Edellä mainittujen kysymysten pohjalta rakennetaan laitteelle kunnossapitostrategia. (Laine 2010, 127.)

## 5 KONETURVALLISUUS

Työntekijä ei saa vaarantaa itseään tehdessään koneen parissa töitä. Käytettävän koneen tulee siis olla kaikilta osin turvallinen käyttää. Turvallisuutta pitää ottaa huomioon ennen kuin konetta edes on olemassa, eli turvallisuuden suunnittelu aloitetaan jo koneen suunnitteluvaiheessa. Kone tulee rakentaa niin, että sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa turvallisesti. Turvallinen kone vaatii yleensä erillisiä turvakomponentteja ja ratkaisuja, koska koneita voidaan harvoin suunnitella täysin vaarattomiksi. Erilaiset turvalaitteet voidaan jakaa mekaanisiin komponentteihin ja sähköisiin turvakomponentteihin. Mekaaniset komponentit jakautuvat alueen eristäviin aitoihin tai erilaisiin pienempiin mekaanisiin suojiin, kuten koteloihin. Sähköiset turvakomponentit voidaan jakaa aktiivisiin komponentteihin kuten hätäpysäytin tai passiivisiin komponentteihin, jollaisia ovat muun muassa turvamatot ja rajakytkimet

Koneen toiminta perustuu ihmisen ja koneen vuorotteluun, mikä pitää ottaa huomioon turvallisuudessa. Koneen ja ihmisen työn jako pitää olla suunniteltu molempien vahvuuksien mukaisesti. Huonosti suunnitellun koneen yhteydessä ihminen joutuu tekemään töitä, jotka sopisivat paremmin koneille. Koneille sopivat paremmin monotoniset ja voimaa vaativat tehtävät ja valvontaa sekä muistia vaativat tehtävät. Ihmiselle kannattaa suunnata tehtävät, jotka vaativat mukautumista muuttuviin olosuhteisiin tai suunnittelua vaativiin tehtäviin.

### 5.1 Lainsäädäntö

Koneen turvallisuuteen voidaan vaikuttaa parhaiten sen ollessa vielä suunnitteluvaiheessa. Koneen suunnittelijan tulee suunnitella kone mahdollisimman turvallisiksi ja ottaa huomioon turvallisuus seikat heti suunnittelun alkuvaiheessa. Mitä pidemmälle suunnittelu etenee, sitä vaikeampaa ja kalliimpaa on vaikuttaa loppu-

tulokseen. Huonoimmassa tapauksessa turvallisuutta arvoidaan vasta, kun kone on valmis ja siitä on mahdotonta tehdä turvallinen. (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

Lainsäädäntö edellyttääkin, että koneen valmistaja ottaa turvallisuuden huomioon koneen suunnitteluvaiheessa. Kone pitäisi suunnitella aina niin turvallisesti, ettei erillisiä turvalaitteita tarvita. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, jolloin suunnittelijan on mietittävä vaarakohdan suojaamiseksi turvalaiteratkaisuja. Jos suojalaitteillaan konetta ei saada turvallisesti, valmistajan tulee varoittaa vaaroista joita koneen käyttäjään kohdistuu. (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

### 5.1.1 Direktiivit ja standardit

Koneen suunnittelusta ja rakentamisesta säädetään laissa eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004, ns. konelaki) sekä valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta (400/2008, ns. koneasetus). Jokaisen EU:n jäsenmaan on pitänyt kirjoittaa koneiden turvallisuutta koskeva lainsäädäntönsä konedirektiivin mukaisesti. Tämä konedirektiivi säätelee työkäyttöön sekä kuluttajien käyttöön tarkoitettujen koneiden turvallisuutta. (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

Suomessa konedirektiivi on saatettu voimaan koneasetuksella. Jos valmistaja suunnittelee ja valmistaa koneen koneasetuksen vaatimusten mukaan, saa konetta myydä vapaasti sekä ottaa käyttöön koko EU:n alueella. Koneasetus koskee koneen suunnittelu-, valmistus- ja myyntivaihetta. Koneen käyttöönottoa ja muuta myöhempää käyttöä säädelään työnantajaa koskevassa valtioneuvoston asetuksessa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008, ns. käyttöasetus). (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

Standardit ovat direktiivejä täsmentäviä vaatimuksia. EU-komissio on antanut tehtäväksi eurooppalaisille standardisointijärjestöille laatia direktiivejä täydentäviä standardeja. Eurooppalaisia ja kansainvälisiä standardisointijärjestöjä ovat CEN, CENELEC, ETSI, ISO ja IEC. Nämä eurooppalaiset standardit julkaistaan EN

tunnuksella. Jos standardin edessä on SFS, on standardi Suomen Standardisoimisliiton julkaisema. (Siirilä & Kerttula 2009, 18.)

Koneturvallisuutta käsittelevät EN-standardit jaetaan kolmeen ryhmään. A-tyyppin standardit ovat kaikkiin koneisiin sovellettavia yleisiä standardeja. B-tyyppin standardit käsittelevät tiettyä turvallisuustekijää, kuten esimerkiksi melua tai tiettyä turvallisuusratkaisua, esimerkiksi odottamattoman käynnistymisen estämistä. Jos taas standardit käsittelevät tiettyä konetta tai koneryhmää, puhutaan C-tyyppin standardeista. Suunnittelussa on käytetään uusimpia standardeja, koska standardit ovat voimassa viisi vuotta, jonka jälkeen niitä aletaan päivittämään. (Siirilä & Kerttula 2009, 18.)

### 5.1.2 CE-merkintä

Ennen kuin kone voidaan saattaa markkinoille ja ottaa käyttöön, se pitää varustaa CE-merkinnällä. CE-merkintä on osoitus siitä, että kone täyttää koneasetuksen vaatimukset ja muut mahdolliset konetta koskevat direktiivit tai niitä vastaavat kansalliset säädökset. CE-merkintä tulee kiinnittää pysyvällä tavalla ja merkinnän tekee koneen valmistaja. Kun koneessa on CE-merkintä, sitä saa vapaasti myydä koko Euroopan talousalueella. Ennen markkinoille saattamista ei tarvita enää minkään viranomaisen tai kolmannen osapuolen hyväksyntää. Poikkeuksen tekee erittäin vaarallisiksi luokitellut koneet, jotka vaativat, että kone on rakennettu Eurooppalaisten standardien mukaisesti tai koneen laatu järjestelmän on hyväksynyt kolmas osapuoli. (Siirilä & Kerttula 2009, 201.)

## 5.2 Koneiden riskien arvointi ja hallinta

Riski määritellään siten, että se on seurausten vakavuuden ja seurausten toteutumisen todennäköisyyden tulo. Seurausten vakavuudelle ja seurausten toteutumisen todennäköisyydelle annetaan jonkin valitun jaottelun mukaiset lukuarvot sen mukaan, kuinka vakavana tai todennäköisenä onnettomuutta pidetään. Riskin taso nousee sen mukaan, kun seurausten vakavuus ja toteutumisen todennäköisyys

kasvaa. Käytössä on myös kaavioita ja taulukoita, joiden avulla riskin taso saadaan määritettyä riskin seurauksen ja todennäköisyyden perusteella. (Siirilä & Kerttula 2009, 12.)

### 5.2.1 Riskien arvioinnin prosessi

Kone suunnitellaan ja rakennetaan koneen valmistajan tekemän riskien arvioinnin perusteella siten, että valmiin koneen riskit ovat riittävän pienet. Riskien arviointia päivitetään suunnittelun edetessä, joten riskien arvioiminen ja niiden hallinta ovat tärkeä osa koneen suunnitteluprosessia. Koneiden riskejä voidaan alkaa miettiä määrittämällä koneen ominaisuuksia. Tämän jälkeen tunnistetaan koneen vaaratekijöitä ja niistä aiheutuvia riskejä. Lopuksi liian suuriksi arvoidut riskit poistetaan tai vähennetään ja niihin käytettävät toimenpiteet arvoidaan. (Siirilä & Kerttula 2009, 32.)

### 5.2.2 Koneissa piileviä riskejä

Koneet sisältävät monenlaisia mekaanisia vaaroja, jotka johtavat valitettavan useasti vakaviin onnettomuuksiin. Yleisimpiä tapaturmia ovat sormiin ja käsiin suuntautuneet onnettomuudet. Ne syntyvät helposti, jos henkilön käsi takertuu koneeseen tai käsi joutuu puristuksiin. Henkilön raaja voi myös leikkautua tai saada viillon terästä. Koneista voi myös irrota työkappale, terä tai jotakin vaarallista ainetta, esimerkiksi happoa. Henkilöön kohdistuu vaaroja, jos kone kaatuu päälle tai henkilö putoaa koneen päältä. (Siirilä & Kerttula 2009, 33.)

Sähköä käyttävät koneet sisältävät sähköstä johtuvia vaaroja. Sähköstä aiheutuvat vaaratilanteet syntyvät, kun henkilö koskee jännitteellistä osaa tai vian seurauksena jännitteelliseksi tulleeseen osaan. Koneessa tulee olla huolella suunnitellut suojaadoitukset, jotka estävät koneen metalliosien jännitteelliseksi tulemisen vian seurauksena. Tärkeä suoja sähkön muodostamia vaaroja vastaan on lukittava sähkönsyötön erotuskytkin sekä piiri- ja kytkentäkaaviot. Koneen käyttäjille on tärkeää painottaa, ettei sähkökaappia saa avata tai puhdistaa kuin siihen asianmukaisen

koulutuksen saaneet. Koneen olosuhteet pitää huomioida kun koneeseen valitaan oikealla IP-luokituksella varustettua sähkökaappia. (Siirilä & Kerttula 2009, 33.)

Koneen suunnittelussa ei pidä unohtaa ergonomiaa. Pitkät sairauslomat saattavat johtua koneiden ergonomisten periaatteiden huonosta suunnittelusta. Koneiden hyvää ergonomiaa on se, että työtä tekevä henkilö ei rasita fyysisesti liiaksi itseään eikä joudu työskentelemään asennoissa, joissa voisi loukata itseään. (Siirilä & Kerttula 2009, 33.)

Suuria vaaratekijöitä koneissa voi aiheuttaa osien lämpötila tai koneen energiansyötöstä katkeaminen ja koneen osien rikkoutuminen. Lämpötilasta aiheutuvat vaarat koskevat lähinnä kunnossapitäjiä, sillä koneen kuumat osat ovat yleensä hyvin suojattuja. Riski kasvaa, kun konetta aletaan huoltaa heti koneen pysähdytyä, jolloin koneen jotkut osat saattavat olla vielä polttavan kuumia. Vakava vaaratilanne saattaa syntyä, kun koneesta kytkeytyy yllättäen sähköt pois, jolloin yläasennossa olevassa koneen osassa saattaa olla valtavasti potentiaalienergiaa. Rikkoutuneet osat voivat myös aiheuttaa vaaratilanteita, jos esimerkiksi sirkkelin terä irttoa kovassa pyörimisnopeudessa ja sinkoutuu päin ihmistä. (Siirilä & Kerttula 2009, 33.)

Koneista saattaa puuttua turvatekijöitä ja laitteita tai ne on sijoitettu väärin. Nämä vaaratekijät voidaan yleensä laittaa täysin koneen suunnittelijan vastuulle. Melun aiheuttamia vaaroja vastaan on helppo suojautua kuulosuojaimilla, jotka ovat tänäpäivänä mukavia käyttää ja saattavat mahdollistaa radion kuuntelun. Muita vaaratekijöitä ovat muun muassa säteilyvaarat ja vaaratekijöiden yhdistelmät. (Siirilä & Kerttula 2009, 33.)

Kunnossapitäjän kannalta suurimmat riskit ovat mekaanisia vaaroja. Huoltoja suorittaessaan henkilö saattaa joutua kiipeämään pahoihin paikkoihin ja pudota. Kunnossapitäjät saattavat myös joutua purkamaan koneita tehdäkseen huoltoja, jolloin on mahdollista, että kone esimerkiksi kaatuu päälle tai koneen rakentellinen kestävyys heikkenee liikaa. Puristumis- ja leikkautumisvaaroja voi syntyä jos kone lähtee yllättäen käyntiin huollon aikana. Vaaramomentti sisältyy myös kuumiin

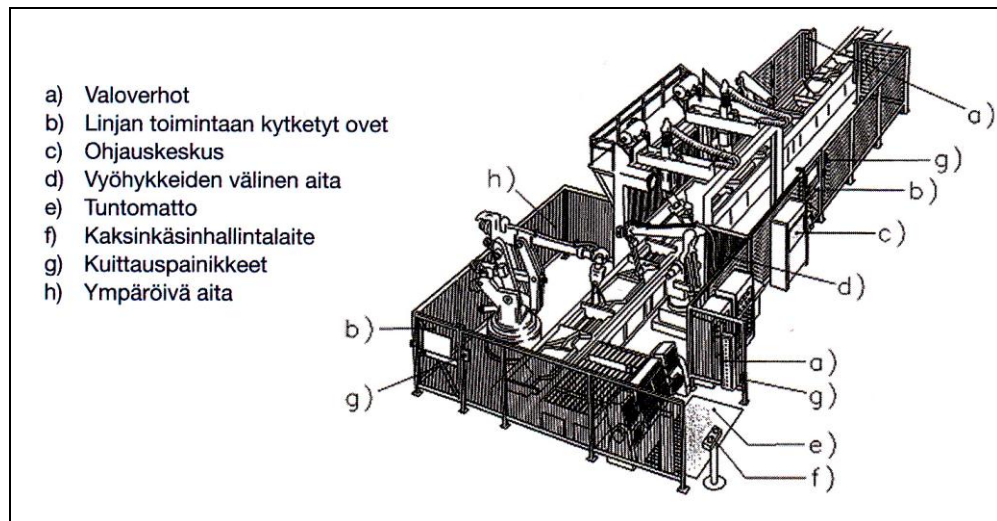
koneen osiin, jotka saattavat yllättää huoltomiehen, jos huolto aloitetaan välittömästi koneen pysähtyneenä.

### 5.2.3 Riskit huolloissa ja korjauksissa

Huollon ja korjauksen tarve on otettava huomioon valaistuksessa, työtasoissa ja muissa koneen ympäristön suunnitelmissa. Samoin on otettava huomioon se, että konetta joudutaan mahdollisesti purkamaan huoltotöiden ajaksi. Koneiden on oltava vakaita ja turvallisia näissäkin tilanteissa. Tapaturmia sattuu myös paljon vikojen etsimisen yhteydessä. Siksi yksi koneiden oleellisimmista turvallisuusvaatimuksista edellyttää koneen varustamista erityisellä vianetsintälaitteella, tai koneessa on oltava vähintään liitännämahdollisuus tällaista laitetta varten. (Siirilä 2008, 336-337.)

### 5.3 Turvallinen konelinja

Turvallinen konelinja koostuu yleensä erilaisten suojusten ja turvalaitteiden yhdistelmistä. Turvakomponentit voidaan jakaa mekaaniisiin ja sähköisiin. Mekaaniset turvakomponentit jakautuvat edelleen aitoihin ja erilaisiin koteloihin ja kehiköihin. Sähköiset turvakomponentit jakautuvat hätäpysäyttimiin ja passiivisiin turvakomponentteihin. Kuviossa 3 on esimerkki kokoonpanolinjasta, jossa käytetään erilaisia suojuksia ja turvalaitteita. Linjaan kuuluu mm. robotteja, manipulaattoreita ja kuljettimia. (Siirilä 2008, 233.)



KUVIO 3. Esimerkki turvallisesta kokoonpanolinjasta (Siirilä 2008, 234)

### 5.3.1 Alueen eristäminen mekaanisella suojuksella

Tässä esimerkissä (KUVIO 3) turvallisuuden perusratkaisuna on käytetty vähintään kahden metrin korkuista aita, joka on halpa ja erittäin luotettava turvaratkaisu. Jos robotti- tai muussa sovelluksessa on mahdollista, että tarttujasta irtoaa ja sinkoutuu kappale, voi olla tarpeen käyttää korkeampaakin aitaa. Aita on sijoitettava niin etäälle, ettei aukoista yllä lähimpiin vaarakohteisiin. Vaarakohteita arvioidessa robotin liikealueena pidetään tilaa, johon se voi ulottua, kun siinä on suurikokoisin työkalu tai suurin työkappale. Robotin rajoittamista ohjelmallisesti ei oteta huomioon, koska sellaisen turvalliseen vikaantumiseen ei voida luottaa. Esimerkissä robotin liikkumissektoria on pitänyt rajoittaa, muuten se ylittäisi aidan yli. (Siirilä 2008, 233-234.)

### 5.3.2 Alueen eristäminen sähköisellä turvakomponentilla

Yksinkertainen tapa valvoa vaaravyöhykkeelle suuntautuvaa liikennettä on asentaa rajakytkin vaaravyöhykkeelle johtavaan oveen. Oven aukaisu vaikuttaa rajakytkimeen ja sähköt katkeavat alueelta. Jos vaaravyöhykkeelle ei haluta ovea, liikennettä voidaan valvoa valoverholla, valopuomilla tai laserskannerilla. Näillä turva-



komponenteilla voidaan saada hyvin luotettavasti tunnistettua kohde ja pysäytettyä kone, mutta ne eivät suojaa sinkoutuville osilla eikä vaaravyöhykkeelle ole fyysistä estettä. Tuntomatto, tuntoreuna tai tuntopuskuri tunnistavat henkilön saapumisen vaaravyöhykkeelle ja lisäksi henkilön olemisen vaaravyöhykkeellä. (Siirilä 2008, 99-100,101.)

### 5.3.3 Hätäpysäytys

Koko järjestelmän pysäyttävä hätäpysäytin on oltava vähintään ohjauskeskuksessa. Lisäksi hätäpysäyttimiä on oltava aidatun alueen sisällä. Niitä saatetaan tarvita, kun ollaan aitauksen sisällä ja koneita ajetaan käsiohjauksella. Lisäksi jokaisessa koneessa pitää olla oma hätäpysäytin. Se ei ole ensisijainen turvatoiminto, mutta niitä tarvitaan, jos jotain odottamatonta tapahtuu. Hätäpysäytys voidaan toteuttaa normaalin painonapin sijasta myös köydellä, jota vetämällä kone saadaan pysäytettyä. (Siirilä 2008, 236.)

Koneeseen suunniteltujen turvalaitteiden ja turvakomponenttien pitäisi estää vaaratilanteet, mutta hätäpysäytin on helppo ja nopea tapa pysäyttää kone vaaratilanteessa. Hätäpysäytintä ei tosin ole kovin ”helppoa” painaa, jos ei ole kyse todella vaarallisesta tilanteesta. Yhden koneen pysäyttäminen voi saada tehtaan suuren linjan pysähdyksiin ja keskeyttämään linjan tuotannon. Lisäksi koneet on hankala käynnistää uudelleen, joten epävarmoina aikoina kukan työntekijä ei halua riskeerata omaa työpaikkaansa ja asemaansa, jos ei ole niin sanotusti tosikysymyksessä.

### 5.3.4 Koneen erottaminen energiansyötöstä ja kuittaus

Ohjauskeskuksessa on oltava lukittavissa oleva syötön erotuskytkin. Jos järjestelmään tulee paineilmaa, tulisi lukittava sulkuventtiili olla ohjauskeskuksen vieressä. Kuittauksella tarkoitetaan sitä, että käyttäjä varmistaa katsomalla, ettei vaara-alueelle ole jäänyt ihmistä. Koneen luotettavaa erottamista energiansyötöstä ja kuittausta käsitellään laajemmin luvussa 5.4 Odottamattoman käynnistymisen estäminen. (Siirilä 2008, 236.)

## 5.4 Odottamattoman käynnistämisen estäminen

Yksi tavallisimmista onnettomuuden syistä automaattisilla koneilla on sen odottamaton käynnistyminen. Tyypillinen lähtökohta onnettomuudelle on työntekijän meno vaara-alueelle tarkoituksenaan huoltaa konetta ja selvittääkseen, mistä pysähdys johtui. Jos kone käynnistyy henkilön ollessa vaara-alueella jostain syystä, on seurauksena yleensä tapaturma. (Siirilä & Kerttula 2009, 70.)

Yleisin syy ei-automaattisten koneiden odottamattomaan käynnistymiseen on käynnistyksen hallintaelimeen vahingossa vaikuttaminen tai toisen henkilön tekemä koneen käynnistäminen. Toinen henkilö saattaa käynnistää koneen tietämättä, että vaara-alueella on työntekijä tai hän käynnistää vahingossa väärän koneen. Tämän vuoksi on tärkeää suunnitella käynnistyksen hallintaelin sellaiseen paikkaan, josta on näköyhteys koneelle. (Siirilä & Kerttula 2009, 70-71.)

Tarkasteltaessa odottamattoman käynnistymisen estämistä, on käsiteltävä kahta eri kokonaisuutta. Ensinnäkin koneissa on oltava laitteet koneen erottamiseksi energiansyötöstä ja koneeseen jäävän energian purkamiseksi. Toinen alue käsittelee tapauksia, joissa erottaminen energiansyötöistä ei ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista. Tällainen tapaus syntyy esimerkiksi silloin, kun vaara-alueella on käytävä jatkuvasti. (Siirilä & Kerttula 2009, 71.)

### 5.4.1 Turvalaitteiden käyttäminen ja mekaaninen irtikytkentä käynnistymisen estämiseen

Turvalaitteiden tarkoitus on estää koneen tahaton käynnistyminen silloin, kun henkilö on vaara-alueella. Turvalaitteita käytetään varsinkin silloin, kun vaara-alueella joudutaan käymään usein, jolloin energiansyötöstä erottaminen olisi turhan hankalaa. Turvalaitteita käytetään myös siksi, että silloin estetään odottamaton käynnistyminen, vaikka työntekijä ei olisi viitsinyt tai muistanut käyttää syötön erotuskytkintä. (Siirilä & Kerttula 2009, 71-72.)

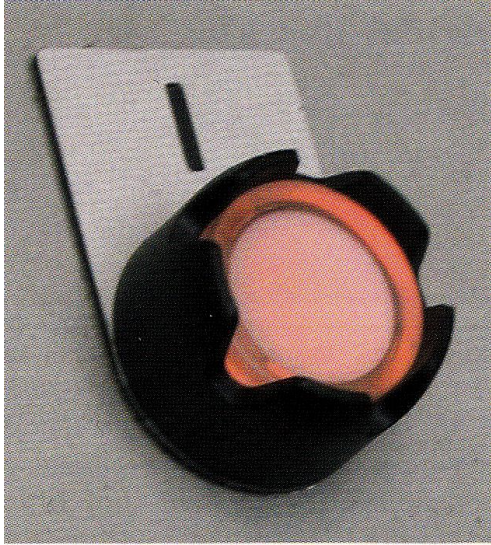
Odottamaton käynnistyminen saadaan estettyä luotettavasti turvalaitteilla, jotka valvovat jatkuvasti koko vaara-alueetta. Yleensä kuitenkin käytetään turvalaitteita, jotka valvovat vaara-alueelle johtavia reittejä. Ovessa oleva rajakytkin tai valopuomi reitillä toimii hyvin valvovana elimenä. Jos rajakytkimeen vaikutetaan avaamalla ovi, kone pysähtyy tai siirtyy sellaiseen tilaan, jossa odottamatonta käynnistymistä ei pääse tapahtumaan. Kone voidaan käynnistää vasta, kun turvalaitteen synnyttämä seis-käskeytys on kuitattu ohjausjärjestelmästä. (Siirilä & Kerttula 2009, 71-72.)

Mekaanista irtikytkemistä voidaan käyttää esimerkiksi hätäpysäytyksen tai koneen toimintaan kytketyn avattavan suojuksen yhteydessä. Mekaaninen irtikytkeminen toteutetaan usein mekaanisen kytkimen avulla. Voimansiirtoon tulee katkos, kun kytkin on auki, eivätkä kytkimen toisella puolella olevat kone-elimet voi liikkua. Traktorin käyttämässä polttopuukoneessa taas mekaanisen laitteen avulla voimansiirtohihnaa kiristävä hihnapyörä laukaistaan toiseen asentoon niin, että hihnat ovat löysällä eikä traktorin voimanottoakselin liike enää välity traktorin käyttämään koneeseen. Moottorisahassa teräketjun voimansiirron kytkee irti keskipakokytkin kun moottorin kierrosnopeus laskee tietyn arvon alle. Kun moottori on tyhjäkäynnillä, ketju ei liiku. (Siirilä & Kerttula 2009, 80.)

#### 5.4.2 Käynnistyskäskyn syntymisen estäminen ja käynnistyshälytys

Odottamattoman käynnistymisen todennäköisyyttä saadaan vähennettyä estämällä vahingossa tai väärinkäsityksen seurauksena annettavien käynnistyskäskyjen syntyminen. Koneiden hallintaelimet kuten painikkeet, vivut ja jalkapolkimet tulisi suojata vahingossa tapahtuvilta kosketuksilta, mutta ne eivät yksinään riitä estämään odottamatonta käynnistymistä. Erilaisia keinoja vahingossa hallintaelimiin vaikuttamiseen on erilaiset suojakalusteet ja suojakaaret tai kaulukset nappien yhteydessä (KUVIO 4). Kaksinkäsin hallintalaitteet vaativat kahteen eri hallintaelimeen vaikuttamista ennen kuin käyntiin lähteminen on mahdollista. Jos samalla hallintaelimellä saadaan aikaan käynnistys- ja pysäytyskäsky, voidaan odottama-

ton käynnistäminen estää varmasti sellaisella kytkimellä, joka lukittaessa jää seis-asentoon. (Siirilä & Kerttula 2009, 81.)



KUVIO 4. Painonappi, jonka tahaton painaminen on estetty kauluksella (Siirilä & Kerttula 2009, 81)

Käynnistyshälytys vaaditaan, kun käynnistyspaikalta ei näe koko vaaravyöhykettä. Kone lähtee käyntiin vasta varoitusäänen jälkeen. Näin vaaravyöhykkeellä olevalla henkilöllä on aikaa poistua alueelta. Kuittauksella tarkoitetaan jonkin vian ohjausjärjestelmään aikaan saaman pysyvän seis-käskyn poistamista. Kuittaus on lisäehto koneen käynnistymiselle eikä näin varsinaisesti poista käynnistymistä. Kuittaus paikasta pitää olla näköyhteys vaaravyöhykkeelle. (Siirilä & Kerttula 2009, 83.)

#### 5.4.3 Energiansyötöstä erottaminen ja energian purkaminen

Varmimmin odottamaton käynnistyminen saadaan erottamalla energiansyötöstä se konelinja tai linjan osa, johon huoltoa mennään tekemään. Heikkona lenkinä tässä järjestelmässä on ihminen, jonka pitää mennä käsin kääntämään erotuskytkin seis-asentoon ja tarvittaessa lukittava se. Monet sattuneet tapaturmat osoittavat, että läheskään aina erotusta ei ole tehty silloin kun pitäisi. (Siirilä & Kerttula 2009, 84.)

Syötön erotuslaitteelta vaaditaan luotettavuutta ja sen pitää osoittaa yksiselitteisesti, milloin se on ”erotettu” asennossa. Syötön erotuslaite vaaditaan jokaiselta koneelta ja se pitää pystyä lukitsemaan ”erotettu” asentoon. Lisäksi erotuslaitteelta vaaditaan, että se purkaa jäljelle jääneen energian turvallisesti. (Siirilä & Kerttula 2009, 84.)

Nykyään tehtaissa ongelmana eivät ole puutteelliset syötön erotuslaitteet, vaan ne ovat asianmukaiset ja lukittavat. Suurimpana ongelmana ovat työntekijät, joilla ei ole motivaatiota suorittaa tehtäviä ohjeiden mukaan ja esimerkiksi lukita syötön kytkintä huoltojen ajaksi. Tämä johtaa onnettomuuksien syntyyn ja työntekijöiden sairauslomiin. Yrityksen johdon tulee vaatia kunnossapitomiesten ja koneen käyttäjien ehdotonta ohjeiden noudattamista näissä asioissa, että työturvallisuus pystytäisiin takaamaan ja ettei vakavia onnettomuuksia pääse syntymään.

## 6 CASE NOVART OY: HUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTUS

### 6.1 Novart Oy:n tarpeet ja tavoitteet

Novart Oy Nastolassa tilasi yrityksensä koneisiin ennakkohuolto-ohjelman suunnittelun ja toteutuksen. Huollot tulisi tekemään koneiden käyttäjät, joten laajoja vuosi- tai suuria korjaustoimenpiteitä ei ohjeisiin ollut tarkoitus liittää, vaan kyse oli koneisiin suoritettavista päivittäisistä ja viikottaisista huoltotoimenpiteistä. Tilaajalla eli käyttöpäällikö Jarmo Tikanderilla oli myös vaatimus, että huoltojen suorittajat kuittaavat tekemänsä huollot erilliselle kuittauslomakkeelle, joten työ sisältää myös lomakkeen suunnittelun ja toteutuksen.

Novart Oy:llä on tähän asti ollut käytössään lähinnä korjaavan kunnossapidon metodi, eli siinä vaiheessa kun kone vikaantuu, se korjataan. Tehdas pyörii kahdessa vuorossa, ja kunnossapitomiehiä on aamuvuorossa 3 (2 mekaniikkakunnossapitäjää ja 1 sähkökunnossapitäjä) ja iltavuorossa 2 (1+1). Tehdas käsittää kaikkiaan yli sata erilaista konetta ja työstökeskusta. Kunnossapitomiesten aika ei siten riitä millään kuin tärkeimpien huoltojen tekemiseen, koska suurin osa ajasta menee häiriökorjauksiin.

Suurimpana tavoitteena Novart Oy:llä oli saada koneiden vikaantumisten ja häiriöiden määrää laskettua. Yritys on selvästi siirtymässä TPM-menetelmään, jota on käsitelty aiemmin tämän työn teoriaosassa. TPM-menetelmä on hyvä ratkaisu saada kunnossapito toimimaan koneiden käyttäjien avulla. Varsinkin Novart Oy:n tapauksessa, kun kunnossapitomiehet eivät ehdi tehdä kaikkia tarvittavia töitä, koneiden käyttäjät auttavat ja tavoitteena on saada vikaantuminen vähenemään ja tuottavuus paranemaan.

## 6.2 Suunnittelu

### 6.2.1 Työn aloitus

Sain työtä varten käyttööni kannettavan tietokoneen ja oman työpisteen tehtaan korjaamolta. Työpisteen sijainti oli erittäin hyvä työtä varten, koska suurin osa koneiden dokumenteista löytyi korjaamolla sijaitsevasta toimistosta. Lisäksi, heti korjaamon vieressä sijaitsi koneistamo, jonka koneista aloitin työt. Tämä työ ei sisällä pintakäsittelyn, lähettämön ja kokoonpanon koneiden huolto-ohjeita, koska aika ei riittänyt niiden läpikäymiseen. Työn liitteissä (LIITE 1, LIITE 4 ja LIITE 5) on kirjattu kaikki koneet, joihin ohjeet on laadittu, sekä kahdesta koneesta esimerkkiohjeet.

Aloitin työn tutustumalla Novart Oy:llä käytössä olleeseen kunnossapitotietojärjestelmään, Arrow Maintiin. Se on kunnossapitoon suunniteltu tietojärjestelmä, johon voidaan kirjata laitteiden vikahistoria, huoltosuunnitelmia, varaosahistoriaa ja mikä tärkeintä, sieltä löytyy kaikki tehtaalta löytyvät koneet ja niiden tiedot. Ohjelman pohjalta oli helppoa lähteä suunnittelemaan aikataulua ja suunnitelmaa huolto-ohjelman teolle. Tehtaan layout helpotti tehtaan hahmottamista. Se oli myös kartta, jonka avulla koneet löytyivät.

Kaikkien koneiden dokumentit eivät löytyneet korjaamon toimistosta, vaan osa käyttöohjeista oli koneiden luona. En tiedä, millä perusteella oli päätetty, että sijaitsevatko ne toimistolla vai koneen luona. Tuntuisi kuitenkin helpommalta, jos ne sijaitsisivat kaikki samassa paikassa tai olisi sovittu, että ne olisivat koneiden viressä olevien hyllystöjen laatikoissa. Ainakin minun työtäni tällainen järjestely olisi nopeuttanut valtavasti. Joihinkin koneisiin ei löytynyt käyttöohjeita, mikä tuntuu omituiselta, koska koneen toimittajan on pakko toimittaa ne. Uudet käyttöohjeet tilattiin koneiden toimittajilta erikseen.

Työtä hankaloitti dokumenttien epäselvän sijainnin lisäksi skannerin puuttuminen ja myös se, ettei tietokoneeseen pystynyt asentamaan ohjelmia, kuten kuvankäsit-

telyohjelmaa kuvien liittämistä varten. Käytännössä kuvien liittäminen huolto-ohjeisiin tapahtui ottamalla kuvista kopiot ja skannaamalla ne kotona, jonka jälkeen kuvat pystyi liittämään ohjeisiin.

### 6.2.2 Huolto-ohjeiden laadinta

Kun Novart Oy:n vaihtoi puoli vuotta sitten kunnossapitotietojärjestelmänsä Arrow Maintiin, alettiin pitää myös tarkkaa vikahistoriaa. Edellisestä ohjelmasta oli siirtynyt osa vikahistoriasta uuteen järjestelmään. Vikahistoriaa löytyy myös huolto- ja tehneiden työmiesten eli kunnossapitomiesten ja koneiden käyttäjien päästä. Olen käyttänyt huolto-ohjeita laatiessani myös tätä tietotaitoa, jota löytyy koneiden kanssa työskenneiltä henkilöiltä.

Koneen huolto-ohjeen suunnittelu alkoi aina samalla kaavalla: ensin tutkin koneen käyttöohjeesta löytyvää huolto-osiota, josta poimin koneen toimittajan suositukset päivittäisiksi ja viikottaisiksi huoltotoimenpiteiksi. Kaikkien koneiden ohjeissa huoltovälit on ilmoitettu joko käyttötuntien tai kalanteriajan mukaan. Jälkimmäisen mukaan ilmoitetuissa ohjeissa huomioon piti ottaa se, että tehdas pyörii kahdessa vuorossa, jolloin päivittäinen koneiden käyttöaika on 16 tuntia.

Huolto-ohjeet sisältävät ne huoltotoimenpiteet, jotka koneet vaativat, mutta myös turvallisuusohjeet töiden tekemiseen. Lähestulkoon jokaisessa ohjeessa otettiin huomioon ja muistutettiin siitä, että pääkytkin piti ehdottomasti lukita riippulukolla tai jotenkin muuten 0-asentoon. Tällä varmistetaan tehokkaasti koneen odottamaton käynnistyminen huoltotoimien aikana. Tämän työn teoriaosassa käsitellään tarkemmin odottamatonta käynnistymistä ja sen estämistä, koska se on yksi suurimmista kunnossapidon yhteydessä tapahtuvien tapaturmien syistä.

Huolto-ohjeet läpikotaisin tutkittuani kirjoitin päivittäiset ja viikottaiset huoltotoimenpiteet koneen huolto-ohjeeseen. Tämän jälkeen ne käytiin läpi henkilöiden kanssa, jotka olivat kunnostaneet konetta ennenkin tai työskennelleet koneen parissa ja tunsivat ne monen vuoden ajalta. Näiden henkilöiden tieto on tärkeää



huolto-ohjeiden suunnittelussa, ja kuten aiemmin olen todennut, koneiden toimittajien tekemät ohjeet eivät läheskään aina ole optimaaliset. Ne sisältävät paljon ylimääräistä kunnossapitotyötä, jonka tekeminen ei välttämättä edistä koneen luotettavuuden parantamista mitenkään. Näitä turhiksi koettuja toimenpiteitä ei välttämättä kannata tehdä, vaan mieluummin pidentää huoltotoimenpiteen väliä hyväksihavaittuun. Näin siksi, koska koneet tulee pysäyttää huollon ajaksi ja se taas tietää luonnollisesti tuotannon pysähtymistä ja sitä kautta huonompaa tulosta.

Esimerkiksi pidensimme pinontalaitteiston käyttöketjun rasvausväliä huoltooppaassa suositeltuun, koska ketju on pysynyt hyvässä rasvassa normaalia suositusväliä pidempään. Rasvausvälejä kannattaa pidentää siitä syystä, että turhan rasvainen ja voideltu ketju kerää suuren määrän pölyä ja likahiukkasia, jotka nopeuttavat ketjun kulumista. Muutenkin huolto-ohjeissa on otettava huomioon se, että koneet toimivat puuntyöstössä ja siksi hyvin pölyisissä olosuhteissa.

### 6.2.3 Novart Oy:n koneiden kriittisyyden arviointi

Koneistamon koneiden kriittisyyden arviointi on tavallaan helppoa. Noin puolet koneista sijaitsee 1-linjalla, 2-linjalla tai poraus- ja tapituslinjalla. Esimerkkinä voidaan ottaa 2-linja, jossa sijaitsee suurin määrä koneita linjassa, yhteensä 6 kappaletta. Poraus- ja tapituslinjalla koneita on 5 ja 1-linjalla 4 kappaletta. Neljäs kriittinen osa koneistamoa on palasaha, joka on isompi kokonaisuus ja muodostaa hyvin kriittisen osan tehtaan toimintaa.



KUVIO 5. 2-linja, sisältää 6 konetta ja on noin 50 m pitkä

Total Productive Maintenance (TPM) -strategian kehitysohjelma lähtee kuntovaiheesta ja kriittisyyden arvioinnista. Nämä linjat ovat koneistamon kriittisimmät tai oikeammin niissä sijaitsevat koneet ovat kriittisimpiä. Niiden kunnossapitoon pitää panostaa eniten, ja vaikka aika ei riittäisi kaikkiin koneisiin, niin näiden kunnossapitoon aikaa kannattaa yrittää löytää. Yhdenkin koneen häiriö pysäyttää linjan toiminnan ja tuotanto pysähtyy. Matemaattisesti tilannetta voidaan arvioida ja laskea todennäköisyyksiä linjan seisahtumiselle: jos jokainen linjan kone toimii häiriöttä koko viikon keskimäärin todennäköisyydellä 0,90, todennäköisyys sille, että linja pysyy häiriöttömänä koko viikon, on  $0,90^6$  eli vain 53 %. Jos keskimääräistä häiriöttömän toiminnan todennäköisyyttä saadaan parannettua tehokkaan ennakoivan huoltotoiminnan ansiosta 5 % eli arvoon 0,95, toimii linja koko viikon jo noin 75 %:n todennäköisyydellä. Pienellä panostuksella voidaan siis saada suuri hyöty.

Muiden koneiden kohdalla huoltotoimet eivät välttämättä ole kriittisiä. Jos jokin yksittäinen kone lakkaa toimimasta häiriön vuoksi, se ei tarkoita koko tehtaan pysähtymistä. Toki pitää muistaa, että välillä nämä vähemmän kriittisetkin koneet pitää huoltaa, koska pitää muistaa myös turvallisuuselementit ja tuvallinen työskentely koneilla. Koneista huolehtiminen ei ole pelkästään taloudellisuuskysymys.

### 6.3 Toteutus

Huolto-ohjeet ja niiden eri osa-alueet kannattaa käydä läpi koneen käyttäjien kanssa. Varsinkin silloin ohjeet pitää käydä huolellisesti läpi, kun kone ei ole tuttu käyttäjälle. Tällainen tilanne voi olla, jos kone on täysin uusi käyttäjälle tai koneen käyttäjät vaihtelevat.

Käyttäjille kannattaa myös selvittää syyt, miksi koneen huolto ja puhtaanapito ovat hyvin tärkeitä asioita. Se on osa heidän motivointiaan suorittamaan huollot ja puhdistukset. Oman kokemuksen mukaan vanhoja työntekijöitä ei ole helppo saada tekemään mitään uutta ja ylimääräistä, vaan halutaan edetä vanhojen kaavojen mukaan. Tämä työntekijöiden motivointi saattaa olla suurin haaste koneilla, joissa tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä on suuri määrä. Toki koneen käyttäjät ovat aikaisemminkin tehneet perushuoltotoimenpiteitä koneille, mutta tekemiensä ohjeiden vuoksi työmäärä saattaa kasvaa.

Hyvänä motivointikeinona toimisi siisteyslisiä, joka lisittäisiin tuntipalkan päälle, jos osaston koneet ovat siistissä kunnossa. Arvion voisi suorittaa vuoropäällikkö viikoittain. Lisäksi koneen käyttäjät pitäisi opettaa olemaan koneidensa ”kippareita”, jotka johtavat omaa konettaan ja sen toimintaympäristöä.

#### 6.4 Huoltojen kuittauslomake

Jokaisen koneen huolto-ohjeen kantana toimii kuittauslomake, johon koneen käyttäjä merkitsee tekemänsä huollon päivämäärän, nimensä, mahdolliset huomiot sekä tekemänsä huollot. Yleiset huollot on mainittu lomakkeen alussa. Niihin kuuluu koneen puhdistus, ympäristön siivous sekä sähkökaapin suodattimen puhdistus. Neljäntenä kohtana käyttäjä kuittaa muut huollot, jotka ovat ohjeiden liitteenä.

Lomakkeen ehkä tärkein osa kunnossapitäjien kannalta on huomioitavaa sarake. Siihen koneen käyttäjä raportoi huomionsa, jos koneessa ilmenee jotakin erikoista. Kunnossapitäjien on tärkeää huomioida tämä kohta ennaltaehkäisevien toimenpiteiden kannalta. Mahdolliset erikoiset äänet tai muut muutokset koneen käytöksessä ennustavat todennäköisesti alkavaa vikaa ja niihin päästään aikaisin käsiksi, jos toimitaan ajoissa. Ongelmana Novartilla on, että lomakkeen tietoja ei tulla syöttämään mihinkään tietojärjestelmään, jossa ne olisivat nopeasti kunnossapitäjien käytettävissä. Tulevaisuudessa Novart Oy:n kannattaakin siirtyä käytäntöön, jossa koneiden käyttäjät kirjaavat huollot tietojärjestelmään.

Laadittu kuittauslomake löytyy tämän työn liitteistä (LIITE 2).

## 7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä Novart Oy:lle huolto-ohjeet, jotka käsittävät koneiden päivittäiset ja viikoittaiset huollot, jotka tulevat tekemään koneiden käyttäjät. Huolto-ohjeiden tarkoituksena on selvittää koneiden käyttäjille huollettavat kohteet sekä selvät ohjeet, miten huollot suoritetaan.

Huolto-ohjeet sisältävät erillisen töiden kuittauslistan, jonka avulla voidaan seurata huoltojen toteutumista. Lisäksi huolto-ohjeet sisältävät erillisen lomakkeen, johon koneen käyttäjät kirjaavat vikojen tarkemman kuvauksen ja toimittavat sen kunnossapitomiehille. Tämän avulla vika saadaan kirjattua kunnossapitotietojärjestelmään ja vikaa voidaan ryhtyä korjaamaan nopeasti.

Novart Oy:n tavoitteena on saada tämän työn avulla koneiden vikaantumista ja häiriöitä pienennettyä. Tämän avulla tuotannon laatua ja tulosta saadaan parannettua sekä työntekijöille mahdollistetaan turvallisemmat olosuhteet työskennellä. Koneiden käyttäjien ei suinkaan ole tarkoitus suorittaa laajempia huoltoja koneille, mutta tämä työ helpottaa myös kunnossapitomiesten osuutta siten, että nyt he tietävät, mitä huoltoja koneille on jo tehty.

Huolto-ohjeet on koottu koneiden toimittajien laatimien huolto-ohjeiden mukaisesti, joita on voitu muokata koneita huoltavien henkilöiden kokemusten mukaisesti. Myös kunnossapitotietojärjestelmästä löytyvää koneiden vikahistoriaa on käytetty hyväksi pohdittaessa koneiden huoltoja.

Tämän työn hyödynnettävyys riippuu paljon koneiden käyttäjistä itsestään. Heidän tulee olla motivoituneita huoltamaan omaa konettaan, jos yritys haluaa päästä tavoitteeseensa. Työn suorittaminen oli mielenkiintoista ja palkitsevaa. Toivottavasti tekemästäni työstä on hyötyä yritykselle.

## LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kustannus Oy Kunnossapitotekniikka.

Ansaharju, T. & Maaranen, K. 1998. Koneenasennus. Helsinki: WSOY.

Järviö, J. & Kunnossapitoyhdistys. 2004. Kunnossapito. Rajamäki: KP-Media

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

Leinonen, P. 2010. Parantava kunnossapito lisää käyttövarmuutta. Promaint 5/2010, 36-37.

Novart oy 2011. Historia [viitattu 2.3.2011]. Saatavissa:

<http://www.novart.fi/novart/novartweb3.nsf/sp2?Open&cid=ContentC10F8>

Novart Oy 2011. Novartista [viitattu 2.3.2011]. Saatavissa:

<http://www.novart.fi/novart/novartweb3.nsf/sp?open&cid=ContentB8B0A&novartnf=Navi1\Novart%20Oy&novartnfa=o>

Siirilä, T. & Kerttula, T. 2009. Koneturvallisuuden perusteet. 2. uusittu painos. Espoo: Opiks.

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus: EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 2. uudistettu painos. Espoo: Inspecta.

## LIITTEET

LIITE 1	Lista koneista, joihin ohjeet on laadittu	(2)
LIITE 2	Huoltojen kuittauslomake	(1)
LIITE 3	Lomake, johon tulee tarkempi kuvaus viasta.	(1)
LIITE 4	Käyttöohjeet: Listoituskone	(1)
LIITE 5	Käyttöohjeet: NC työstökeskus	(4)

Novart oy

Koneistamo

- A110 LISTOITTAVA CNC-JYRSIN HOMAG OPTIMAT J BAZ 41
- A111 REUNALISTOITUSKONE HOMAG KL 79
- A115 LEVYNPALOITTELUSAHA HOLZMA H
- A116 KANSISAHA HOLZMA PROFI HQP 11/16/43/L/X
- A126 BIESSE SELKO PALOITTELUSAHA
- A127 RUMPUMURSKAIN UNTHA
- A129 PINONTALAITE RBO LIFTER 2T
- RULLA- JA HIHNATRANSFER RBO
- A136 C.F SCHEER PALOITTELUSAHA
- A138 LISTOITTAVA CNC-JYRSIN OPTIMAT BAZ222/40/K
- A143 KANSISAHA HOLZMA OPTIMAT HPL 11/X/43/22
- A144 YKSIPUOLINEN REUNANTYÖSTÖKONE STREAM B1
- A146 KÄÄNTÖLAITE RBO (PORAUS- JA TAPITUS LINJA)
- A147 PORAUSAUTOMAATTI WEEKE BST 500 (PORAUS- JA TAPITUS)
- A148 OPTIMAT TSH270/QR/25/12 ( PORAUS- JA TAPITUS LINJA)
- A149 SYÖTTÖLAITE PINOMATIC 2403 (PORAUS JA TAPITUS LINJA)
- A151 TAPINLYÖNTIKONE WEEKE BST 500 (PORAUS- JA TAPITUS )
- A153 MONIKARAPORAKONE ALBERTI VITTORIO
- A156 MONIKARAPORAKONE WEEKE OPTIMA BHC 250
- A157 MONIKARAPORAKONE 7 BIESSE B5
- A 158 PYLVÄSPORA HOLZMA
- A159 VAARNAN PORAUS- JA ASETUSKONE SCHEER
- A160 LIIMANLEVITYSKONE OSAMA S4R
- A164 VANEERAUSPURISTIN ORMA NPC
- A170 NC-TYÖSTÖKESKUS ARROW XP600
- A171 LISTOITUSKONE IMA COMBIMA/K/II/R=75/425/F/R (I LINJA)
- A172 PINONTALAITE RBO/KUKA ROBOTTI (I LINJA)



LIITE 1/2

A 175 LISTOITUSKONE OPTIMAT KFL525/8/A3/15(I LINJA, RL-109)

A 176 SYÖTTÖLAITE RBO TORNADO S (I-LINJA)

A179 LEVYNKÄÄNTÖLAITE RBO COMIL GPC 1 (II-LINJA)

A180 LEVYNKÄÄNTÖLAITE RBO GPK-2 (II-LINJA)

A181 REUNANTASOITUS- JA LIIMAUSSKONE STREAM SB (II-LINJA)

A182 PINONTALAITE RBO WINNER (II-LINJA)

A184 LISTOITUSKONE OPTIMAT KFL525/6/A3/15 (II-LINJA)

A185 SYÖTTÖLAITE OPTIMAT TBH 500/D/25/12( II-LINJA, SL-209)

ESIPURISTIN PEILIOVILLE

LÄPISYÖTTEINEN PORATAPINLYÖNTIKONE KOCH DL-80 49

SYÖTTÖLAITE TOMASSINI RAPID 130 C



LIITE 3 Lomake, johon tulee tarkempi kuvaus viasta

Jos koneessa ilmenee vikaa, kirjaa tarkempi kuvaus viasta oheiseen lomakkeeseen ja toimita se kunnossapitoon.

PVM. Vian havaitsija Tarkempi kuvaus viasta

PVM.	Vian havaitsija	Tarkempi kuvaus viasta

# Huolto- ja kunnossapito-ohjeet

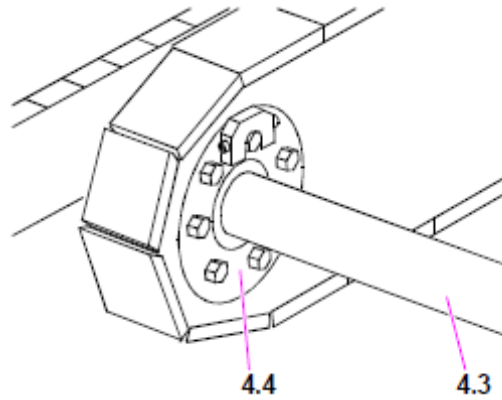
A184 LISTOITUSKONE OPTIMAT KFL525/6/A3/15 (II-LINJA)



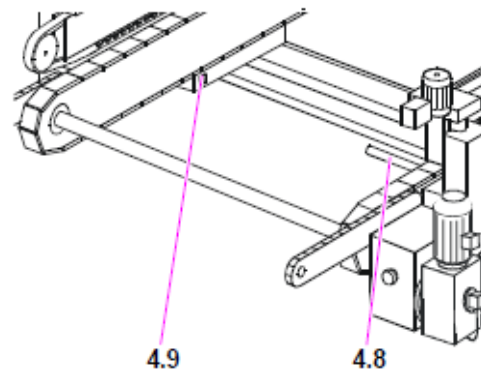
**Ennen huolto-, korjaus- ja puhdistustöitä: KYTKE  
PÄÄKATKAISIMESTA VIRRAT POIS, SEKÄ LUKITSE SE  
RIIPPULUKOLLA 0-ASENTOON!**

**Viikoittain suoritettavat huoltotoimenpiteet:**

- 1.) Puhdista kone: Poista tuotantojätteet, poista liimakerrostumat ja imuroi kone perusteellisesti.
- 2.) Puhdista käyttöakseli (4.3) ja voitele kevyesti öljyllä.



3.) Tarkista leveyden rajoituksen toiminta



T:\0083\0511201\UX00115DB.WMF

4.8	Shifter rod
4.9	Final switch

KAKSOISMURSKAIN:

- Imuroi yksikkö
- Voitele lineaarijohteet

VOITELE LIIMAUSYKSIKÖ

# Huolto- ja kunnossapito-ohjeet

A170 NC-TYÖSTÖKESKUS ARROW XP600



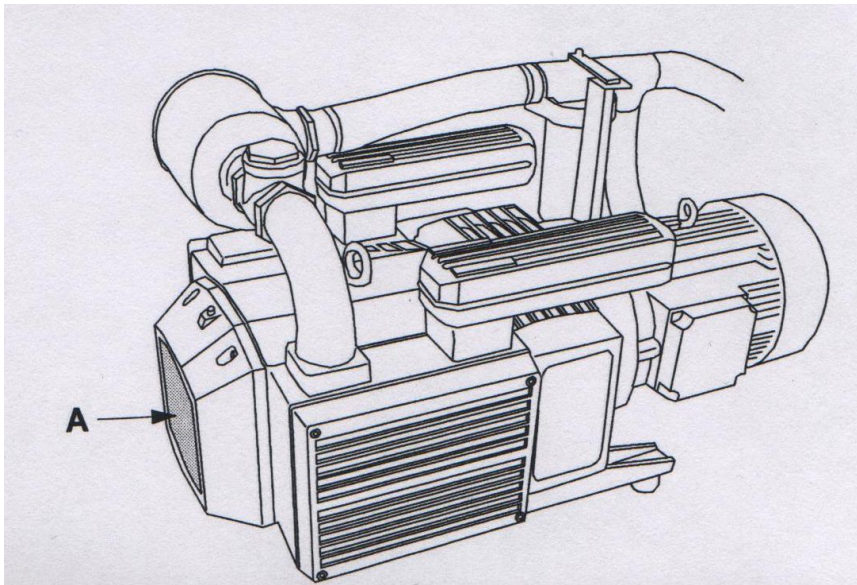
**Ennen huolto-, korjaus- ja puhdistustöitä: KYTKE  
PÄÄKATKAISIMESTA VIRRAT POIS, SEKÄ LUKITSE SE  
RIIPPULUKOLLA 0-ASENTOON!  
LUKITSE MYÖS EROTUSVENTTIILI 0-ASENTOON!**

**Päivittäin tehtävät huoltotoimenpiteet :**

1. Puhdista kone. Poista kaikki purut pölynimurilla koneesta ja ympäristöstä.

## LIITE 5/2

2. Tarkista pöydän tiivisteiden, lisäimukuppien ja vastamuotojen kunto.
3. Työstövälineen sähkökaraan kiinnityksen tarkistus: Tätä tarkistusta varten jokaiseen sähkökaraan täytyy asentaa työstöväline ja varmistaa käsin koneen ollessa pysäytettynä, että se on kunnolla kiini. Tarkista myös, että sähkökaran kiinnitysalueelta tulee ilmaa.
4. Puhdista tyhjiöpumpun Becker VTLF 250 jäähdytyskanava **A** paineilmalla.

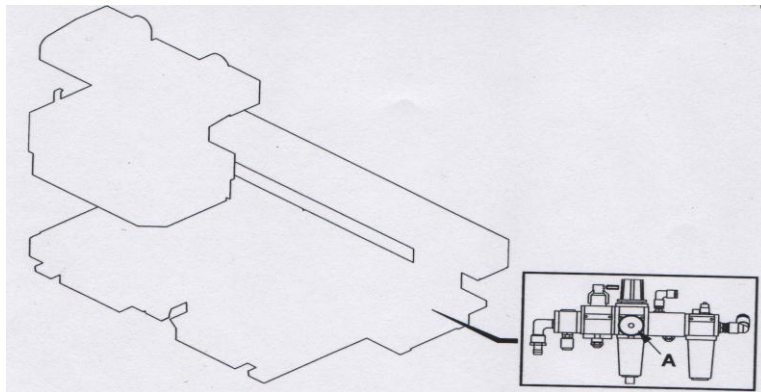




## Viikoittain suoritettavat huoltotoimenpiteet:

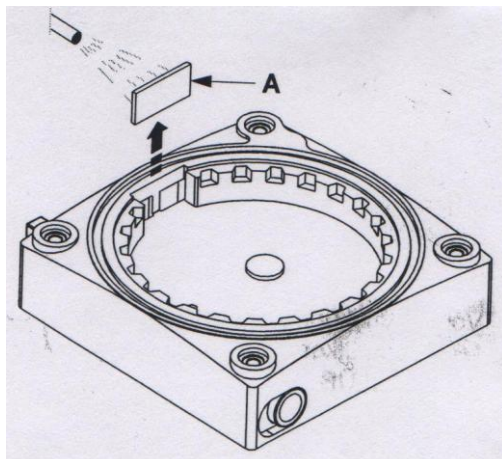
### KONEEN YLEINEN HUOLTO:

1. Ohjaimien ja hammastankojen puhdistus: Puhdista kiinni tarttunut lika liinalla tai pronssiharjalla.
2. Paineiden tarkistus: Painemittari, joka osoittaa syöttöpaineen = 7 - 7.5 baaria. Syöttöpaine tarkistetaan koneen ollessa hätäpysäytystilassa ilman erotusventtiilin käyttöä.



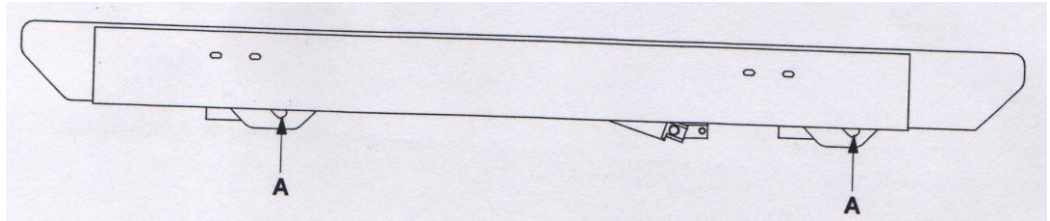
### TYÖTASON HUOLTO:

1. Kelkkojen suodattimien puhdistus: Irrota suodatin A kelkasta ja puhalla se puhtaaksi paineilmalla.

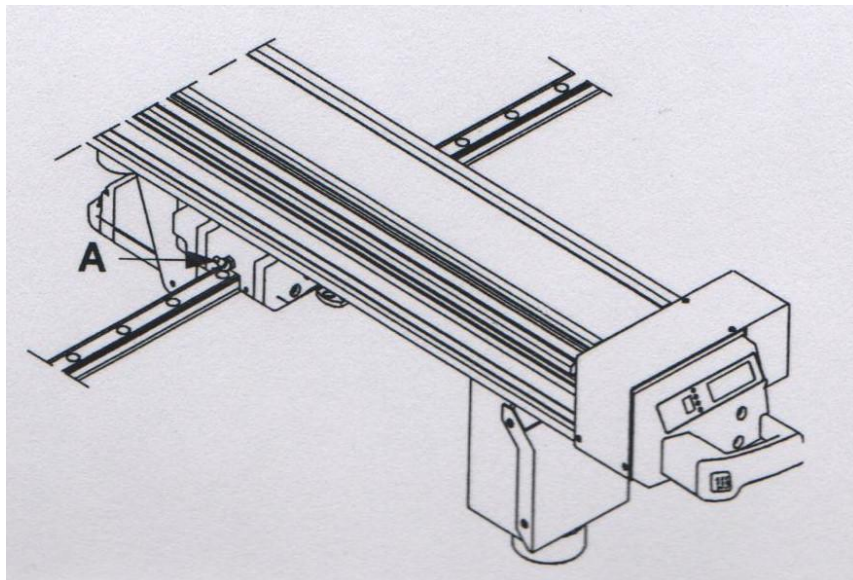




2. Tankotuen puhdistus: Työtason kaikkien tankotukien kohtiin **A** kerääntyy likaa, joka täytyy poistaa.



3. Koneen akseleiden Wx# kiertokuulaluistien voitelu: a) Täytä toimittettu pumppu voiteluaineella. b) Kytke pumppu voitelulaitteeseen **A** ja pumpkaa voiteluainetta kunnes sitä alkaa tulla ulos luistien reunoilta.



## TYÖSTÖYKSIKÖN HUOLTO:

### 1. SÄHKÖKARAN PUHDISTUS:

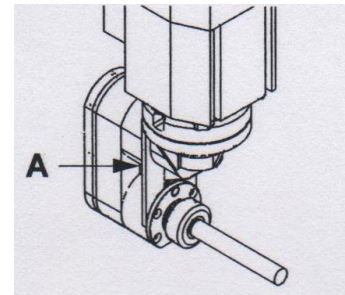
- a) Puhdista sähkökaran ulkopuoli paineilmalla
- b) Puhdista kiinnityksen pinnat puhtaalla pehmeällä liinalla.

### 2. HOLKKIKAROJEN PUHDISTUS JA VOITELU:

Puhdista holkkikaran pinnat huolellisesti rasvanpoistoaineella.

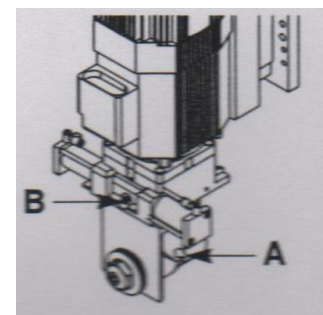
### 3. VAAKASUORALLA KARALLA VARUSTETUN JYRSINRYHMÄN VOITELU:

- a) Täytä toimitettu pumppu voiteluaineella
- b) Kytke pumppu voitelulaitteeseen **A** ja pumpkaa 1 tai 2 pumppausta voiteluainetta.



### 4. PYÖRÖTERÄÄ VARTEN VAAKASUORALLA KARALLA VARUSTETUN JYRSINRYHMÄN VOITELU:

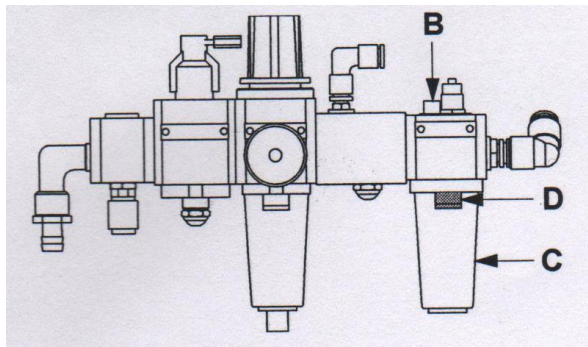
- a) Avaa imukupi
- b) Täytä toimitettu pumppu voiteluaineella.
- c) Kytke pumppu voitelulaitteeseen **A** ja sitten laitteeseen **B**. Pumpkaa kumpaankin 1-2 painallusta voiteluainetta.



## FRL-RYHMÄN HUOLTO:

### 1. VOITELUAINEEEN TARKISTUS JA TÄYDENNYS:

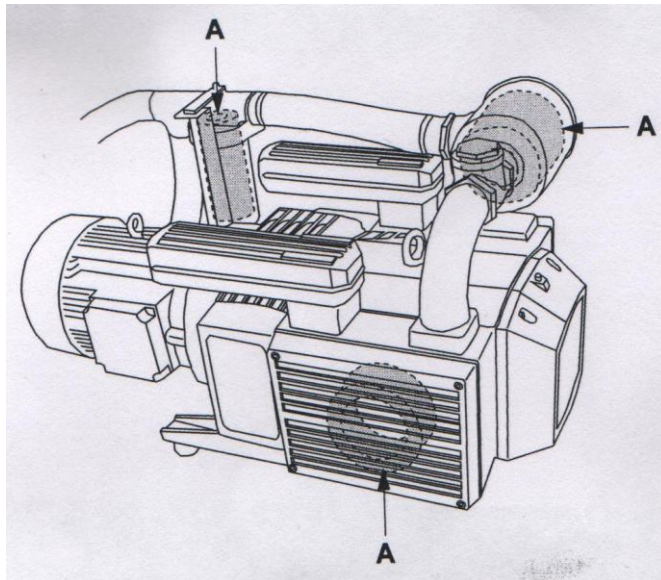
- a) Varmista, että järjestelmässä ei ole painetta. Syöttöpaineen painemittarin tulee näyttää 0 baaria.
- b) Ruuvaa auki ruuvi **B** tai pura voitelulaitteen kuppi **C** laskemalla alas vipu **D** ja kääntämällä kuppia 45°
- c) Kaada voiteluainetta maksimitasoon asti.
- d) Ruuvaa ruuvi **B** takaisin kiinni tai asenna voitelulaitteen kuppi takaisin.



## TYHJIÖPUMPPU BECKER VTLF 250:

### SUODATTIMIEN PUHDISTUS:

- Poista ilmansuodattimet A ja puhdista ne puhaltamalla niihin paineilmaa sisältä ulospäin. Vaihda tukkeutuneet tai rasvaiset suodattimet.



## TYHJIÖPUMPPU RIETSCHLE VLR 500

- Tarkista öljyn määrä ja lisää öljyä tarvittaessa.

### JÄÄHDYTTIMEN HUOLTO:

1. Jäähdytysnesteen tarkistus ja täyttäminen:

-Jäähdytyspiirin nesteen taso tarkistetaan tarkistusaukon läpi. Jos tarkistuksen mukaan nestettä on lisättävä, poista tulppa ja kaada jäähdytysnestettä kunnes enimmäismäärä täyttyy.