

Emily Wu

Sähköpinnoituslaitoksen kunnossapito- ja huolto-ohjelman laatiminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

Insinöörityö

15.05.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Emily Wu Sähköpinnoituslaitoksen kunnossapito- ja huolto-ohjelman laatiminen 28 sivua + 2 liitettä 15.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	materiaali- ja korroosionestotekniikka
Ohjaaja(t)	koulutuspäällikkö Arto Yli-Pentti
<p>Insinöörityön tavoitteena oli tehdä sähköpinnoituslaitokselle kunnossapito- ja huolto-ohjelma. Työhön kuului uuden huolto-ohjelman laatiminen, linjakaavion päivittäminen ja laitteistoille huolto- ja tarkastuslomakkeiden tekeminen.</p> <p>Insinöörityön tarkoitus oli parantaa yrityksen toimintaa ja helpottaa työtaakkoja kunnossapito- ja huolto-ohjelman avulla. Työssä tutkittiin kunnossapidon vaikeimmat haasteet ja selvitettiin niille ratkaisut. Insinöörityössä myös arvioitiin yrityksen nykyistä tilannetta ja otettiin huomioon viranomaisten vaatimukset.</p> <p>Kun yrityksen kunnossapito- ja huolto-ohjelma on selkeä ja yhtenäinen, se lisää yrityksen toimivuutta ja on monin tavoin kannattavampaa. Kunnossapito parantaa parhaimmillaan yrityksen taloudellista tilannetta, työntekijöiden työturvallisuutta ja ympäristöongelmia.</p> <p>Insinöörityön suunnitteluvaiheessa pidettiin useita palavereita, joissa hahmotettiin työn haasteet ja tavoitteet. Insinöörityön lopputuloksena syntyi toimiva kunnossapitojärjestelmä.</p>	
Avainsanat	kunnossapito, hoito-ohjelma, sähköpinnoitus

Author(s) Title	Emily Wu Creation of a Maintenance Plan for Electroplating Factory
Number of Pages Date	28 pages + 2 appendices 15 September 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Materials Technology and Surface Engineering
Specialisation option	Materials and Corrosion Technology
Instructor(s)	Director Arto Yli-Pentti
<p>The object of this thesis was to create a new maintenance plan for an electroplating factory. The work includes planning a new maintenance and repair plan, updating the equipment list and making a form to write down machinery surveys.</p> <p>The goal of this thesis was to improve the company's performance and boost workers efficiency by bringing the maintenance plan up to date. The thesis requires detailed research for exposing the most difficult challenges in maintenance and finding them solutions. The thesis evaluates the plants present situation and it takes demands of authorities into account.</p> <p>When the company's maintenance plan is explicit and solid it improves the performance of the firm and it is more cost-effective. At best the maintenance plan can highlight the financial status of the company. The maintenance plan also adds industrial safety and makes the plant ecologically compatible.</p> <p>After multiple meetings the thesis takes shape. Finally the thesis results in an effective maintenance system.</p>	
Keywords	maintenance, repair, technical servicing, electroplating, maintenance plan

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hoito ja kunnossapito	2
2.1	Käsitteet ja määritelmät	2
2.2	Pintakäsittelylaitosten lupavaatimukset	4
2.2.1	Sähkölaitteet	4
2.2.2	Kemikaalit	4
2.2.3	Ympäristölupa	5
2.3	Työturvallisuus	6
2.3.1	Työympäristö	7
2.4	Kunnossapitostrategioita	8
2.4.1	Ennakoivan kunnossapidon menetelmät	9
2.4.2	Korjaava kunnossapito	13
2.5	Kustannukset ja kunnossapidon vaikutus yrityksen kannattavuuteen	13
2.6	Vikaantumisen käsitteet ja määritelmät	14
3	Hoito- ja kunnossapito-ohjelma	16
3.1	Ohjelman tavoitteet	16
3.2	Ohjelman sisältö	16
3.3	Ohjelman laajuus	17
3.4	Ohjelman suorittajat	17
4	Tietoa Kromipinta Oy:stä	18
4.1	Yleistä	18
4.2	Organisaatio ja henkilöstö	18
4.3	Prosessikuvaus	20
4.4	Jätevedenkäsittely	21
5	Tila- ja laitekohtaiset määrytykset	22
5.1	Altaat ja anodit	22
5.2	Nostimet	23
5.2.1	Nostimien huoltojärjestelmä	24
5.3	Ilmastointijärjestelmä	25
5.3.1	Yleistä ilmastointijärjestelmästä	25
5.3.2	Ilmastointijärjestelmän kunnossapitoa	27

6	Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laatiminen Kromipinta Oy:lle	28
6.1	Suunnittelu	28
6.2	Hoito- ja kunnossapito-ohjelman luominen	28
7	Yhteenveto	29
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Linjakaavio	
	Liite 2. Huolto- ja kunnossapitolomake ja pohjapiirustus	
	Liite 3. Muovittamon huolto- ja kunnossapitolomake	

Lyhenteet ja käsitteet

R toimintavarmuus

M kunnossapidettävyys

S kunnossapitovarmuus

TPM total productive maintenance

RCM reliability centered maintenance

MTTR mean time to repair

MWT mean waiting time

MDT mean down time

$MDT = MWT + MTTR$

MTBF mean time between failures

MTBM mean time between maintenance

Kromi Kromi on epäjalometalli ja se esiintyy eri hapetusluvuilla -II:sta +VI:een. Merkittävimmät hapetusluvut ovat kuitenkin 0, +III ja +VI. Kromi III esiintyy eniten luonnossa ja on termodynaamisesti stabiilein. Kromi ei esiinny ympäristössä puhtaana metallina vaan kemiallisina yhdisteinä. Kromi III valmistetaan metallurgisesti tai elektrolyttisesti. Kromi VI on heksavalenttinen yhdiste, joka vaikuttaa biologisesti ja kemiallisesti täysin erilailla kuin kromi III. Pintakäsittelyssä käytetään kromi VI:sta sekä kromi III:sta. Kromi III:sta käytetään esimerkiksi passivoinnissa ja kiiltokromauksessa. [1]

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on laatia sähköpinnoituslaitokselle kunnossapito- ja huolto-ohjelma. Insinööriyön tilaajana toimi orimattilalainen tehdas Kromipinta Oy. Vuonna 2009 tehtaalle tuli uusi automatisoitu linja ja vanhaa linjaa ryhdyttiin poistamaan käytöstä. Samoihin aikoihin jätevesilaitosta uudistettiin. Uudella pinnoituslinjalla ja jätevesilaitoksella ei ole aikaisempaa kunnossapito- ja huolto-ohjelmaa, joten laitteistoilla ei ole minkäänlaista vikahistoriaa. Tämä vaikeutti yrityksen toimintaa, ja siksi Kromipinta Oy halusi laatia laitokselle perusteellisen kunnossapito- ja huolto-ohjelman. [2; 3]

Insinööriyössä otan esille kunnossapidon tärkeimmät seikat, jotka vaikuttavat erityisesti teollisiin yrityksiin. Käyn läpi jokaisen huomionarvoisen aspektin huollosta sekä vioittumisesta. Tutkin laitokselle erilaisia vaihtoehtoja ja kerron, kuinka tehtiin lopullinen päätös. Päätös pohjautuu insinööriyön tilaajan tarpeiden mukaan sekä viranomaisten vaatimuksien perusteella.

Kunnossapito- ja huolto-ohjelma on suunniteltu mahdollisimman taloudellisella tavalla. Ohjelma on laadittu ottaen huomioon tärkeät seikat kuten tuotteen laatu, työntekijöiden työturvallisuus, viranomaisten vaatimukset sekä ympäristöystävällisyys. Työssä tutkittiin myös erilaisia kunnossapitostrategioita, ja niistä valittiin Kromipinta Oy:lle paras mahdollinen strategia.

Työn tavoite on auttaa yritystä seuraamaan huoltoja, vikoja paremmin ja auttaa yritystä etsimään varaosia laitteilleen luomalla varaosaluettelon. Työn laajuuden takia ei pystytäkään tekemään varaosaluetteloä tämän insinööriyön yhteydessä. Laadittiin kuitenkin pintakäsittelylinjastolle päivitetty linjakaavio sekä laitteistoille huolto- ja tarkastuslomakkeet.

2 Hoito ja kunnossapito

2.1 Käsitteet ja määritelmät

Kunnossapitostandardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” [4]

PSK 6201: ”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.” [4]

Kunnossapito:

Toimenpiteet, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde ja siihen kuuluvat laitteet ja varusteet mahdollisimman hyvässä kunnossa. Laitteiden täytyy olla lakien, asetusten, määräyksien ja ohjeiden mukaisessa kunnossa. Kunnossapidon avulla pyritään saavuttamaan tehtaalle parhaimman käyttövarmuuden ja suorituskvyy. Kaikki suoritetaan mahdollisimman pienillä kustannuksilla, jotta kustannuslaatusuhde olisi mahdollisimman edullinen. Kunnossapito on käsitteenä kuitenkin hyvin laaja ja sitä pidetään omana tieteenhaarana. [4; 5]

Hoito- ja kunnossapito-ohjelma:

Laitoksen työnjohtajan toimesta laadittu ohjelma laitteistoille, jotka kaipaavat määräväleihin huoltoa. Hoito- ja kunnossapito-ohjelma sisältää huolto-ohjeita, huoltohistoriaa, hoitoaikataulun sekä laitoksen tarpeelliset dokumentit.

- Valvonta:** Tarkkaillaan laitoksen kohdetta ja selvitetään, täyttääkö se sille asetetut vaatimukset. Tarkastuksen avulla todetaan kohteen vaatimustenmukaisuus ja tarvittaessa tehdään kokeita ja mittauksia.
- Määräaikaistarkastus:** Perustuu sähköturvallisuuslainsäädäntöön, joka edellyttää laitoksen tekevän tarkastuksen ulkopuoliselta taholta laitteistoille viiden, kymmenen tai 15 vuoden välein riippuen, ovatko laitteet luokassa 1, 2 tai 3. Määräaikaistarkastukset tulisi näkyä hoito- ja kunnossapito-ohjelmassa.
- Huolto:** Konkreettiset toimenpiteet, joilla kohteet pidetään käyttö- ja toimintakunnossa. Toimenpiteet voivat olla hallinnollisia tai teknillisiä toimenpiteitä.
- Huoltokirja:** Tiedosto, johon on kirjoitettu kaikki tärkeät asiat kuten suoritettut hoito- ja kunnossapitotoimenpiteet, toimenpiteiden suorittajat, huoltotarkastukset, puutteelliset asiat ja virheet ja niiden korjaus. Sähköturvallisuuteen liittyviä suoja- ja turvajärjestelmien toimivuudesta tulisi näkyä huoltokirjassa.
- Huoltotarkastus:** Perustuu viranomaismääräyksiin tai laadittuun hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan. Huoltotarkastus tapahtuu määräajoin, ja silloin selvitetään kohteiden vaatimustenmukaisuus.
- Käyttövarmuus:** Laitteen kyky toimia tietyllä tavalla olosuhteissa ja ajanjaksossa, olettaen, että kohteella on kaikki ulkoiset resurssit saatavana.

2.2 Pintakäsittelylaitosten lupavaatimukset

2.2.1 Sähkölaitteet

Sähkölaitteet on rakennettava, valmistettava, huollettava ja käytettävä sähköturvallisuuslain (410/96) 5 § mukaan seuraavasti:

- 1 Sähkölaitteet eivät aiheuta kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.
- 2 Laitteet eivät sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheuta kohtuutonta häiriötä.
- 3 Sähkölaitteiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1. momentin edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille eikä ottaa käyttöön. [6]

Kaikissa sähkölaitteissa iästä riippumatta on otettava erityisesti huomioon seuraavat turvallisuusvaatimukset: ylivirtasuojaus, sähköiskulta suojaus, palovaarasuojauksen ja lämmönvaikutuksilta suojaus.

2.2.2 Kemikaalit

Sähköturvallisuuslain lisäksi on otettava huomioon kemikaalilaki (744/14.8.1989). Kemikaalilain mukaan teollisuuden vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia lajitellaan kahteen ryhmään: vähäisiin ja laajamittaisiin toimenpiteisiin. Terveydelle ja ympäristölle haitalliset kemikaalit vaativat laajamittaiset toimenpiteet, ja yritys saa käyttää kemikaaleja vain turvatekniikan keskuksen luvalla. [7]

Yrityksen on noudatettava kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa huolellisuutta ja varovaisuutta. Toiminnanharjoittajien on otettava huomioon kemikaalien määrän, vaarallisuuden ja käsittelyolosuhteet. Näin pystyisivät ennaltaehkäisemään suuronnettomuudet parhaiten.

Suunniteltaessa ja rakentaessa laitoksia, varastoja, laitteistoja ja rakennuksia on otettava huomioon vahinkojen estämiseksi tarvittavat rakenteelliset ja muut tekniset vaatimukset. Laitoksia ja varastoja käytettäessä tulee huolehtia rakenteiden ja

laitteistojen kunnosta siten, että niissä ei käytön aikana pääse tapahtumaan muutoksia, jotka lisääisivät minkäänlaista vaaraa.

Vuonna 2005 kemikaalilain muutoksen johdosta Kromipinta Oy hakee Turvatekniikan keskukselta eli TUKESista uuden luvan toiminnalleen.

2.2.3 Ympäristölupa

Vuonna 2008 Kromipinta Oy on hakenut uutta ympäristölupaa laajennuksen sekä toiminnanmuutoksen takia. Sille laadittiin ympäristöasetuksen mukainen ympäristöhakemus. Vuonna 2012 (17.8.2012) Turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli TUKES on suorittanut määräaikaistarkastuksen. Tarkastuskertomuksen mukaan Kromipinta Oy:n on korjattava tarkastuksessa havaitut puutteet vuoden 2012 loppuun mennessä. Tarkastuksella todettujen merkittävien puutteiden johdosta Turvallisuus- ja kemikaalivirasto tihentää määräaikaistarkastusten taajuutta. Päätös perustui vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuuslakiin (390/2005) pykäliin 22, 27, 30 ja 46. [2]

Pintakäsittelylinjasta syntyy teollisuusjätevettä, joka sisältää raskasmetalleja. Teollisuusjätevesi aiheuttavat ympäristön pilaantumisen vaaran. Laitoksessa on kuitenkin oma jätevedenkäsittelylaitos, jossa raskasmetallit saostetaan metallihydroksidisakaksi. Tämä sakka toimitetaan Ekokemille ja puhdistettu vesi päästetään Orimattilan Vesi Oy:n viemäriverkostoon. [2; 3]

Rakennus ei sijaitse Orimattilan keskustan lähetyvillä, ja lähinkin asutus on yli sadan metrin päässä. Laitos ei kuitenkaan tuota mitään päästöjä ilmaan, maaperään tai vesistöihin. Yrityksen toiminnan harjoittaminen ei synnytä tärinää tai melua. Yritys tuottaa kuitenkin ympäristöriskin, joka kohdistuu enimmäkseen pohjaveteen ja maaperään. Kiinteistö kuuluu Sikosuon pohjavesialueeseen, ja se on luokiteltu I-luokan pohjavesialueeksi.

Luvan hakemisen peruste koskee ympäristösuojelulain 28 §:n 1. momenttia sekä ympäristönsuojeluasetus 1 §:n 1. momenttiin kohtaa 2h.

Ympäristöasetuksien mukaan Kromipinta Oy:n toiminta on luvanvaraista ja ympäristöluvan hakeminen on oleellista Kromipinta Oy:n toiminnan edellyttämiseksi.

Ilman ympäristölupaa yrityksen toiminta voidaan lakkauttaa. Ympäristölupahakemus haetaan Hämeen ympäristökeskuksesta.

2.3 Työturvallisuus

Valtioneuvoston päätös työvälineiden turvallisuudesta nojautuu työturvallisuuslain (299/58) toiseen lukuun:

3§ Työvälineiden koskevat määräykset

Työnantajan tulee huolehtia siitä, että työssä käytettäväksi hankitaan vain sellaisia työvälineitä, jotka täyttävät niitä koskevat vaatimukset sen mukaan kuin niistä erikseen säädetään tai määrätään, tai jos tällaisia määräyksiä ei ole, tämän päätöksen liitteen mukaiset vähimmäisvaatimukset. [8]

Työnantajan tulee varmistaa, että työvälineet pidetään koko niiden käyttöajan riittävän huollon avulla sellaisessa kunnossa, että ne täyttävät turvallisuudeltaan tässä päätöksessä asetetut vaatimukset.

Sellaista työvälinettä, jonka tarkastuksesta erikseen säädetään tai määrätään, ei saa käyttää, jos sitä ei ole asianmukaisesti tarkastettu.

Viranomaisten antamat määräykset ja suositukset työvälineistä ovat työturvallisuuslain (299/58) mukaisia.

Sähköturvallisuuslain (410/96) 5 § on myös hyvin tärkeä osa työturvallisuutta. Laissa on määritelty tarkasti, kuinka sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava, ja huollettava ja kuinka niitä on käytettävä. Sähköturvallisuuslaissa on määritelty seuraavia asioita:

- 1 Laitteet ja laitteistot eivät aiheuta vaaraa terveydelle, omaisuudelle tai hengelle.
- 2 Laitteista ei aiheudu sähkömagneettisesti tai sähköisesti kohtuutonta häirintää.

3 Laitteiden toiminta ei häiriinny herkästi sähköisesti tai sähkömagneettisesti. [6]

2.3.1 Työympäristö

Työturvallisuutta ajatellen on oleellista ottaa huomioon työympäristössä esiintyviä vaaroja (ks. taulukko 1). Työympäristössä voi esiintyä fysikaalisia, kemiallisia tai biologisia terveysvaaroja. Alla olevaan taulukoon on listattu mahdollisia vaaroja. [9]

Taulukko 1. Työympäristössä esiintyviä vaaroja.

Fysikaaliset vaarat	Kemialliset vaarat	Biologiset vaarat
- melu	- mineraalipölyt	- bakteerit
- värinä	- metallit ja niiden yhdisteet	- virukset
- lämpötila	- orgaaniset pölyt ja yhdisteet	
- säteily	- kaasut	
- valaistus	- liuottimet	
	- raskasmetallit	

Melu on kuulolle haitallista tai häiritsevää ääntä, joka voi pahimmillaan aiheuttaa vakavia kuulovaurioita. Kaikista mahdollisista vaaroista melu aiheuttaa eniten ammattitautteja. Lähinnä vain tuotannossa syntyy melua, joka voi olla haitallista kuulolle. Äänen voimakkuus täytyy tällöin olla yli 80 dB. Erityisesti kuulolle haitallista on impulssimelu, joka muodostuu nopeista ja äkillisistä iskuäänistä kuten takomisesta tai ampumisesta. Melua torjutaan parhaiten estämällä sen synty tai eteneminen. Työnantajien suositellaankin käyttämään vähänäänisiä työmenetelmiä ja työvälineitä. [9]

Terveellistä ja turvallista työympäristöä luotaessa on otettava myös huomioon valaistukset ja lämpöolosuhteet. Hyvällä valaistuksella silmien rasitus ja terveyshaitat vähenevät. Todistetusti tuottavuutta on saatu lisääntymään sekä virheiden lukumäärät voivat laskea paremmalla valaistuksella. [9]

Työskentely optimilämpötilassa auttaa työntekijöitä viihtymään, suorittamaan ja tuottamaan työssään paremmin. Lämpöolosuhteissa on otettava kylmyyden ja

kuumuuden lisäksi myös kuiva ilma ja veto. Ilmastoinnilla on suurin vaikutus lämpöolosuhteisiin. [9]

Työturvallisuuteen kuuluu myös paljon muitakin seikkoja, joita ei käsitellä tässä työssä. Työssä käsitellään vain niitä asioita, jotka vaikuttavat tehtaan laitteistojen ja laitteiden kunnossapidon ja huolto-ohjelman laatimiseen.

Työntekijöitä kuuluisi opastaa, miten luodaan mahdollisimman turvallinen työympäristö sekä työvälineiden käyttö.

2.4 Kunnossapitostrategioita

Kunnossapitostrategioiden avulla pyrimme saavuttamaan tavoitteet erilaisia keinoja käyttämällä. Yrityskohtaiset tekijät vaikuttavat suuresti kunnossapidon strategiavalintaan. Tekijöitä voi olla monenlaisia kuten

- tuotteiden kysyntä
- kilpailutilanne
- yrityksen asema markkinoilla
- tuotteen sekä tuotantolaitteistojen teknologinen taso
- tuotantokoneiden monimutkaisuus ja kapasiteetin käyttöaste.

Yrityskohtaisten tekijöiden lisäksi on otettava huomioon myös laitekohtaiset tekijät: seisokkikustannukset, laitteen hinta ja laitteen tärkeys tuotannon jatkuvuudelle.

Ennen kunnossapitostrategian kehittämistä yrityksellä on oltava tarkat tavoitteet. Näiden tavoitteiden avulla pystytään luomaan yritykselle sopivan kunnossapitostrategian. Tavoitteiden lisäksi on tärkeää eritellä laitos seuraaviin tasoihin:

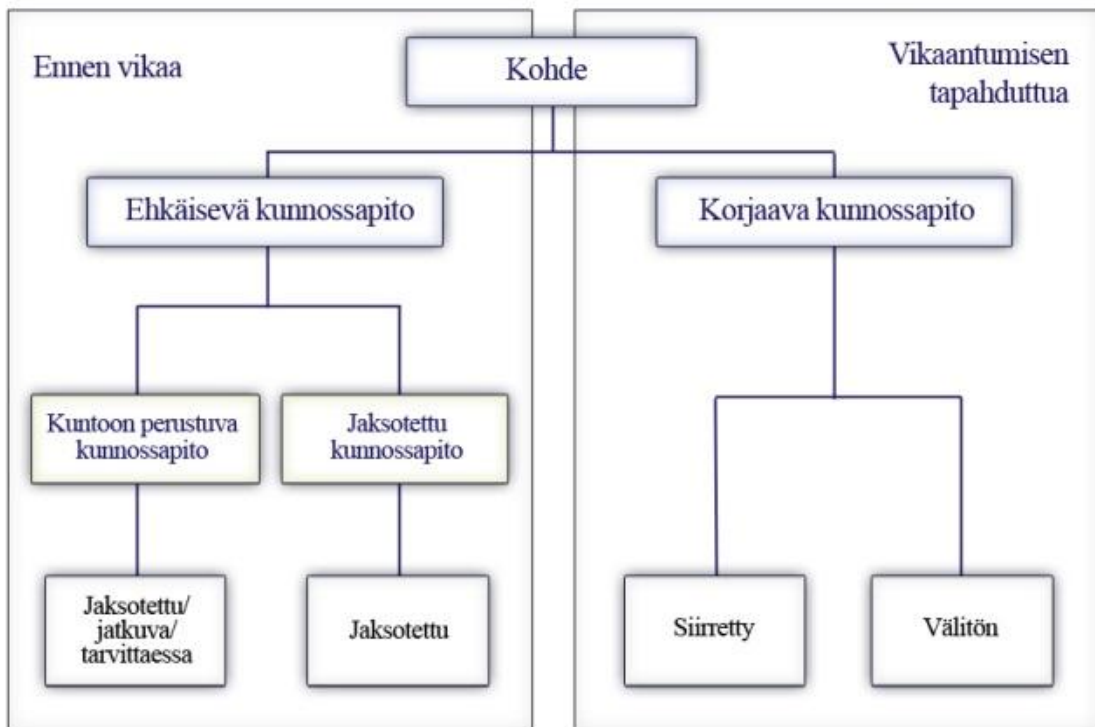
- tuotantojärjestelmätaso, esimerkiksi tuotanto-osasto
- laitetaso, esimerkiksi yksittäinen kone tai tuotantolinja
- komponenttitaso, esimerkiksi laakeri tai tiiviste.

Tasot helpottavat kunnossapitostrategioitten laatimista ja koneiden käyttövarmuuden hallinta tehostuu.

Kunnossapitostrategiat on jaettu karkeasti kahteen pääryhmään: ennakoivaan kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon. Ennakoivaa kunnossapitoa kutsutaan myös nimeltä aktiivinen kunnossapito tai ehkäisevä kunnossapito. Korjaavaa

kunnossapitoa kutsutaan passiiviseksi kunnossapidoksi. Ennakoivassa kunnossapidossa toimitaan nimensä mukaan ennakoivasti. Ennakoidaan vauriot ja estetään niiden ilmeneminen. Korjaavassa kunnossapidossa oikaistaan jo syntyneet viat ja pyritään palauttamaan laite alkuperäiseen toimintakuntoonsa. Näiden lisäksi on myös rutiinihuoltoa ja takuhuoltoa. Rutiinihuollossa ei oteta huomioon kohteen käyttöoloja ja yksilöllisiä eroja. Takuuhuoltoa suoritetaan sopimusasiakirjojen määriteltyjen takuu voimassaolon aikana.

Kohteiden kunnossapitostrategian valinnassa voidaan käyttää kuviossa 1 olevaa taulukkoa. Yrityksen kohteet voidaan ryhmitellä kahteen eri ryhmään tuotannollisen merkityksen ja turvallisuusrisikin mukaan. Kohteet saavat kriittisyysluokan, jonka perusteella niille määrätään oikeanlainen kunnossapito-ohjelma. Jos kohteella on suuri merkitys tuotannolle, se investoidaan tällöin ennakoivalla kunnossapidolla. Epäolennaisilla kohteilla taas harjoitetaan korjaavaa kunnossapitoa. [4]



Kuvio 1. Kunnossapitolajit. [4]

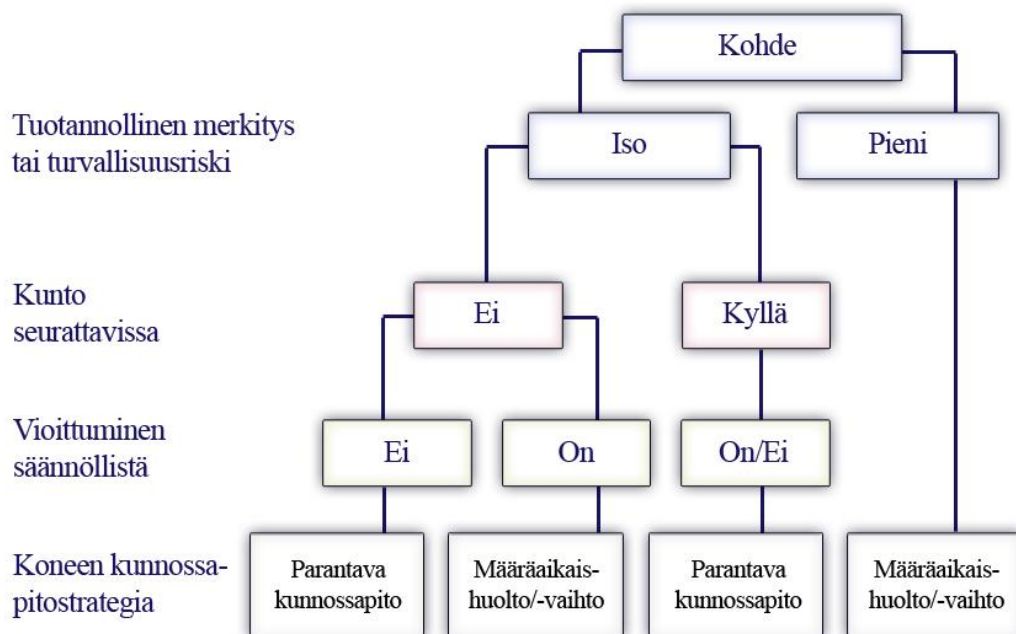
2.4.1 Ennakoivan kunnossapidon menetelmät

Ennakoiva kunnossapito suoritetaan ennen vian syntyä. Tällä tavoin pienennetään vikaantumisen todennäköisyyttä, ja näin ollen vikaantumisväli pitenee. Seurauksena syntyy siis parempi käytettävyys ja laitteiston taloudellinen käyttöikä lisääntyy.

Ennakoiva kunnossapito perustuu laitteiston kuntoon tai jaksotettuihin määräaikaishuoltoihin. Tämän menetelmän avulla pystytään seuraamaan kohteen suorituskykyä ja parametreja. Vikatilastojen avulla voidaan aloittaa ennakoivan kunnossapidon suunnittelun.

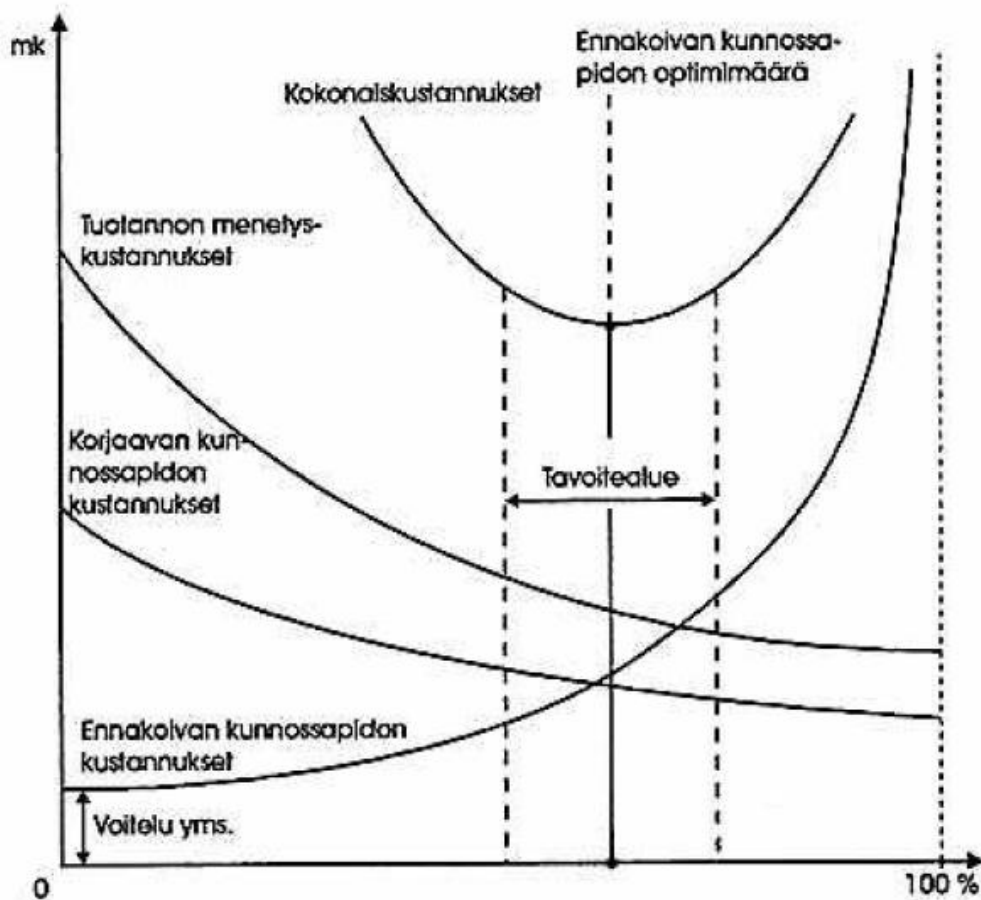
Ennakoivaa kunnossapitoa suoritetaan säännöllisin väliajoin, ja toiminta on suunniteltua. Kunnossapito suoritetaan laitoksen toiminnan aikana tai kun suunnitellut seisokit ovat meneillään. Odottamattomat toimintakatkokset kannattaa hyödyntää tekemällä ehkäisevää kunnossapitoa. Ennakoivaan kunnossapitoon kuuluu myös ennustettava kunnossapito, jolla pyritään selvittämään laitteistojen kunto erilaisten mittauksien avulla.

Ennakoivassa kunnossapidossa on otettava erityisesti huomioon laitteet, jotka voivat vikatilanteessa aiheuttaa katkoksen tuotannossa, heikentää tuotteen laatua tai luoda turvallisuusriskin. Jos kohteella on suuri merkitys tuotannolle, huoltoon asetetaan enemmän resursseja kuin kohteeseen, joka kuuluu alhaisempaan riskiryhmään. Yrityksen on ennustettava epäkunnossa olevan laitteen tai laitteen osan, ja tuotannon menetykset, hinta ja korjausajat. Tämä helpottaa ylläpitämään laitteistojen kuntoa.



Kuvio 2. Oikeanlaisen kunnossapitostrategian valintakaavio. [4]

Ehkäisevää toimintaa suositellaan käytettävän silloin, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin laitteen vikaantuessa tai tuotannon keskeytyessä. Laitteiden käytettävyyssvarmuutta saadaan nostettua, kun investoidaan ehkäisevään kunnossapitoon. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa kuitenkin punteroida tarkasti, jotta tietty balanssi löydetään vikaantumisen ja kunnossapidon väliltä. Kuvion 3 avulla voidaan havainnollistaa ehkäisevän kunnossapidon merkitys kokonaiskustannuksiin. [4]



Kuvio 3. Ehkäisevän kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin. [10]

Ennakoivan kunnossapidon voi jakaa kahteen ryhmään: kunnonvalvontaan ja määräaikaishuoltoon. Kunnonvalvontaa suoritetaan tarkkailemalla ja mittaamalla kohdetta joko jatkuvasti tai määräväleihin. Niiden tarkoituksena on löytää viat ennen kuin käyttöhäiriöitä ilmenee. Kunnonvalvontaan kuuluu esimerkiksi lämpö- ja värinämittaukset sekä lopputuotteen laadun seuranta. Kunnonvalvonta eroaa määräaikaishuolloista siten, että kunnonvalvontaan liittyvissä toimenpiteissä kohteen komponentteja ei pureta. Kunnonvalvonnan ansiosta korjaukset ja

varaosahankinnat voidaan arvioida ennakolta todellisen tarpeen mukaan. Turhat varaosavaihdokset jäävät pois, ja korjauksia joudutaan tekemään harvemmin. [4]

Määräaikaishuolto suoritetaan säännöllisin väliajoin huolto-ohjelman mukaisesti, ja sitä käytetään silloin, kun laitteistojen kuntoa on teknillisesti tai taloudellisesti lähes mahdoton seurata. Määräaikaishuoltojen kustannuksia on mutkatonta seurata ja ohjata. Tällöin pystytään laskemaan tarkasti määräaikaishuoltojen kustannukset. Pelkästään määräaikaishuoltojen avulla ei kuitenkaan pysty pitämään laitosta täysin kunnossa sillä odottamattomia vikoja syntyy tästäkin huolimatta. Määräaikaishuoltojen aikana laitteita puretaan ja osia vaihdellaan. Tällöin kohteeseen syntyy suurempi mahdollisuus ilmetä uusia vikoja huomaamattomasti. Tämän takia on koulutustilaisuuksissa hyvin tärkeää korostaa työntekijöille huolellisuutta laitteiden asennusvaiheessa.

Määräaikaisessa kunnossapidossa on tärkeää asettaa laitteiden huollolle sopiva huoltoväli. Laitteistojen vikataajuus on tyypillisesti normaalijakautunut. Normaalijakauma pätee silloin kun tilanteessa tapahtuu kulumista ja vanhenemista. Nämä oleelliset ilmiöt voivat vaikuttaa laitteen komponentteihin eri lähteistä. MTBF tulee englanninkielisistä sanoista mean time between failures, se tarkoittaa keskimääräistä aikaa laitteen vikaantumiseen ja sen edellisestä korjauskerrasta. Jos vikataajuus on vakio, MTBF on tällöin sen käänteisluku. Yleensä laitteistojen valmistajat tiedottavat käyttäjiään tuotteiden keskimääräisen vikaantumisvälin. Kun vikaantumisväli tiedetään, voidaan siitä päätellä, kuinka suuren todennäköisyyden vioittumiselle sallitaan. Huoltovälin, (MTBM eli mean time between maintenance) voi määrittellä seuraavan kaavan mukaan kun tiedetään vikaantumisväli.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Lyhyet vikaantumisvälit aiheuttavat korkeat kustannukset, mutta ehkäisevät varmemmin viat. Valmistajien huolto-ohjeiden lisäksi voidaan käyttää omia kokemuksia ja valmistusohjelmaa huoltovälin määrittämiseksi. Kun käytössä on uusi laite eikä aikaisempaa kokemusta löydy, laitetta huolletaan valmistajan suosituksen mukaan. Kun kokemukset lisääntyvät, voidaan laitteelle määrittää uusi huoltoväli. [4]

2.4.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa kohdetta korjataan vasta vian ilmaannuttua. Tämänäyttöinen kunnossapito on vanhin ja yksinkertaisin tapa hoitaa kunnossapitoa. Tarkoituksena on saada kohde mahdollisimman nopeasti ja vain tarpeellisilla toimenpiteillä käyttäen toimintakuntoon. Korjaavan kunnossapidon voi erotella kolmeen eri ryhmään tavoitteiden perusteella:

- Väliaikaisen korjauksen tarkoituksena on lyhentää tuotantokatkoksen aikaa.
- Toimintakyvyn entiselleen palauttavassa korjauksessa kohde korjataan vastaamaan lähes uutta laitetta tai kohde vaihdetaan uuteen.
- Parantavassa korjauksessa yritetään estää vian uusiutuminen. Hyvä esimerkki korjaavasta kunnossapidosta on lampun polttimon vaihto. [4]

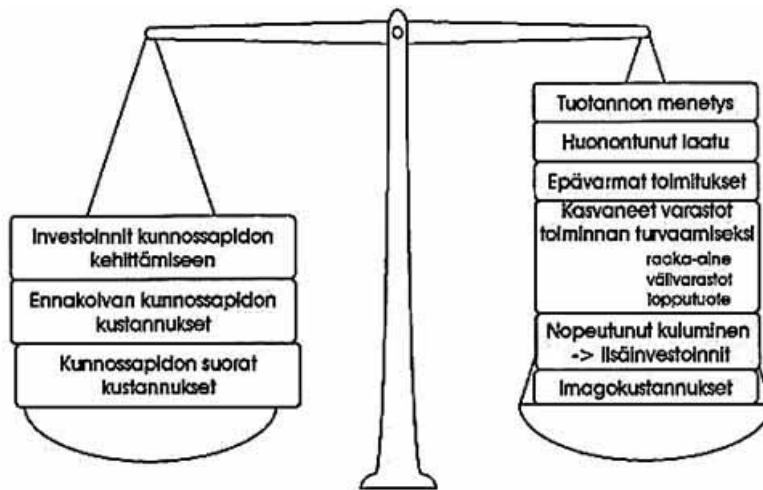
2.5 Kustannukset ja kunnossapidon vaikutus yrityksen kannattavuuteen

Kunnossapidolla on suora vaikutus tuotteen laatuun, toimituksiin, kysyntään ja jopa yrityksen imagoon. Toisin sanoen kunnossapidolla on merkittävä vaikutus sijoitetun pääoman tuottoon. Tuloksia syntyy ja käyttökate paranee, kun odottamattomat laiteviat vähenevät. Tällöin pääoman kiertonopeuskin kasvaa. Pääoman kiertonopeudella tarkoitetaan sitä, kuinka raha kuvainnollisesti liikkuu omistajien kesken. Käyttöpääoma kattaa yrityksen päivittäisen toiminnan vaaditun pääoman. Kaiken lisäksi pidentynyt käyttöikä alentaa korvausinvestointien tarvetta. [4; 11]

Pääoman kiertonopeus = liikevaihto/käyttöpääoma

Yrityksen kustannukset on laadittu puute- ja panoskustannuksilla. Puutekustannus muodostuu, kun yritys ei pysty tuottamaan asiakkailleen luvattua tuotetta tai palvelua sovitulla tavalla. Tällöin katetuottoa menetetään, kun tuotantoon tulee katkos tai tuotteen laatu heikkenee. Jälkitoimitukset aiheuttavat aina tavarantoimittajalle lisäkustannuksia. Panoskustannukset sisältävät kiinteät ja muuttuvat kustannukset. Muuttuvat kustannukset juontuvat kunnossapitotöistä.

Kunnossapidon ansiosta yritys ansaitsee tuottoa laitteiden eliniän pidentämällä ja työturvallisuuden parantamisella. Asiakkaiden tyytyväisyydellä ja henkilökunnan mukavalla työympäristöllä yritys voi saavuttaa positiivisen imagon.



Kuvio 4. Kunnossapidon kustannusten punnitseminen. [11]

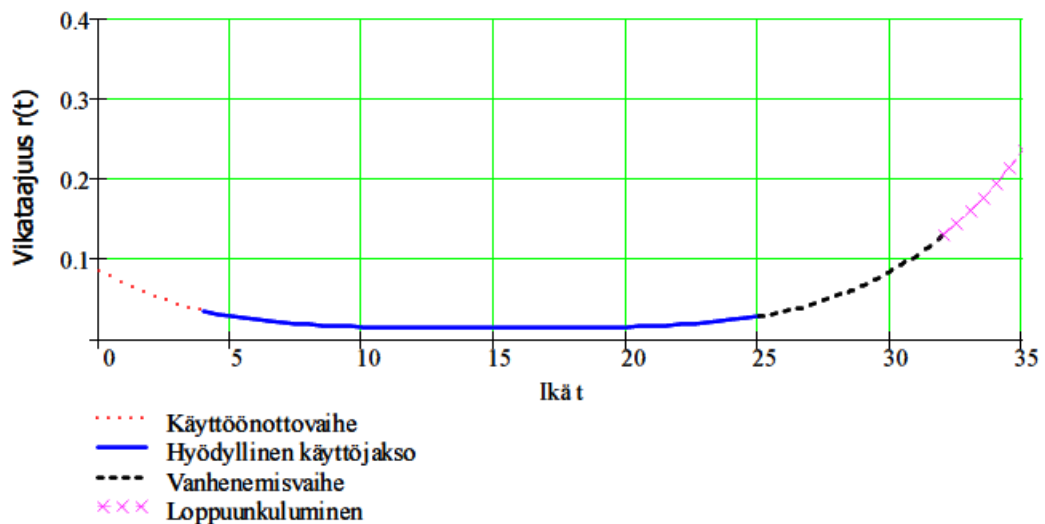
Kromipinta Oy ei ole halukas ulkoistamaan kunnossapitoaan, eli huollot ja muut kunnossapidon velvollisuudet eivät mene alihankintaan. Yritys on päättänyt, ettei ole kannattavaa ulkoistaa kunnossapitotoimintaa. Näin ollen Kromipinta Oy joutuu suoriutumaan omia resursseja käyttäen, mutta niiden kannattaa kiinnittää huomiota enemmän koulutusinvestointeihin. Kunnossapidon tason nostaminen vaatii paljon töitä. Koulutuksien tarkoituksena on muuttaa henkilöstön asennetta kunnossapitoa kohtaan myönteisemmäksi. Näin työpaikka kehittyy ja yhteistyö sujuu vaivattomammin. [3]

2.6 Vikaantumisen käsitteet ja määritelmät

Vikaantuminen on stokastinen ilmiö eli satunnainen tapahtuma. Siksi vikaantumista esitetään todennäköisyyspohjaisella mallintamisella. Vikaantumistodennäköisyyksillä pystymme arvioimaan komponenttien ja laitteiden vikaantumisaikoja. Vioittumista kuvataan usein ammekäyrällä (kuvio 4), joka muodostuu laitteiden vikataajuudesta ajan funktiona eli vioittuvuudella. Ammekäyrä koostuu joko yhden komponentin osasta, esimerkiksi laakerista, tai kokonaisen koneen tiedoista. Käyrän alkupää kuvaa toimintavaiheen alkuvaihetta eli laitteen sisäänajoa. Tässä vaiheessa laitteessa voi esiintyä niin sanottuja lapsentauteja, jotka voivat johtua muun muassa

- suunnittelupuutteesta
- huonosta laadunvalvonnasta
- puutteellisista tuotantomenetelmistä
- sopimattomista materiaaleista
- inhimillisistä virheistä
- huolimattomasta käsittelystä.

Käyrän keskiosaa kutsutaan satunnaisten vikojen alueeksi. Tyypilliset vikojen aiheuttajat ovat tyypilliset käyttövirheet ja ympäristöolosuhteiden muutokset. Ammekäyrän loppuosaa kutsutaan vanhenemisvaiheeksi. Tässä vaiheessa laite on ikääntynyt ja vikatiheys kasvanut. Laitteen viat johtuvat todennäköisesti laitteen loppuun kulumisesta, riittämättömästä kunnossapidosta tai liian suuresta kuormituksesta. [4]



Kuvio 5. Ammekäyrä. [4]

Kriittinen kohde kuvastaa kohteen riskin suuruutta. Laitetta kutsutaan kriittiseksi kohteeksi, kun siihen liittyvä riski on hyvin suuri. Riski voi aiheuttaa esimerkiksi henkilön loukkaantumisen, merkittäviä laitevikoja tai tuotannon menetyksen. Kriittinen kohde voi olla osa, komponentti, laite, järjestelmä tai yksikkö.

Vikamuoto on viallisen kohteen tietty tila. Esimerkkejä venttiilin vikamuodoista ovat venttiilin vuotaminen tai se, että venttiili ei aukea.

Vikaantumismekanismi voi olla fysikaalinen, kemiallinen tai jokin muu prosessi, joka on aiheuttanut kohteen vikaantumisen. Esimerkiksi kuluminen, syöpyminen ja väsyminen ovat vikaantumismekanismeja.

Äkkivikaantumista ei ole pystytty ennakoimaan tai välttämään etukäteen tarkastuksella tai valvonnalla.

Vähittäisvikaantuminen syntyy ajan myötä tapahtuneista muutoksista. Vähittäisvikaantumista voidaan estää ennakoivalla kunnossapidolla, tarkastuksilla ja valvonnalla.

Vakava vika, lievä vika ja piilevä vika ovat nimensä mukaisia vikoja. Vakavat viat aiheuttavat suuria tuotannollisia menetyksiä tai luovat suuren turvallisuusriskin. Lievät viat eivät vaikuta kohteeseen suurella tavalla, ja piilevät viat ovat vikoja, joita ei ole vielä havaittu.

Kriittinen vika on vakavaa vikaa astetta vakavampi. Ne aikaansaavat merkittäviä aineellisia tai tuotannollisia vahinkoja.

3 Hoito- ja kunnossapito-ohjelma

3.1 Ohjelman tavoitteet

Ohjelman tavoitteena on laatia yritykselle sellainen suunnitelma, joka sallii tuotteelle parhaan kannattavuuden, turvallisuuden ja laadun mahdollisimman taloudellisesti. On tärkeää pitää asiakas tyytyväisenä ja käyttää tuotannossa mahdollisimman ympäristöystävällisiä menetelmiä. Kustannus-laatusuhde on kuitenkin tärkeää pitää mahdollisimman otollisena. [3]

Hoito- ja kunnossapito-ohjelma sisältää taloudellisia, hallinnollisia sekä teknillisiä toimintoja. Ohjelman avulla on helppo seurata menneitä ja tulevia huoltoja. Siitä näkee myös helposti kohteiden oikeanlaiset korjausmenetelmät ja tarkastukset.

3.2 Ohjelman sisältö

Hoito- ja kunnossapito-ohjelma sisältää huollon tarvitsemia dokumentteja:

- hoitosuunnitelma

- hoitoaikataulu
- huoltohistoria ja vikatilastot
- huolto-ohjeet
- jatkuvien rutiininomaisien ja silmämääräisten huoltojen ohjeet

Lainsäädännön mukaan hoito- ja kunnossapito-ohjelman sisältö on harkittava aina tapauskohtaisesti. Jos on muita dokumentteja, jotka edesauttavat hoito- ja kunnossapito-ohjelman ymmärtämistä, niiden tulisi olla joko liitteenä tai erillisessä kansiossa. Kyseisessä kohdassa täytyy olla maininta, mistä tieto löytyy. Dokumentit sisältävät tarkastuspöytäkirjat, todistukset, raportit, linjakaavio, menettelytapatilapäisasennuksissa ja huoltoon tarvittavat piirustukset ja kaaviot.

Hoito- ja kunnossapito-ohjelman sisällysluettelo koostuu seuraavanlaisista asioista:

- Yleiskuvaus kiinteistöstä
- Huoltojen sekä erilaisten mittauksien ja testauksien aikataulut
- Laitekohtaiset huolto- ja kunnossapito-ohjeet sekä laitetoimittajien huolto-ohjeet
- Huoltohistoria ja aikaisemmat vikakorjaukset [3]

3.3 Ohjelman laajuus

On tärkeää, että hoito- ja kunnossapito-ohjelma on tehty havainnolliseksi, helppolukuiseksi ja käytännönläheiseksi. Ohjelma laaditaan laitekohtaisesti ja tilaajan tavoitteiden, tarpeiden ja toivomusten mukaan erilaajuiseksi.

Suppeimmissa hoito- ja kunnossapito-ohjelmissä käsitellään vain sähköturvallisuuslain koskemia velvoitteita ennalta laadittavasta ohjelmasta. Tällöin ohjelma sisältää sähköturvallisuuslain 5 §:n edellyttämät mittaukset, testaukset ja silmämääräiset tarkastukset. Ohjelman voi saada laajemmaksi jos siihen sisältää kaikki sähköturvallisuuslain haltijaa koskevat velvoitteet. Laajimmillaan laitteistojen hoito- ja kunnossapito-ohjelma sisältää myös laitteistojen kustannushallinta-asiaa. [3]

3.4 Ohjelman suorittajat

Kromipinta Oy vastaa itse lähes kaikista kunnossapito- ja huoltotoista. Vain ilmastointijärjestelmän huollot on ulkoistettu LVI-yritykselle. Näin ollen on helppoa määrätä kullekin huoltotyölle vastuuhenkilö. Kaikki suoritettavat työt merkitään huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan. Huoltotoimenpiteitä suositellaan suorittavan sähköalan ammattilaiset, tehtävään perehtyneet henkilöt tai muut ammattilaiset. [3]

Käyttäjiä pitää perehdyttää laitteiden käyttöön, ja henkilökunnan työsopimukseen olisi hyvä lisätä laitteiden käyttö- ja valvontavastuuosio. Työntekijöille kuuluu jatkuva työympäristön tarkkailu, ja heidän velvollisuus ilmoittaa sähköalan ammattilaisille, jos laitteistoihin ilmenee poikkeavuuksia. Erikoisasiantuntijoita saattaa tarvita esimerkiksi erilaisiin tietojärjestelmiin, paloilmoitinlaitteisiin ja sellaisiin kohteisiin, joihin valmistajalla on erikseen maininta asiasta.

4 Tietoa Kromipinta Oy:stä

4.1 Yleistä

Kromipinta Oy on pintakäsittelylaitos, ja se on toiminut metalliteollisuudessa vuodesta 1992 lähtien. Yritys on toiminut aikaisemmin nimellä Ikipinta Oy, ja se on toiminut samoissa tiloissa vuodesta 1981. Rakennus sijaitsee Sampolan teollisuusalueella, Ravitie 5:ssä, Orimattilassa. Vuonna 2007 Kromipinta Oy:n omistajuus vaihtui, ja yrityksestä tuli Lvi-Tuotanto Oy Alcuterm Ab:n tytäryhtiö. Omistajuuden vaihtumisen myötä tehdas laajentui sekä toiminta muuttui. Tehtaan toiminta kohdistuu pääosin nikkelikromaukseen. Useat Kromipinta Oy:n asiakkaista ovat merkittäviä teollisia valmistajia ja alojensa johtavia tekijöitä. Asiakkuudet sijaitsevat ympäri Suomea. Vuonna 2009 käyttöön otettiin täysin automatisoitu tuotantolinja ja vesilaitos uudistettiin. Uuden tuotantolinjan myötä Kromipinta Oy on voinut panostaa enemmän tuotekehitystyöhön. Uudistuksessa on otettu huomioon yhteiskunnan sekä asiakkaiden asettamat ympäristövaatimukset. Ilmankierto ja -puhdistus on tehostettu ja uudet kierrätysjärjestelmät säästävät entistä paremmin vettä ja energiaa. [2; 3]

Itse tuotantolinjan lisäksi tehtaalla on muitakin tuotantotiloja kuten: hiomo, työpaja, muovipäällästyslaitos, jätevesilaitos, metallipaja sekä laboratorio. Teollisuushalli on 2900 m² kokoinen, ja sen teollisuus osuus on 2000 m². Automatisoidulla linjalla käytetään kuuden arvoista kromihappoa ja tämän ansiosta tuotteiden kulutuksenkestävyys paranee. Kromipinta Oy pinnoittaa paljon sairaalakalusteita, jotka vaativat kovemmat vaatimukset pinnan kestävyydelle kuin monet muut kromipinnoitteiset tuotteet.

4.2 Organisaatio ja henkilöstö

Tehtaan kokonaishenkilöstömäärä vaihtelee työllisyystilanteesta riippuen. Vuoden 2012 aikana henkilöstömäärä on 14, joista kaksi työskentelee konttorissa. Laitos toimii

kahdessa vuorossa. Päivävuorossa henkilöstön määrä voi olla enimmillään kymmenen henkilöä ja iltavuoron aikana kolme henkilöä.

Tehdaspäällikkö vastaa laitoksesta ja sen toiminnasta sekä työturvallisuudesta. Hänen vastuullaan on myös tulitöiden valvonta. Taulukkoon 1 on lueteltu yrityksen vastualueet.

Taulukko 2. Kromipinta Oy:n vastualueet

Tehtävä	Vastuualue
Hallitus ja toimitusjohtaja	Ylin päätösvalta
Tehdaspäällikkö ja tekninen työnjohto	Koko laitosta koskeva seuranta, turvallisuusohjelman toteuttaminen, teknisten päätösten teko, tiedon hankinta, työntekijöiden ohjeistaminen ja valvonta
Ulkopuolinen asiantuntija	Teknisten asiantuntijapalveluiden tuottaminen, henkilökunnan koulutuksen suunnittelu ja toteuttaminen sekä konsultointi viranomaisten kanssa

Ylin valta yhtiön hallinnossa on hallituksella ja korkein toimeenpano valta on yhtiön toimitusjohtajalla. Tehdaspäällikön tehtävänä on toimia laitoksella yhtiön hallituksen ja toimitusjohtajan edustajana sekä suunnitella ja valvoa laitoksen toimintaa. Tehdaspäällikkö toimii myös turvallisuuskysymyksissä ylimpänä koordinaattorina. Tekninen työnjohtaja vastaa annettujen määräysten ja ohjeiden noudattamisesta laitoksen jokapäiväisessä toiminnassa. Kromipinta Oy:ssä tehdaspäällikön ja teknisen työnjohtajan työtehtävät hoitaa sama henkilö. Ulkopuolista asiantuntija-apua tarvitaan turvallisuuskysymyksissä, henkilöstön turvallisuuskoulutuksissa ja muissa asioissa, mihin tarvitaan erikoisosaamista.

4.3 Prosessikuvaus

Kromipinta Oy on moderni sähköpinnoituslaitos, joka mahdollistaa kromauspalveluita konepaja- sekä kalusteteollisuuden tarpeisiin. Sähkökemiallinen pinnoitus tunnetaan myös nimeltä elektrolyyttinen pinnoitus. Metalliesineitä pinnoitetaan ohuella kromipinnalla, joka on yleensä noin 0,3 – 2 mikrometrin paksuinen. Pinnoitus parantaa tuotteen kestävyttä ja pidentää sen elinikää. Näin ollen tuotteiden korjaus- ja huoltokustannukset alentuvat. [2; 3]

Kromipinta Oy:lle tulee suoraan valmistajalta kromattavat metallitavarat, ja näin ollen esineissä saattaa olla pinnassa prosessin aikana käytettyjä kemikaaleja. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi vahat, rasvat, öljyt tai muut epäpuhtaudet. Täten pinnoitettavat tavarat joudutaan esikäsittelemään huolellisesti ennen varsinaista kromaamista. Huono esikäsitteily näkyy pinnoitetun tuotteen pinnalla heti, tai se voi tulla esille esimerkiksi ennenaikaisena irtoamisena. Pintakäsittelyn onnistumisen kannalta esikäsitteily on tehtävä huolellisesti, jottei virheistä tulisi jälkikäteen ylimääräisiä kustannuksia.

Kromipinta Oy:llä metallikappaleiden esikäsitteily etenee seuraavanlaisesti:

1. Alkalipesussa poistetaan rasvat, vahat sekä vesiliukoiset suolakerrokset. Alkalinen pesu edellyttää huolellisen vesihuuhtelun pesuainejäämien poistamiseksi. Laitoksella käytetään 5 – 10-prosenttista natriumhydroksidia (NaOH) kylvyissä.
2. Sähköpesussa eli elektrolyyttisessä rasvanpoistossa pinnoitettava kappale toimii elektrodina ja pesuliuos on elektrolyyttinä. Suuremmat epäpuhtaudet ovat poistuneet jo edellisessä pesussa. Näin sähköpesukylpy pysyy mahdollisimman puhtaana. Kromipinta Oy:n kylpy sisältää yli 30 % NaOH:a.
3. Peittauksessa poistetaan oksidit ja epäpuhtaudet kuten ruoste. Kappaleen pinta aktivoidaan rikkihapolla, ja tällä tavoin pinta puhdistuu.
4. Dekapointi on kevyttä peittausta. Siinä pinta aktivoituu ja sen pH muuttuu lähelle kylvyn pH- arvoa. Dekapointi suoritetaan rikkihapolla.

Pinnoitettava kappale huuhdellaan jokaisen työvaiheen jälkeen, jotta kemikaalit eivät kulkeutuisi pesukylvyistä toiseen. Esikäsitteilyn jälkeen metallikappaleet siirtyvät kromikylpyyn ja viimeiseksi kappaleet huuhdotaan ionivaihdetulla vedellä.

Linjaston kylpyjä ei suoranaisesti vaihdeta, vaan kemikaaleja lisätään altaisiin tarpeen mukaan. Jätevedenkäsittelyyn valutetaan vain huuhteluvedet.

4.4 Jätevedenkäsittely

Kromipinta Oy:n jätevesipuhdistamo on uusittu kesällä 2008, ja laitos prosessoi kaikki huuhteluvedet omassa jätevesipuhdistamossa. Toiminnan tavoitteena on seurata Orimattilan Vesi Oy:n antamia määräyksiä koskien veden määrä-, laatu-, ja haitta-aineiden pitoisuuksiin (ks. taulukko 2). Jätevesisopimuksen mukaan Kromipinta Oy:n tulisi ottaa esikäsittelystä tulleesta jätevedestä näytteitä vähintään kahdeksan kertaa vuodessa. Näytteet lähetetään laboratorioon ja tulokset toimitetaan sieltä Orimattilan Vesi Oy:lle. [2; 3]

Taulukko 3. Orimattilan Vesi Oy:n asettamat vaatimukset.

Huippuvirtaama	< 8 m/h
Vuorokausivirtaama	< 80 d/h
Kromin kokonaismäärä	< 0,5 mg/l
Kromin (VI) määrä	< 0,1 mg/l
Nikkeli	< 0,5 mg/l
Sinkki	< 2 mg/l
Kupari	< 0,5 mg/l

Jätevesikäsittelyyn tarvittavat kemikaalit on kaikki säilötty turva-altaisiin vuotovahinkojen välttämiseksi. Jätevesi ohjautuu tuotantolinjan viemäreistä jätevesipuhdistamon lieriösäiliöön. Säiliöstä jätevesi pumpataan jätevesikäsittelyaltaaseen. Siellä jäteveteen lisätään kemikaaleja ja kuudenarvoinen kromi pelkistetään kolmenarvoiseksi, minkä jälkeen metallihydroksidit saostetaan. Puhdas vesi pumpataan viemäriin ja sakka puristetaan, kuivataan ja säkitetään. Säkitetyt sakat lähetetään lopuksi Ekokemin ongelmajätelaitokselle.

Jätevettä puhdistetaan panoksittain, ja se aloitetaan pelkistysvaiheesta. Pelkistysvaiheessa jäteveden pH:ta joudutaan ensin laskemaan rikkihapolla noin 2,0:een, sillä kuudenarvoinen kromi ei pelkisty, ellei pH ole tarpeeksi alhainen. Pelkistysvaiheessa pH ei saa nousta yli 2,4. Käsittelyvaiheessa pH:ta tarkkaillaan pH-liuskojen avulla. Pelkistymistä voidaan seurata myös liuksen värin perusteella.

Kromipitoinen jätevesi on kellertävää tai punaruskeaa. Pelkistymisen jälkeen jätevesi muuttuu sinivihreän sävyiseksi. Kromitestiliuskojen avulla näkee, onko kaikki kuudenarvoinen kromi pelkistynyt onnistuneesti. Pelkistuksen jälkeen jäteveden pH:ta nostetaan lipeällä eli natriumhydroksidilla. Lipeää lisätään vähitellen, kunnes pH on noussut 9,0:aan. Tällöin kromihydroksidi saostuu parhaiten. Lipeän jälkeen jäteveteen lisätään saostusainetta, jotta hiukkaskoko suurenisi. Suuremmat hiukkaset laskeutuvat altaan pohjalle ja näin puhtaan veden pumppaaminen viemäriin onnistuu helpommin.

5 Tila- ja laitekohtaiset määritykset

5.1 Altaat ja anodit

Altaat ovat teräsaltaita, jotka ovat huolellisesti vuorattuja vuotojen estämiseksi. Ajan kanssa teräskin voi passivoitua kromihapon vaikutuksesta. Näin tapahtuessaan teräs ei syövy, ellei se joudu anodiksi kromikylvyssä. Tavarán ja anodien virheellisestä ripustamisesta voi aiheutua suuria vuotoriskejä. Vuodot voivat esimerkiksi syntyä, kun kromausvirta kulkee osittain altaan seinien kautta ja täten aiheuttaa syöpymistä. Vuotoriskien minimoimiseksi on hyvin yleistä, että teräsaltaita vuorataan lasi-, muovi- tai lyijylevyillä. [15]

Kromikylvyistä haihtuu prosessin aikana paljon vettä, joten huuhtelu voi tapahtua kylpyaltaan päällä. Näin saadaan myös kemikaalihävikit mahdollisimman pieniksi. Altaissa on lämmönsäätöä ja pinnankorkeutta ohjaava anturi. Sen avulla lämmönsäätö tapahtuu automaattisesti tietokoneen avulla. Tietokonejärjestelmän avulla linjaston viat ovat helposti havaittavissa. Muuten laitteistojen, altaiden ja anodien kunnot tarkastetaan silmämääräisesti. [15]

Kromikylvyissä käytetään antimonia tai tinaa sisältäviä lyijyanodeja. Lyijy ei saa sisältää arseenia, sillä se aiheuttaa lopputuotteelle karhean pinnan. Jatkuvaan käyttöön ei myöskään suosita puhdasta lyijyä, sillä puhtaan lyijyn pintaan syntyy herkästi sähköä eristävä lyijykromaattikerros. Lyijykromaattia voi syntyä myös seostettujen lyijyanodien pinnalle, jos ne säilötään altaissa käyttämättöminä. Tämän takia on tärkeää puhdistaa anodit silloin tällöin. [15]

5.2 Nostimet

Kromatointilinjan yhteydessä on EL500-kuljetin, jossa on epoksimaalatut teräsrakenteet. Sen toimilaitteet sekä varusteet koostuvat kokoonpanopiirustuksen 10462 (LIITE) luettelon mukaisista laitteista. Nostimen nostopuomi ja pystyjohteet ovat haponkestävää terästä AISI 316. Laitteen kokonaispaino on 890 kg. [12]

Taulukko 4. Nostimen suoritusarvot.

Nostokyky	max 500 kg
Ajonopeus	max 40 m/min
Nosto- ja laskunopeus	max 15 m/min

Nostimelle on laadittu turvallisuusohjeet ja käyttäjän tulisi noudattaa seuraavia asioita:

- Kuljetin on tarkoitettu vain asiakkaiden tuotteiden ja anoditankojen siirtelyyn kromatointilinjalla.
- Esineet ovat mitoitettu ja muotoiltu nostopuomin mukaisesti.
- Nostimen kuorma ei saa koskaan ylittää nostokyvyn maksimimäärää.
- Kromattavien kappaleiden ripustus on tehtävä huolellisesti. On varmistettava, että kappaleet ovat tukevasti kiinni, sillä heikosti kiinnitetyt kappaleet voivat aiheuttaa vaaratilanteita.
- Vain koulutetut henkilöt saavat käynnistää ja käyttää kuljetinta.

Ajomootorin levyjarrut kuluvat helposti, mikä vaikuttaa hätäpysäytystilanteissa nostimen jarrutusmatkaan. Niitä tulisi huoltaa sekä tarkastaa vuosittain määräaikaishuollon yhteydessä.

Nostimen käyttö on suunniteltu mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi ja turvalliseksi. Nostimilla on omat ajoalueensa, ja ne määritetään rajoittavilla lattakaapeliin pituuksilla ja mekaanisilla puskureilla.

Ennen nostimen käyttöä linjan sähkökeskuksen pääkytkin on oltava käynnistysasennossa ja tarpeelliset asetukset tehty nostomootorien taajuusmuuttajille. Näiden asioiden lisäksi on ohjausjännitteen oltava kytkettynä sekä hätäseispiiri kuitattuna.

5.2.1 Nostimien huoltojärjestelmä

Kuljetin on pyritty suunnittelemaan sellaiseksi, että se toimisi mahdollisimman vähäisellä huollolla ja sisältäisi niukasti huollettavia kohteita. Kuljettimen kuntoon ja puhtauteen on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä se on laitteen toimivuuden kannalta hyvin oleellinen osa. Nostimen teräsrakenteet ovat epoksimaalattuja, mikä helpottaa maalipinnan puhdistamista. Puhdistustarvetta on hankala määritellä etukäteen, sillä se on riippuvainen pintakäsittelylinjan aiheuttamista roiskeista ja työympäristön muista pölyolosuhteista. Pinnat on kuitenkin hyvä pitää puhtaana, koska korroosiovaurioita on helpompi erottaa ja korjata puhtaasta pinnasta. Korroosiovauriot aiheuttavat pahimmillaan suuria mekaanisia vaurioita. Yleisesti ottaen puhtaissa työympäristöissä vuosihuollon yhteydessä tehty puhdistus riittää. [12]

Päivittäisiin huoltotöihin kuuluu kuljettimen visuaalinen tarkastus. Tarkistusta suoritettaessa on syytä kiinnittää huomiota erityisesti nostoliinujen kuluneisuuteen, ja tarvittaessa ne ovat vaihdettava. Jos niissä on havaittavissa kuluneisuutta ja mahdollisia roikkuvia säikeitä, on ne siinä tapauksessa vaihdettava välittömästi. Vaihto tulisi suorittaa tilassa, jossa ei ole allasta alla. Nostoliinan käyttöikä on enimmillään kolme vuotta.

Nostimien vuosihuoltoon sisältyy

- ajomoottorin jarrun ja nostomoottorin jarrun säätäminen
- rakenteiden maalipinnan visuaalinen tarkastus
- ajo- ja nostomoottorin vaihteistojen tarkastus.

Ajomoottorin levyjarruihin on kiinnitettävä erityistä huomiota, ja on ehdottoman tärkeää, että nämä säädetään vuosihuollon yhteydessä.

Elmont Oy on laatinut nostimista huolto-, käyttö- ja turvallisuusohjeet. Tiedot löytyvät Kromipinta Oy:n kansista, johon on tehty myös nostimien varaosasuositukset. Kansista löytyy yllämainittujen tietojen lisäksi nostimen maahantuojaan toimintaohjeet sekä toimintatapasuositukset.

5.3 Ilmastointijärjestelmä

5.3.1 Yleistä ilmastointijärjestelmästä

Terveelliset ja miellyttävät työtilat vaativat hyvän ilmastoinnin. Ilmastointi ylläpitää hengitysilman hyvän laadun ja hallitsee työympäristöön tulevia päästöjä. Ilmastoinnin avulla laimennetaan tehtaan ilmaan pääsevien epäpuhtauksien pitoisuutta riittävän alhaiseksi. Tämä tapahtuu epäpuhtauslähteiden koteloinnilla ja paikallispoistoilla. Teollisuus- ja tuotantolinjan ilmastoinnit valitaan aina kohteen mukaan sillä tavoin, että työympäristö olisi mahdollisimman suotuisa. Valintaprosessin aikana on otettava huomioon ulkoiset ja sisäiset lämpö- ja epäpuhtauspitoisuudet sekä tuotantoprosessin malli. Normaalisti tehtaan tuotantoprosessi määrää teollisuusilmastoinnin ilmanvaihdon tarpeen. Valintaprosessi muuttuu haasteellisemmaksi, kun lämpö- ja epäpuhtauslähteet sijaitsevat tehtaassa eri paikoissa. [13; 14]

Ilmastointijärjestelmään sisältyvät seuraavat toiminnot

- ilmanvaihto
- lämmitys
- jäähdytys
- kostutus
- kuivaus
- suodatus.

Ilmastointijärjestelmää voidaan kuvailla tehtaan keuhkoiksi, ja niiden tarkoituksena on poistaa epäpuhtaudet työilmasta. Ilmanvaihtojärjestelmää voidaan jakaa kahteen ryhmään: paikallisilmanvaihto ja yleisilmanvaihto. Työilman epäpuhtaudet pyritään poistamaan jo heti lähteeltä, jotta ne pääsisivät leviämään mahdollisimman vähän. Puhtaita työskentelyvyöhykkeitä saadaan aikaiseksi hyödyntämällä paikallis- sekä yleisilmanvaihtoa.

Ilmastoinnin toimivuus on tehtaan kannalta erittäin tärkeää, sillä ilmastointijärjestelmän pettäessä laitos on suljettava välittömästi, erityisesti tilanteissa, missä prosessista syntyy tuotteille ja ihmisille haitallisia kaasuja ja pölyjä. Teollisuusilmastoinnin tärkeys ilmenee seuraavilla tavoilla:

- Sisäilman laatu voi olla haitallista ihmisen terveydelle. Jatkuva altistus epäpuhtaalle sisäilmalle voi myötävaikuttaa allergisiin sairauksiin ja astman kehittymiseen.
- Työntekijöiden työtyytyväisyys pysyy hyvänä ja raikkaan sisäilman ansiosta työkykykin paranee.
- Hyvin suunniteltu ja toteutettu ilmastointi vaikuttaa myönteisesti käyttökustannuksiin esimerkiksi vähentämällä energiankulutusta.
- Ilmanvirtaukset pienenevät ja tämä vähentää vedon muodostumista.

Ihmisten hyvinvoinnin ja tuotteiden laadun takaamiseksi osa tai kaikki kaasuista ja pölyistä on johdettava pois tai suodatettava. Tehtaassa lämpötilan on pysyttävä vakiona tietyllä tasolla. EU-direktiivi on kiristänyt teollisuussisäilmojen laaturajoja, ja nykyään ne lähenevät muiden sisäilmojen vaatimuksia. Direktiivi korostaa turvallisen ja terveellisen työympäristön tärkeyden. Erityisesti ne painottavat haittavaikutuksien minimointia, joka ennaltaehkäisee hyvin työtapaturmia.

Työturvallisuuslain säädökset (738/2002) määräävät veloitteet koskevat työnantajia. Nämä veloitteet käsittelevät työpaikan ilmastoinnin haitallisten epäpuhtauksien tavoitetasoja, jotka ovat sosiaali- ja terveysministeriön asettamia. Ilmastointia suunniteltaessa on hyvä aloittaa esimerkiksi parhaan saatavilla olevan tekniikan käytöstä. Tavoitteena on kuitenkin saada koko tehtaan työpaikat yltämään minimitasoon ja ajan myötä siirtymään vaativampiin tasoihin.

Taulukko 5. Ilmastoinnin tavoitetasot. [14]

	HYVÄ	MINIMI
Epäorgaaninen kokonaispöly (mg/m ³)	< 0,5	2,5...10
Kromi III -yhdisteet (µg/m ³)	< 10	100...500
Kromi VI -yhdisteet (µg/m ³)	< 2	10...50
Öljysumu (mg/m ³)	< 0,2	1...5
Formaldehydi (mg/m ³)	< 0,1	0,2...0,37
Yleinen	<0,1 x HTP	(0,25...1) x HTP
Ilman lämpötila (C°) - kevyt istumatyö	19...24	16...28
Ilman lämpötila (C°) - keskiraskas istumatyö	17...22	13...25
Kosteus (%) (talvi)	25...45	
Veto (m/s)	< 0,2	< 0,5

5.3.2 Ilmastointijärjestelmän kunnossapitoa

Ilmastoinnin oikeanlainen käyttö, seuranta ja säännöllinen huolto takaavat laitteiden toimivuuden. Tällöin laitteet toimivat suunnitellusti ja ilmastoinnista saadaan paras mahdollinen hyöty. Tavanomaisin käyttövirhe on huoltotoimien laiminlyönti. Tehtaan työnjohtajan vastuulla on huolehtia, että ylläpito on järjestetty suunnitelmien mukaisesti. Ilmastoinnin toimintaa on seurattava, jotta asetukset ovat kohdillaan erilaisissakin tilanteissa. Asetuksia on osattava muuttaa tilanteen mukaisesti. Esimerkiksi vuodenaikojen vaihtuessa asetuksiin tehdään usein muutoksia. Ilmastoinnin tarvetta kannattaa miettiä tarkasti. Vähentämällä ilmastointia voidaan samalla pienentää energiankulutusta ja säästää tuotantokustannuksissa. Hyvä tapa vähentää ilmastointia on minimoida epäpuhtauksien synty esimerkiksi valitsemalla vähäpäästöiset laitteet. [13; 14]

Teollisuushallien ilmastointi on hyvin monitahoinen ja mutkikas. Näin ollen käyttäjiä on koulutettava ja opastettava huolella, jotta ne käyttäisivät laitteita ja sen osia mahdollisimman osaavaisesti. LVI-suunnittelija on oikea henkilö kouluttamaan käyttäjiä, sillä hän tietää, miten ilmastointilaitoksen on suunniteltu toimivan. Näin pystytään minimoimaan tietämättömyyttä laitteiden toiminnoista. Koulutuksen pääasiat ovat:

- mistä koneet käynnistyvät ja sammutetaan
- mitä tilaa käynnistetty kone palvelee
- miten tehoa muutetaan
- mihin ottaa yhteyttä ongelmien sattuessa
- miten koneen käyntiaikoja säädetään
- millä mittareilla todetaan olosuhteet.

Kromipinta Oy:llä käyttäjät dokumentoivat havaintonsa huoltopäiväkirjaan, mutta ongelmien sattuessa he ottavat yhteyttä LVI-huoltoyritykseen.

6 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laatiminen Kromipinta Oy:lle

6.1 Suunnittelu

Lähtökohtaisesti Kromipinta Oy:llä ei ollut olemassa kunnollista hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa. Näin ollen laitteiden vikojen ja huoltojen päivittäminen ja dokumentointi oli hankalaa. Aloitettiin suunnittelut pitämällä työnjohtajan kanssa palaveria. Siellä hän pohjusti minua yrityksen tarpeista ja sain häneltä tarpeelliset materiaalit Kromipinta Oy:stä. Materiaalit olivat kuitenkin puutteellisia, joten ohjelman laatiminen oli haastavaa. Insinööryöni päämäärää määritettiin suunnitteluvaiheessa ja laajuutta muokattiin suppeammaksi. Päätimme olla toteuttamatta varaosaluetteloa, sillä muuten insinööryöni olisi ollut liian laaja. Tarkan harkinnan jälkeen päädyin työnjohtajan kanssa päivittämään tuotannon linjakaaviota, pohjapiirustusta ja tekemään yritykselle uudet huolto- ja tarkastuskaavakkeet.

6.2 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman luominen

Hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa luodessani suosittelin yritykselle ennakoivaa kunnossapitoa, sillä sen avulla tuotanto olisi mielestäni pyörinyt mahdollisimman sujuvasti. Työnjohtaja päätyi kuitenkin perinteisempään strategiaan eli korjaavaan kunnossapitoon. Tämä strategia on yritykselle taloudellisesti kannattavampaa.

Kromipinta Oy:n laitteilla ja laitteistoilla ei ollut vikahistoriaa, ja tämä selkeästi vaikeutti kunnossapitomahdollisuuksia. Siksi oli tärkeää tehdä yritykselle huolto- ja tarkastuslomakkeet.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä keskityttiin yrityksen kunnossapito- ja huoltojärjestelmän uudistukseen. Tarkoituksena on parantaa tuotannon toimintaa ja henkilökunnan työtä. Selvittämällä ensin tehdaspäällikön ja muun henkilökunnan tarpeet saatiin insinööriyöhön hyvä lähtökohta. Työssä laadittiin tarkoin tärkeimmät asiat ja aihetta jouduttiin tekemään hieman suppeammaksi. Työssä tehtiin uusi huolto-ohjelma ja tuotannon laitteistoille huolto- ja tarkastuskaavakkeet. Kaavakkeet ovat kaikki tehty Excel-taulukoihin, jotta niiden muokkaaminen olisi mahdollisimman helppoa. Yrityksen huolto- ja tarkastuskaavoilla pyrittiin lisäämään tuotantoon selkeyttä ja helpottamaan tiedonsiirtoa.

Kaiken tutkimustyön jälkeen suosittelin Kromipinta Oy:lle ennaltaehkäisevää kunnossapitoa. Se ei kuitenkaan ole yritykselle taloudellisesti kannattavaa, joten päädyin tavannomaisempaan kunnossapitomenetelmään eli korjaavaan kunnossapitoon. Kromipinta Oy pystyy korjaamaan viat itse eikä täten tarvitse ulkopuolista avustusta, ellei kyseessä ole isommasta ongelmasta kuten ilmastoinnista tai tietokoneiden ohjelmistoista.

Tuotannon linjakaavio päivitettiin ajantasalle ja sen perusteella tein jokaiselle laitteelle omat huolto- ja tarkastuslomakkeet. Huolto- ja tarkastuslomakkeiden on tarkoitus säilyttää kukin laitteen lähetyksillä, jotta tietojen kirjaaminen olisi mahdollisimman vaivatonta.

Lähteet

- 1 Kivinen, Antii, Mäkitie, Osmo. 1988. Kemia. Helsinki: Otava.
- 2 Kromipinta Oy:n TUKES-lupahakemus ja muut yirtyksen kansiot.
- 3 Abderrazak Boulahna. 2012. Tehdaspäällikkö ja tekninen työnjohtaja, Kromipinta Oy, Orimattila. Palaverit 13.02.2012, 08.05.2012 ja 18.09.2012.
- 4 Järviö, Jorma. 2007. Kunnossapito. Helsinki: KP-Media.
- 5 Mitä on kunnossapito? Verkkodokumentti. Edu.fi.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html>. Luettu 15.03.2012.
- 6 Sähköturvallisuuslaki. (410/96).
- 7 Kemikaalilaki (744/14.8.1989).
- 8 Työturvallisuuslaki (299/58).
- 9 Työympäristö. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos.
<<http://www.ttl.fi/fi/asiantuntijapalvelut/tyoymparisto/Sivut/default.aspx>>. Luettu 26.03.2012.
- 10 Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Verkkodokumentti. Edu.fi.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmät.html>. Luettu 02.04.2012.
- 11 Kunnossapidon tuotot ja kustannukset. Verkkodokumentti. Edu.fi.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-2_kunnossapidon_tuotot_ja_kustannukset.html>. Luettu 02.04.2012.
- 12 Hynynen, Veli. Kromipinta Oy:n käyttö- ja huolto-ohjekansio. Laatinut Elmont Oy.
- 13 Teollisuusilmastoinnin opas. 2000. TAKE-raportti.
- 14 Teollisuusilmastointi. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos.
<<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/ilmastointi/teollisuusilmastointi/sivut/default.aspx>>. Luettu 08.04.2012.
- 15 Tunturi, Pirjo ja Tunturi, Pekka. 1999. Metallien pinnoitteet ja pintakäsittelyt. Tampere: Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET.

Linjakaavio

Kromipinta Oy
Kromatointilinjan linjakaavio
2012 kevät

Positio	Nimi	
47	Vahanpoisto	
48	Rasvanpoisto	
49	Rasvanpoisto	
50	Rasvanpoisto	
51	Sähköpesu	
52	Huuhtelu	
53	Huuhtelu	
54	Peittaus HCl	
55	Peittaus HCl	
56	Huuhtelu	
60-70	Poikittaishuuhtelu	
71	Sähköpesu	
72	Sähköpesu	
73	Huuhtelu	
74	Huuhtelu	
75	Dekapointi	
76	Dekapointi	
77	Huuhtelu	
78	Nikkeli	
79	Huuhtelu	
80	Huuhtelu	
81-83	Nikkeli	ei käytössä
86-88	Nikkeli	
89	Säästöhuuhtelu	
90	Huuhtelu	
91	Huuhtelu	
95	Kromin aktivointi	
96	Kromaus	
97	Säästöhuuhtelu	
98	Huuhtelu	
99	Huuhtelu	
100	Huuhtelu	
101	Kuumahuuhtelu	
102-11	Poikittaiskuivaus	
103-10	Poikittaiskuivaus	
12_18	Varasto	

20	Lastaus ja purku
21-29	Varasto
30	Lastaus ja purku
31-43	Varasto
44	Lastaus ja purku

Hoito- ja kunnossapitolomake 1.

Positio: 47		Kromipinta Oy				
Kohde: Vahanpoisto		Kromatointilinjän altaat ja laitteet				
Toimenpide	Huoltoväli	Tehdyt toimenpiteet pvm	Suorittaja	Muistiinpanot		
Liuksen vaihto						
Altaan puhdistus						
Altaan tarkastus/korjaus						
PVC pinnoite tarkastus/korjaus/vaihto						
Korvakkeiden tarkastus/korjaus/vaihto						
Venttiilien tarkastus/korjaus/vaihto						
Kiskot tarkastus/korjaus/vaihto						
Säätimet tarkastus/korjaus/vaihto						

Hoito- ja kunnossapitolomake 2.

Positio: 54		Kromipinta Oy		
Kohde: Peittaus HCI		Kromatointilinjan altaat ja laitteet		
Toimenpide	Huoltoväli	Tehdyt toimenpiteet pvm	Suorittaja	Muistiinpanot
Silmämääräisesti tutkittava altaan kunto				
Altaan puhdistus				
Kumpipinnan tarkastus				
Venttiileiden toimintatarkastus				
Korvakkeiden tarkastus				
Kiskojen ja säätimien tarkastus				
Lämmityspatterin tarkastus				
Lämpötila- ja pinta-anturin toimintatarkastus				
Tyhjennys-, täyttö- ja ohitusventtiilin tiivestarkastus				
Magneettiventtiilin toimintatarkastus				

