

Tero Paananen

**HAAPAJÄRVEN VARIKON LATAAMON AUTOMAA-
TIO- JA SÄHKÖHUOLTO-OHJEIDEN TARKASTUS**

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kesäkuu 2010

Yksikkö Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola	Aika 7.5.2010	Tekijä/tekijät Tero Paananen
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi Haapajärven Varikon lataamon automaatio- ja sähköhuolto-ohjeiden tarkastus		
Työn ohjaaja Tekniikan tohtori Martti Härkönen	Sivumäärä 53 + 3 liitettä	
Työelämäohjaaja Insinööri Ilkka Heittokangas		
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Haapajärven Varikko, joka valmistaa, huoltaa ja varastoi räjähteitä. Haapajärven Varikko on osa Suomen Maavoimia ja Maavoimien Materiaalilaitosta.</p> <p>Opinnäytetyön teettämisen tarpeellisuus tuli Haapajärven Varikolla vastaan, kun huomattiin tarve Haapajärven Varikon lataamon laitetoimittajalta saatujen huolto-ohjeiden riittävyyden ja kunnollisuuden tarkasteluun. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä raportti automaatio- ja sähköhuolto-ohjeiden nykyisestä tilasta. Tutkittaessa tuli tarkastella riittävyyttä, kattavuutta, käännöksen oikeellisuutta ja selkeyttä sekä huolto-ohjeiden ja tehtaan välistä yhtenäisyyttä.</p> <p>Opinnäytetyötä tehtäessä tutkittiin saatuja huolto-ohjeita, joiden tutkimisen jälkeen ohjeistuksia peilattiin tehtaaseen vertaillen saatujen ohjeiden ja laitekannan yhtenäisyyttä. Tehtaalla tehtyjen tutkimuksien jälkeen verrattiin olemassa olevia huolto-ohjeita lähdekirjallisuuden, standardien ja lakien ilmaisemiin vaatimuksiin. Näiden tutkimusprosessissa ilmi tulleiden tietojen pohjalta luotiin johtopäätökset.</p> <p>Tutkimuksen myötä ilmeni puutteita ja ongelmakohtia saaduissa huolto-ohjeissa. Näiden epäkohtien korjaamista varten on annettu perustellut jatkotoimenpidesuosituksen, joita noudattaen tilanne saataisiin paremmaksi.</p>		
Asiasanat Huolto, kunnossapito, sähköhuolto		

CENTRAL OSTROBOTH-NIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date 7.5.2010	Author Tero Paananen
Degree programme Mechanical and Production Engineering		
Name of thesis Checking of the Automation and Electric Maintenance Instructions in Haapajärven Varikko.		
Instructor Martti Härkönen		Pages 53 + 3 appendixes
Supervisor Ilkka Heittokangas		
<p>This thesis was commissioned by Haapajärven Varikko, a depot, which produces, services and stores explosives. Haapajärven Varikko is a part of the Finnish Ground Defence and the Army Material Works.</p> <p>The need for this thesis came up in Haapajärven Varikko, when they had to check the sufficiency and quality of the maintenance instructions in the explosives works. Those instructions were supplied by the device supplier. The aim of the thesis was to produce a report of the current condition of instructions for automation and electric maintenance. In the research the sufficiency, scope, validity and clarity of translation and the uniformity of maintenance instructions and the factory were studied.</p> <p>The maintenance instructions were studied at first and after that they were compared to the devices in the factory, to make sure that the instructions referred to the equivalent devices in the factory. After the research in the factory the instructions were compared to demands in literature, standards and laws. The conclusions were drawn on the basis of all the facts that were shown in the research.</p> <p>Some shortages and problems in the maintenance instructions were shown in the research. Operation recommendations were given for fixing the problems in the instructions so that the situation would become better.</p>		
Key words Maintenance, upkeep, electric maintenance		

ESIPUHE

Työn tilaajana on Haapajärven Varikko, jossa työskentelystä ei ollut aikaisempaa kokemusta. Haapajärven Varikolta saatu opinnäytetyön aihe soveltui hyvin suuntautumisalaan.

Suuri kiitos työelämäohjaajalle automaatioinsinööri Ilkka Heittokankaalle, jonka kautta tuli tämä opinnäytetyöaihe. Hän myös valvoi työn suoritusta ja neuvoi tarvittaessa. Kiitos myös Haapajärven Varikon lataamalla työskentelevälle automaatioinsinööri Janne Mehtälälle, jolta tuli käytännön toteutukseen apua.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ESIPUHE
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 OPINNÄYTETYÖN KOHDEORGANISAATIO	3
2.1 Maavoimien materiaalilaitos	3
2.2 Räjähdelaitos	4
2.3 Haapajärven Varikko	5
2.4 Haapajärven Varikon lataamo	6
3 AUTOMAATIO	7
4 HUOLTO	8
5 TUTKIMUKSEN RAKENNE	12
5.1 Tutkimuksen rajaukset	12
5.2 Tutkimuksen jaksotus	13
6 TUTKIMUS	16
6.1 Tiedonhaku	16
6.1.1 Tukes	16
6.1.2 Suomen Standardisoimisliitto SFS ry	17
6.1.3 Finlex	18
6.2 Riittävyys	19
6.2.1 Huoltojen aikavälit	23
6.2.2 Laitteet ja komponentit	25
6.2.3 Lämpökuvaus	28
6.2.4 Kunnossapito-ohjelma	30
6.3 Komponentit	33
6.4 Huomiot	37
6.4.1 Komponentit, laitteet ja segmentit	37
6.4.2 Ohjeistuksen teksti	39
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPIDEOHJEET	41
7.1 Huolto-ohjeen teksti	41
7.2 Riittävyys	43
7.3 Huomiot	46

7.4	Jatkotoimenpiteet tiivistetysti	47
8	TULOKSET JA POHDINTA	49
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	
	LIITE 1/1–1/2 Puuttuvia huolto-ohjeita	
	LIITE 2/1–2/2 Työssä käytettyjä taulukoita	
	LIITE 3/1–3/5 Tarkastuslistat	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on Haapajärven Varikon lataamon, josta myöhemmässä vaiheessa käytetään myös lyhennettä HALA, automaatio- ja sähköhuolto-ohjeiden tarkastus. Haapajärven Varikon lataamon laitetoimittajalta saaduissa huolto-ohjeissa, joita tässä työssä tarkastellaan, ovat ennakoiva kunnossapito-, turvapiiri-tarkistukset sekä korjaava kunnossapito -ohjeistukset. Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa Haapajärven Varikon, josta käytetään tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa myös lyhentäen nimitystä HAAPV, lataamolle raportti sen automaatio- ja sähköhuolto-ohjeiden tämänhetkisestä riittävydestä ja selkeydestä sekä mahdollisten puutteiden tai ongelmakohtien ilmetessä antaa suositukset ja perusteet jatkotoimenpiteille. Työn tarkoituksena ei ollut tuottaa tai hankkia huolto-ohjeita eikä tehdä jo olemassa oleviin huolto-ohjeisiin muutoksia. Annetun raportin avulla Haapajärven Varikon on mahdollista kohdistaa jatkotoimenpiteitä raportissa ilmoitettuihin huolto-ohjeiden puutteisiin ja virheisiin. Tutkimuksen perusteella tehtyjen toimenpiteiden avulla kehitetään HALA:n toiminnallista luotettavuutta ja kestävyyttä.

Tutkimustulosten perusteina käytettiin erilaisia standardeja, lainsäädöksiä, lähdekirjallisuutta sekä haastatteluita. Haastatellut henkilöt olivat tämän opinnäytetyön työelämäohjaaja Ilkka Heittokangas, sekä joukko HALA:n käyttö- ja kunnossapidon työntekijöitä. Heiltä löytyi tutkimukseen paljon käytännön tietoutta. Kaikkiin johtopäätöksiin on annettu kunnolliset perustelut, eikä tutkimusta ole näin ollen pohjustettu pelkillä mielipiteillä tai tuntemuksilla.

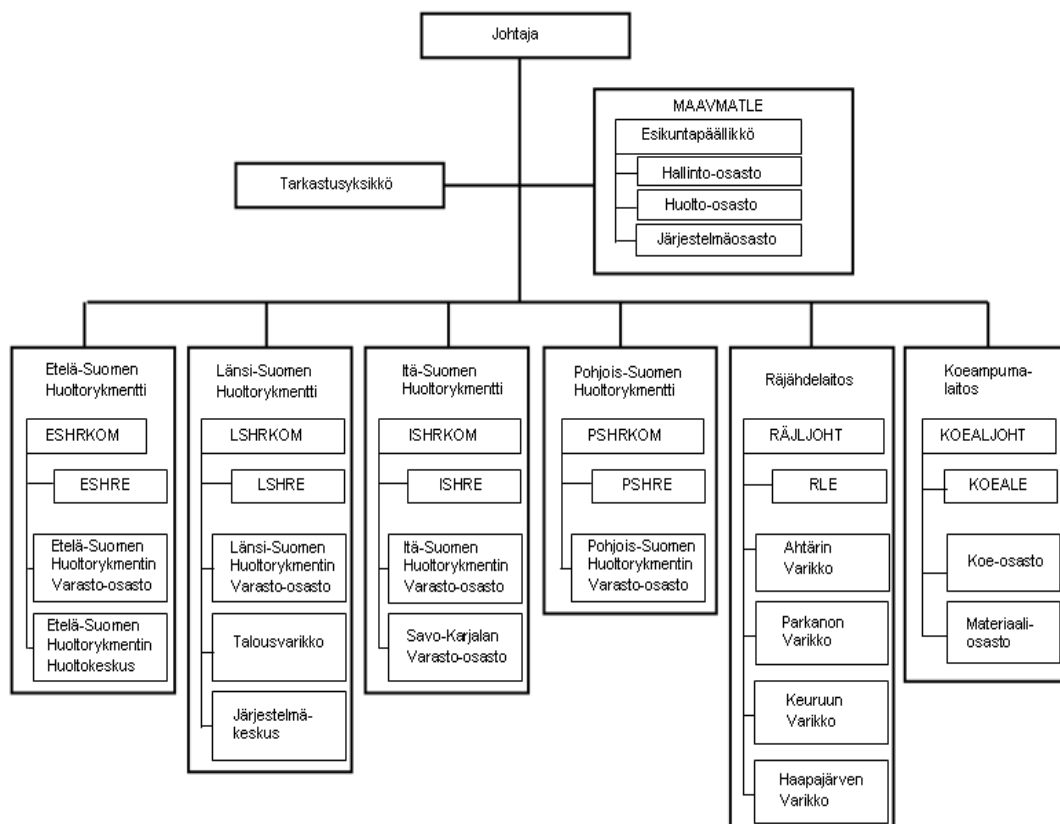
Ehkäisevän kunnossapidon sekä huollon toiminnat ovat osin samoja. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 50). Tästä syystä, vaikka tässä HAAPV:lle tehdysä opinnäytetyössä tutkitaan automaatio- ja sähkölaitteille annettuja huolto-

ohjeita, on näihin huolto-ohjeisiin usein mahdollista soveltaa myös erilaisia tietoja suoraan yleisen kunnossapidon alueelta. Tässä tutkimuksessa onkin hyödynnetty sovelluskelpoisia tietoja yleisen kunnossapidon alueelta.

2 OPINNÄYTETYÖN KOHDEORGANISAATIO

2.1 Maavoimien materiaalilaitos

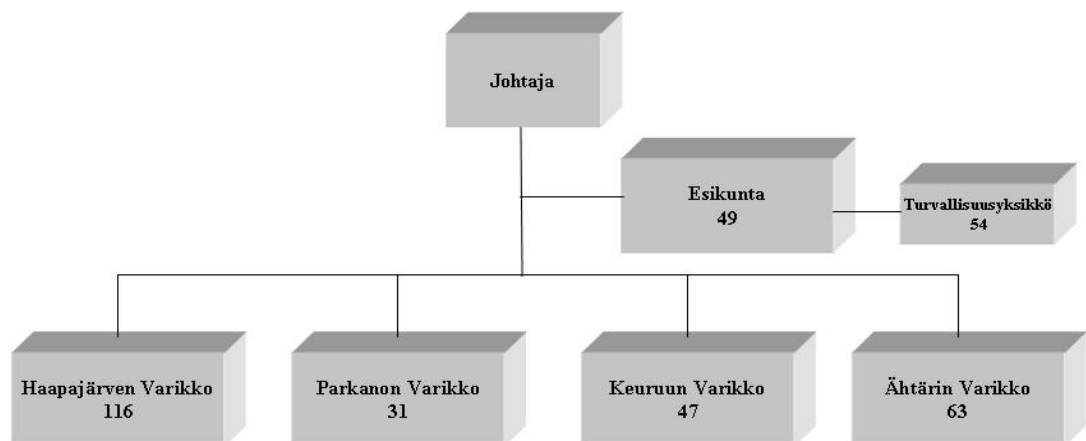
Maavoimien materiaalilaitos, josta käytetään lyhennettä MAAVMATL, vastaa kaikissa valmiustiloissa Maavoimien kaikesta ja myös muiden siihen liittyvien puolustushaarojen kanssa yhteisestä sotavarustuksesta sekä järjestelyistä huollon osalta. MAAVMATL on sotilaslaitos, joka toimii Maavoimien komentajan alaisuudessa. Siihen kuuluu yhteensä seitsemän hallintoyksikköä jakaantuneena ympäri Suomea. Näissä seitsemässä paikassa toimii kaikkiaan noin 1700 henkilöä. Budjetti on vuodessa noin 600 miljoonaa euroa. (Puolustusvoimat 2009.) Maavoimien materiaalilaitoksen organisaatio on esitetty kaaviona kuviossa 1.



KUVIO 1. Maavoimien materiaalilaitoksen organisaatiokaavio (Puolustusvoimien intranet 2010.)

2.2 Räjähdelaitos

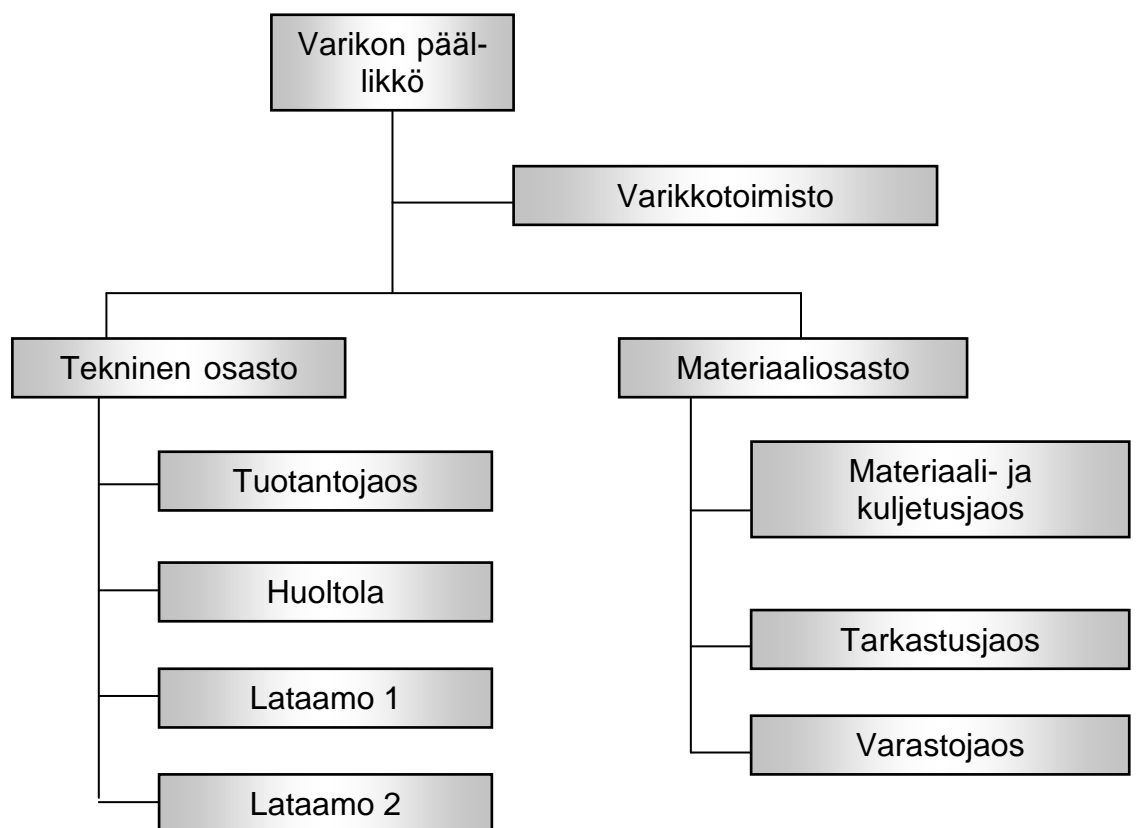
Räjähdelaitos perustettiin 1.1.2008, ja siitä käytetään lyhennettä RÄJL. Tuolloin Haapajärven Asevarikosta, Ähtärin Asevarikosta, Parkanon Pioneerivarikosta ja Keuruun Pioneerivarikosta tuli yhdistämisen jälkeen yksi laitos. RÄJL:ssa työskentelee yhteensä 361 henkilöä, ja se kuuluu Maavoimiin ja Maavoimien Materiaalilaitokseen. RÄJL:n asiakkaisiin lukeutuvat puolustusvoimien ja rajavartiolaitoksen joukko-osastot ja esikunnat. Esikunta RÄJL:lle sijaitsee Ähtärissä. RÄJL:n toimenkuvaan kuuluu Puolustusvoimien räjähteiden koko elinjakson ylläpito. Räjähneiden elinjakso alkaa tuotannosta ja päättyy käytöstä poistoon sekä hylättyjen hävittämiseen. RÄJL:n varikot, tuotannon lisäksi, ovat logistiikkakeskuksia ja varastopaikkoja, joista suoritetaan materiaalin toimitus käyttäjille. (Puolustusvoimien Torni-portaali.) Räjähdelaitoksen organisaatio on esitetty kaaviona kuviossa 2.



KUVIO 2. Räjähdelaitoksen organisaatiokaavio (Puolustusvoimien intranet 2010.)

2.3 Haapajärven Varikko

Haapajärven Varikon toimenkuvaan kuuluu vastata räjähteiden tuotannosta, mihin kuuluu valmistusta, varastointia ja huoltoa. Opinnäytetyön kohteena oleva HALA valmistui vuonna 2007. Suuri osa Puolustusvoimien räjähdetuotannosta on HALA:lla. HAAPV:lla valmistetaan tykistön ja kranaatinheittimien kranaatteja, panoksia ja erilaisia savutuotteita sekä huolletaan raskaiden aseiden hylsyjä. HAAPV tuottaa ainoana laitoksena savutuotteita sekä huoltaa yli 122 mm:n suuruisia messinki- ja teräshylsyjä. Räjähävien tuotteiden hävittäminen tapahtuu massaräjätysleirillä. (Vuorinen & Jaakola 2005.) Haapajärven Varikon organisaatio on esitetty kaaviona kuviossa 3.



KUVIO 3. Haapajärven Varikon organisaatiokaavio (Puolustusvoimien intranet 2010.)

2.4 Haapajärven Varikon lataamo

Rakentamiskustannukset lataamon rakennukseen olivat 22,7 miljoonaa euroa, ja tämän lisäksi prosessilaitteiston kustannukset olivat 9 miljoonaa euroa. HALA:a alettiin rakentaa vuoden 2004 lopulla. Pituudeltaan tämä laitos on 400 metriä ja korkeimmillaan 17 metriä. Prosessilaitteisto tilattiin Itävallasta Bowas-Induplan Chemie GmbH:lta, jonka pääalihankkijana toimiva Denel (PTY) Ltd:n divisioona Naschem suunnitteli, valmisti, asensi ja koekäytti laitteiston loppuhyväksyntään saakka. (Puolustusvoimat 2007; Puolustusvoimat 2006.)

3 AUTOMAATIO

Sana automaatio merkitsee erilaisten automaattisten tuotantolaitosten ja -laitteiden toteuttamista, suunnittelua ja käyttöä. Automatiikka puolestaan merkitsee automaattisten tuotantolinjojen ja automaattien käyttöä sekä toimintaa, automaattista järjestelmää sekä oppeja automatisoitumisesta ja automaateista. (Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 7.)

Automaation toimintaa ohjataan säätötekniikalla, joka perustuu siihen, että kun asetettuun arvoon nähden tulee poikkeama, antaa tarkkaileva kohde käskyn muutoksen korjaamiseksi takaisin asetettuun arvoon. Tarkkaileva laite valvoo asetetun arvon ja mitattavassa kohteessa olevaa sen hetkistä arvoa ja antaa sen perusteella käskyjä muutoksen aikaansaamiseksi. Tällaista toimintaa sanotaan takaisinkytketyksi säädöksi. (Heinonkoski, Asp, Hyppönen 2008, 19.)

Automaatiojärjestelmällä voidaan ohjata koko tehtaan toimintaa, tai se voi olla myös vain yksittäinen ohjelmoitavissa oleva logiikkalaite. Kenttäväyläjärjestelmä voidaan jakaa arvojärjestyksen mukaisesti osiin. Alimmalla tasolla eli kenttälaitteistossa on lähettimiä, antureita, ohjausyksiköitä, mittalaitteita ja prosessia ohjaavia toimilaitteita. Seuraavalla tasolla on säätimien, toimilaitteiden ja ohjainyksiköiden ohjauksia kontrolloivat logiikkayksiköt. Korkeimmalla tasolla ovat muun muassa erilliset ohjauspäätteet, hälytyskirjoittimet ja valvomotietokoneet. Tältä korkeimmalta tasolta kyetään liittymään myös lähiverkkoon tai jopa Internetiin. (Alastalo, Bärling, Hirvonen, Hyppönen, Issakainen, Packalén, Saarinen, Väyrynen, Maaranen, Malkamäki, Asp & Tuominen 2009.)

4 HUOLTO

Huollon tarkoituksena on pitää kohteen toimintakuntoa yllä. Tämä voidaan käsitellä vikaantumisen estämisenä tai toimintakyvyn palauttamisena mahdollisimman hyväksi. Keinoja tämän tavoitteen onnistumiseksi ovat määrätyn aikavälein tehtävät huoltotoimenpiteet, esimerkiksi huolto, puhtaanapito, kulutusosien vaihto, kalibrointi ja voitelu. (Järviö ym. 2007, 50.)

Ennakkohuollon avulla saavutetaan useita hyötyjä perinteisiin keinoihin nähden. Tällaisia ennakkohuollolla saavutettuja hyötyjä ovat käytettävyyden ja luotettavuuden parantuminen, suurempi tuotantokyky pienemmillä kustannuksilla, suuremmat voitot sekä vikailmoitusten ja -hälytyksien huomattava vähentyminen. Lisäksi valvontaa tarvitaan vähemmän, ja se on samalla aikaisempaa laadukkaampaa, sekä tuotantokatkokset vähenevät ja niiden kestot lyhentyvät. (Heinonkoski 2004, 153.)

Ennakkohuollolla tulisi olla yhteys muuhun kunnossapitoon, eikä sen pitäisi erottua muista kunnossapidon toimista. Prosessihenkilöstö on myös kykenevä toimimaan ennakkohuollon toteutuksessa päivittäisten työtehtäviensä ohella. Prosessihenkilöstön toteuttamia huoltoja voivat olla esimerkiksi säätäminen, virittäminen, vikaantumisien havaitseminen sekä niistä raportointi ja kirjaaminen päiväkirjaan. (Heinonkoski 2004, 152.)

Laitteistossa voi olla piileviä vikoja, joita kannattaa huollolla ennakoida, ennen kuin itse vikaantuminen tapahtuu. Kaikki laitteiden vioittumiset voidaan estää ainoastaan eliminoimalla kaikki piilevät viat. Näiden piilevien vikojen löytämiseen ja tehokkaaseen huoltoon on olemassa viisi välttämätöntä toimenpidettä. Näitä toimenpiteitä ovat suunnittelussa tulleiden heikkouksien korjaus, kunnon palaut-

taminen alkuperäiseen, kunnossapito- ja käyttötaitojen kehittäminen, oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen sekä laitteen toimintakunnon ylläpitäminen (liitosten kiristys, yleinen puhtaanapito yms.). Jokaista näistä toimenpiteistä on noudatettava tarkkaavaisesti. Vikaantuminen saattaa syntyä, jos mikä tahansa edellä mainituista keinoista jätetään suorittamatta tai suoritetaan huonosti. (Järviö ym. 2007, 65.)

Komponentteja suunniteltaessa on aina suunnittelujen myötä määritelty tietyt olosuhteet ja kuormitukset, joiden rajoissa komponentti toimii eikä vikaannu. Näitä eri olosuhteita ja kuormituksia mitataan erilaisina suureina, kuten kuormitus, virta, lämpötila, paine tai virtaus. Komponenttien vikaantuminen voi johtua useista erinäisistä syistä, ja usein syynä on suunnittelun määrittelemien olosuhteiden tai kuormitusten rajojen ylitys. (Heinonkoski 2004, 40.) Tämän vuoksi on tarpeellista seurata huoltotilanteissa, etteivät komponentille määritellyt olot tai kuormitukset mene sallittujen arvojen yli. Nämä komponenteille määriteltyjen arvojen ylitykset lyhentävät niiden elinikää sekä huonontavat joko ajan kuluessa tai välittömästi niiden toimintakuntoa.

Automaatiossa kunnossapidon kohteina ovat yleensä kenttälaitteet. Tämä johtuu siitä, että logiikat ovat luotettavuudeltaan hyvien teollisuuselektronikkalaitteiden vertaisia. Yleisin kunnossapidon toimenpide, mitä logikoille suoritetaan, on vikaantuneen yksikön vaihtaminen ehjään ja vikaantuneen korjauttaminen sen laite-toimittajalla. (Heinonkoski 2004, 182.)

Ennakkohuolto ja ehkäisevä kunnossapito määritellään tehtäväksi tietyin aikavälein. Näitä aikataulutettuja toimenpiteitä noudattavat kunnossapidon työntekijät. Kaikki tarkastukset, huollot ja testaukset, jo ennen kuin vikaantumista ehtii tapahtua, kuuluvat edellä mainitun ehkäisevän kunnossapidon toimenkuvaan. (Ansa-harju 2009, 307.)

Ennakkohuollon toimenpiteiden tavoitteena on vikaantumisten vähentäminen. Kyseessä ei siis ole vikaantumisten estäminen, koska väistämättä tulee vastaan hetkiä, jolloin kone rikkoutuu yllättäen ja joudutaan suorittamaan korjaavia toimenpiteitä välittömästi. Vikaantuminen saattaa estää kohteen toiminnan joko kokonaan tai osittain. (Ansaharju 2009, 307.) Ennakkohuolto ei täydessä toiminnasakaan kykene estämään vikaantumisia loputtomiin, joten tähänkin tapahtumaan on varauduttava. Tästä syystä on myös huomioitava, että kunnossapidon työntekijät hoitavat yleensä ennakkohuollot ja korjaukset, ja yllättävän vikaantumisen tapahtuessa voivat ennakkohuollot keskeytyä tai siirtyä. Kuitenkaan ennakkohuollot eivät saisi siirtyä liian kauas niille määritellyistä ajoista, jottei tapahdu tästä syystä johtuvia vikaantumisia.

Säännöllisillä huolloilla ja kunnossapidolla tulee pitää työväline turvallisena koko sen ajan, mitä sitä käytetään. Työvälineen aiheuttama vaara, jonka voi aiheuttaa kuluminen, vikaantuminen tai vaurioituminen, täytyy poistaa. Turvallisen käytön varmistamiseksi tulee turvalaitteiden ja ohjausjärjestelmien toimia virheettömästi. Työvälineen huoltokirja, jos sellainen on, tulee pitää ajan tasalla. (Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008.) Työvälineen käyttäjän ja muiden henkilöiden turvallisuudesta on huolehdittava, ettei vikaantunut työväline voi aiheuttaa henkilövahinkoja. Vikaantunutta työvälinettä ei saa käyttää, ennen kuin vaaran mahdollisuuden luova vika on poistettu tai korjattu.

Standardin SFS-EN 60079-17, räjähdysvaaralliset tilat, vaatimusten mukaisesti henkilöltä, joka suorittaa säännöllisiä kunnossapitotarkastuksia, edellytetään seuraavaa:

- ymmärtää yksityiskohtaisen, silmämääräisen ja lähitarkastuksen edellyttämät vaatimukset tarkastettaville laitteille ja asennuksille

- on riittävästi perehtynyt teknisesti ymmärtääkseen tilan kannalta merkitsevän tilaluokituksen sekä tuntee räjähdysuojaustason/tilaluokituksen
- räjähdysvaarallisessa tilassa olevien asennuksien ja sähkölaitteiden käytännölliset ja teoreettiset vaatimukset tulee ymmärtää ja teknisesti tuntea.

(SFS-EN 60079-17 2008, 13.)

5 TUTKIMUKSEN RAKENNE

Toimeksianto tässä työssä oli tutkia HALA:n automaatio- ja sähköhuolto-ohjeita. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli saada selvyys laitteistolle saatujen huolto-ohjeiden tämänhetkisestä tilasta niiden riittävyyden ja selkeyden osalta.

Tutkimuksen aikana jouduttiin toimeksiantoon tekemään lisärajoituksia. Nämä lisärajoitukset tehtiin myöhemmin ilmenneiden huomioiden vuoksi. Lisärajoituksia ei kuitenkaan tehty liikaa, jotta säilytettiin tutkimuksen hyöty, vaan toimeksiannosta rajattiin pois vain välttämättömimmät. Tutkimusta tehtäessä otettiin huomioon molempien osapuolten hyöty: toimeksiantajalle riittävä raportti laajuudeltaan sekä laadultaan ja tutkimuksen tekijälle hyöty laajuuden, monipuolisuuden, uuden oppimisen sekä vaativuuden kautta. Tutkimuksessa tarvittiin perehtymistä laitteiden toimintaan, standardeihin, lainsäädöksiin, automaatioon ja sen huoltoon.

Tutkimukseen tarvittavan kaiken tiedon ja aineiston etsi opinnäytetyön tekijä itse. Soveltuvat standardit opinnäytetyöntekijä etsi Internetistä löytyvien lyhyiden kuvausten perusteella. Opinnäytetyön tekijä ilmoitti tarvitsemansa standardit työelämäohjaajalle, joka otti kyseiset standardit puolustusvoimien standardipalvelun kautta kokonaan luettavaksi. Näin standardien hankinta ei vaatinut rahallisia resursseja opinnäytetyöntekijältä.

5.1 Tutkimuksen rajoitukset

Aluksi suunnitelmana oli tutkia kaikki HALA:n huolto-ohjeet, joihin olisi sisällynyt tutkittujen huolto-ohjeiden lisäksi esimerkiksi mekaanisten laitteiden huollot ja työohjeet. Jos kaikki huolto-ohjeet olisivat sisällyneet tutkimukseen, olisi läpi-

käytävä laitekanta kasvanut niin valtavaksi, että työ rajattiin koskemaan vain automaatio- ja sähköhuolto-ohjeita. Alkuperäisen tutkimuksen ajallinen kesto olisi ollut aivan liian pitkä tähän tarkoitukseen.

Tutkimukseen oli vielä edellä mainitun rajauksen jälkeen sisällytetty myös turvallisuuden liittyvien järjestelmien ohjeistus (TLJ-ohjeistus). Tämän tekeminen kuitenkin rajattiin pois, koska tämä olisi ollut niin laaja ja erikoisosaamista vaativa, että yksistään siitä olisi pystynyt tekemään itsenäisen opinnäytetyön.

Työn tilaajan määräyksen mukaisesti tässä opinnäytetyössä ei listata sen tarkemmin HALA:lla olevaa laitekantaa tai määrää, vaan tutkitusta laitekannasta annetaan havainnollistavia esimerkkejä. Tämä rajaus on määrätty laitekannan salaisuuden takia. Raportista pyrittiin tekemään julkinen ja tämän vuoksi työssä kerrotaan tarkemmin vain yleisesti käytössä olevista automaatioon liittyvistä laitteista.

Tutkimuksen hyödyllisyyden vuoksi oli ymmärrettävä ja selvitettävä tehtaan tuotannon erilaisia prosesseja, jotta käsittäisi laitteiden eri toimenkuvat ja näkisi niiden sijainnit. Näitä tietoja ei myöskään esitetä tässä opinnäytetyössä raportin julkisuuden takia. Tutkijan tuli kuitenkin ottaa myös prosessin toiminta huomioon ymmärtääkseen laitteiden käytännön toiminnan.

5.2 Tutkimuksen jaksotus

Tutkimusprojekti oli järkevää jaksottaa loogisesti, minkä vuoksi koko tutkimusprojekti jakaantui omiin järjestyksessä oleviin tehtäviinsä. Paras keino oli suorittaa jo alussa määritellyt tehtävät järjestyksessä, ilman että eri vaiheet sekoittuivat keskenään. Tämän avulla työ pysyi selkeänä ja selvän työtehtävän jaksotuksen myötä

tiesi aina seuraavan tehtävän. Näin tutkimustyössä ei mennyt aikaa hukkaan uusien tehtävien suunnittelussa, vaan nämä oli suunniteltu valmiiksi.

Tutkimusprojekti alkoi HALA:n kiertämisellä automaation kunnossapidon työntekijän opastuksella. Tämän avulla käsitys tuotantoprosessista selkeni, ja samalla pääsi tutustumaan HALA:n laitekantaan sekä niiden toimintaan ja tarkoitukseen. Tutkimusprojektin aloittava HALA:n kiertäminen auttoi huolto-ohjeita lukiessa ymmärtämään, mihin kohtaan tehdasta tutkittavat huolto-ohjeet sijoittuvat.

HALA:n alkukierroksen jälkeen alkoi huolto-ohjeisiin perehtyminen. Huolto-ohjeisiin ajatuksen kanssa syventyessä oli hyödyllistä tehdä samalla muistiinpanoja jokaisesta ohjeesta. Nämä tehdyt muistiinpanot käsittivät perustietoja ohjeesta sekä erityisiä huomioita, jotka ilmenivät ohjeita lukiessa. Näiden muistiinpanojen avulla huolto-ohjeet hahmottuivat ja selkeytyivät paremmin sekä lukemisen jälkeen pystyi tarkastamaan asioita muistiinpanoista ja käymään huomioita yksityiskohtaisemmin läpi. Jokainen lukiessa ilmitullut huomio jäi tällä keinolla muistiinpanoihin, eikä ollut unohduksen vaaraa.

Huolto-ohjeiden alkuperäiskieli on englantia, ja ne oli myöhemmin käännetty suomeksi. Englanninkielinen versio oli myös nähtävillä, ja tästä syystä huolto-ohjeita tutkiessa tuli tarkkailla näiden kahden eri kielillä olevan tekstin yhtenäisyyttä mahdollisten käännösvirheiden tai epäselvyyksien varalta. Huolto-ohjeiden tulee olla yksiselkoisia ja helposti ymmärrettävissä, jottei huonon ohjeen ymmärryksen takia kunnossapitoa suorittava henkilö tekisi virheitä.

Huolto-ohjeiden lukemisen ja muistiinpanojen tekemisen jälkeen oli seuraava vaihe muistiinpanojen kokoaminen. Tähän kuului listaus jo ilmi tulleista ongelmakohtista ja kysymyksistä. Laitekannan ja huolto-ohjeiden tarkan vertailun varmentamiseksi oli hyödyllistä tehdä myös taulukko, josta näki laitekannan ja lait-

teen kohdan tehtaassa. Tämän taulukon avulla näki heti, jos esimerkiksi jossain vaiheessa tehdasta jollekin laitteelle ei ollut merkitty huolto-ohjetta, vaikka toisessa kohtaa tehdasta samaiselle laitteelle oli huolto-ohje. Liitteessä 2 on esimerkki käytetyn taulukon pohjasta. Valmista taulukkoa ei voida tähän opinnäytetyöhön liittää laitekannan salassa pitämisen vuoksi.

Tämän vaiheen jälkeen seurasi HALA:n tarkempi kierto automaation kunnossapidon työntekijän kanssa. Tämän kenttätutkimuksen aikana vertailtiin opinnäytetyön tekijän kansioonsa kirjaamaa laitekantaa huolto-ohjeista tehtaassa oleviin laitteisiin. Kenttätutkimuksessa pohdittiin myös huolto-ohjeita lukiessa ilmenneitä kysymyksiä ja havaittuja mahdollisia puutteita. Tehdasta tutkiessaan opinnäytetyön tekijä etsi työntekijän avustuksella huolto-ohjeistuksen laitteita ja pohti ilmenneitä ongelmakohtia ja kysymyksiä koskien huolto-ohjeita. Tämän työvaiheen avulla näki mahdolliset tehtaan ja huolto-ohjeiden laitekannan eroavaisuudet, esimerkiksi jos tehtaassa oli laitteita, jolle ei ollut merkitty huolto-ohjetta. Kenttätutkimuksen aikana tuli myös haastattelujen myötä ilmi HALA:n työntekijöiden huomioita huolto-ohjeiden parantamiseksi.

Kun huolto-ohjeet ja tehdas oli käyty läpi, muistiinpanot ja huomiot kirjattu sekä järkevästi koottu, alkoi teorian tiedon hankintavaihe. Hankittuja teorian tietoja verrattiin HALA:lla olemassa oleviin huolto-ohjeisiin, ja niiden avulla muodostuivat tutkimuksen johtopäätökset. Alan teorian etsimisessä on hyödynnetty kirjastosta löytyvää lähdekirjallisuutta, HAAPV:n omaa materiaalia, Puolustusvoimien standardipalvelua sekä Internetiä.

6 TUTKIMUS

Tutkittaessa HALA:n huolto-ohjeita ja niihin liittyviä laitteita oli otettava huomioon, että kyseessä on räjähteitä valmistava tehdas. Kaikki tilat ovat räjähdysvaarallisia tiloja, ja laitteiden on oltava niitten mukaiset. Laitteiden soveltuvuus näihin tiloihin on tarkastettu jo aikaisemmin käyttöönottotarkastuksessa. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa pidetään oletuksena, että kaikki laitteet, joiden huolto-ohjeita tässä työssä tutkitaan, ovat täysin soveltuvia kyseisiin tiloihin ja niiden vaadittuihin toimintoihin.

6.1 Tiedonhaku

Tutkimuksen pohjaksi ja johtopäätösten perusteiksi on tietoa haettu useasta eri lähteestä. Näillä perusteilla on haettu tukea johtopäätöksiin, jotta saatujen huolto-ohjeiden riittävyys ja oikeellisuus tulevat tutkimuksen avulla selville. Lähdekirjallisuudesta on monia viitteitä, mutta Internetissä olevan valtavan tiedon määrä on ollut myös suureksi hyödyksi. Internetistä tietoa haettaessa on pyritty käyttämään vain luotettavalta vaikuttavia lähteitä. Internet-sivustoista on paljon Tukesin ja Finlexin sivustoihin liittyviä viittauksia. SFS-standardien peruskuvaukset löytyvät Internetistä ilmaiseksi, ja niiden tietojen avulla on työn kannalta hyödylliset standardit hankittu työelämäohjaajan kautta.

6.1.1 Tukes

Turvatekniikan keskus, josta käytetään lyhennettä Tukes, toimii työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa. Tukesin tehtävänä on teknisen luotettavuuden ja turval-

lisuuden valvonta, asiantuntijana toimiminen ja kehittäminen. Omaisuuden, ympäristön ja ihmisten turvallisuuden riskeiltä suojeleminen ja teknisen luotettavuuden edistäminen ovat Tukesin toiminnan tarkoituksena. Tukesin toimialoja ovat sähkö- ja painelaiteturvallisuus, pelastustoimen laitteet, prosessi- ja kemikaaliturvallisuus, kuluttajaturvallisuus, ilotulitteet ja räjähteet, jalometallituotteet sekä CE-merkityt rakennustuotteet ja mittaaminen. Tukes osallistuu myös näiden toimien lisäksi lainsäädännön valmisteluun sekä kansainväliseen ja kansalliseen yhteistyöhön. (Turvatekniikan keskus 2009.)

6.1.2 Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry on Suomen standardisoinnin keskusjärjestö, jonka jäseniin kuuluu Suomen valtio ja elinkeinoelämän järjestöjä. Standardisoimisliitto on European Committee for Standardizationin (CEN) ja International Organization for Standardizationin (ISO) jäsen. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2010.)

SFS:n toiminta on taloudellista voittoa tavoittelematonta ja riippumatonta. Toimenkuvaan kuuluvat:

- kansallisten standardisoimistöiden ohjaus sekä koordinointi sekä kansallisten SFS-standardien vahvistus
- Suomen tarpeita vastaavan standardikokoelman luomisesta huolehtiminen (kokoelman tulee sisältää eurooppalaisten ja kansainvälisten sopimusten edellyttämät kansalliset standardit)
- Suomen edustus oman alan eurooppalaisissa ja kansainvälisissä järjestöissä, jotta Suomen edut kasvavat
- kansainvälisten ja kansallisten standardien sekä niihin liittyvien viranomaismääräysten ja muiden julkaisujen toimitus niitä tarvitseville

- alansa ulkomaisiin standardisointijärjestöihin yhdyselimenä toimiminen
- WHO-tiedotuskeskuksen hoitaminen
- standardisoinnista tiedottaminen sekä standardisointia koskevien ja liittyvien tietojärjestelmien ylläpito
- palveluiden ja tuotteiden eurooppalaisesta ja pohjoismaisesta ympäristömerkintäjärjestelmästä huolehtiminen. (Suomen standardisointiliitto SFS ry 2010.)

Euroopan Unionin (EU) ja European Free Trade Associationin (EFTA) yhteisen standardisointijärjestön CEN:n jäsenenä oleminen velvoittaa Suomen vahvistamaan eurooppalaiset standardit kansallisiksi standardeiksi sekä yhtenäistämään omat kansalliset standardinsa hyväksytyjen European Standards (EN)-standardien mukaisiksi. EU-maissa on tullut voimaan 1.1.1993 konedirektiivi, jossa esitetään vain olennaiset turvallisuusvaatimukset. Standardeissa määritellään näiden vaatimusten teknisemmät yksityiskohdat. Direktiivien noudattaminen on pakollista, standardien ei. Kuitenkin, jos standardeja ei noudateta, on näytettävä todeksi, että direktiivien vaatimukset täyttyvät. Jos noudatetaan standardeja, täyttyvät samalla myös direktiivien vaatimukset turvallisuudesta. (Aaltonen & Torvinen 1997, 274.)

6.1.3 Finlex® – Valtion säädöstietopankki

Internetissä osoitteessa <http://www.finlex.fi> toimiva palvelu on Finlex-säädöstietopankki, joka on julkinen ja maksuton oikeudellisesta aineistosta koostuva. Oikeuskäytäntö, lainsäädäntö, valtiosopimukset, hallituksen esitykset ja viranomaisnormit ovat Finlex-palvelun kokonaisuus. Finlex koostuu nykyään jo yli 30 tietokannasta. Finlexissä on suunnilleen 1700 Suomessa voimassa olevaa lainsäädöstä. Kaikki nämä säädökset on päivitetty, jos muutoksia on tullut. Näiden

säädösten lisäksi Finlexissä on noin 29 000 säädöstä, joita ei ole päivitetty sen jälkeen, kun ne on julkaistu. (Finlex – Valtion säädöstietopankki 2010.)

6.2 Riittävyys

Riittävyydellä tämän tutkimuksen yhteydessä tarkoitetaan, että kaikille laitteille, joille huollon voi suorittaa, on annettu huolto-ohjeet sekä nämä huollot riittävät kyseiselle laitteelle. On myös otettava huomioon, että huoltojen aikavälien on oltava sopivat.

Valtioneuvoston asetuksessa 403/2008 on tehty päätöksiä työturvallisuuslain 738/2002 nojalla. Tämä päätös velvoittaa työnantajan katsomaan, että valmistajan antamat ohjeet otetaan huomioon kunnossapidossa, työvälineen asennuksessa, käytössä, tarkastuksessa ja muissa tarkastuksiin liittyvissä toimenpiteissä. Olemassa olevien ohjeiden pitää olla työntekijöiden, joita kyseinen asia koskee, saatavilla ja ymmärrettävissä. Ennen kuin aloitetaan uutta työvaihetta, on varmistuttava, että työntekijä osaa noudattaa annettuja ohjeita. Jos valmistajan ohjeet ovat riittämättömät tai niitä ei ole saatavilla, pitää alkuperäisiä täydentää tai tarvittaessa laatia täysin uudet ohjeet. Ulkopuolista asiantuntijaa on käytettävä ohjeiden teossa, jos tämä nähdään tarpeelliseksi. Ohjeiden riittävyyden lisäksi ne tulee pitää ajan tasalla. (Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008.) Työnantajan tulee katsoa, kun laitetoimittajalta tai valmistajalta saadaan jokin laite, onko tälle laitteelle huolto-ohjetta mukana. Jos ohjetta ei laitteen mukana tule, on ensisijaisesti tiedusteltava sitä laitetoimittajalta tai valmistajalta ja vasta sitten, jos sillä ei sitä ohjetta ole saatavilla, on huolto-ohje valmistettava itse tai teetettävä jollakin ulkopuolisella taholla. Saatuihin ohjeisiin ei kuitenkaan tule luottaa sokeasti, vaan on tarkkailtava ja pohdittava ovatko saadut huolto-ohjeet kyseisen tehtaan vaatimukset täyttäviä. Voi olla laitoksia, joissa

laitteen käyttöympäristön vuoksi joudutaan huolto-ohjeisiin tekemään lisäyksiä, jos valmistaja ei ole huomannut kyseistä asiaa ohjeistuksessaan ottaa huomioon. Kunnonvalvonnan ja vikaantumisien seurannan avulla nähdään myös huolto-ohjeiden riittävyys.

Standardin SFS-EN 60079-17 vaatimusten mukaisesti räjähdysvaarallisissa tiloissa jatkuva sähköasennusten käyttö edellyttää tyydyttävää kuntoa. Tyydyttävä kunto varmistetaan joko säännöllisillä kunnossapitotarkastuksilla tai valvonnalla, jonka suorittaa ammattitaitoinen henkilökunta. Tarvittaessa tehdään kunnossapitotoimenpiteitä. (SFS-EN 60079-17 2008, 11.)

Laitteille tehtävät kunnossapitotarkastukset voidaan tehdä kolmella eri tavalla. Näitä tapoja ovat yksityiskohtainen, lähikohtainen ja silmämääräinen tarkastus. Näiden tarkastusten vaatimukset on eritelty standardin SFS-EN 60079-17 taulukoissa 1, 2, 3 ja 4, jotka ovat standardissa liitteenä. Kyseisissä taulukoissa määritellään myös tarkastuskeinot eri räjähdysuojarakenteille. Laitteille, joiden räjähdysuojarakenteet ovat yhdistelmäsovellus, esimerkiksi Ex"ed", tulee käyttää näiden kahden räjähdysuojarakenteen tarkastusten yhdistelmää. Jännitteisellä alueella kyetään tekemään lähitarkastuksia ja silmämääräisiä tarkastuksia. Yksityiskohtaisen tarkastuksen suorittaminen vaatii, että laite on kytkettynä jännitteettömäksi. (SFS-EN 60079-17 2008, 12.) Liitteessä 3 on standardin SFS-EN 60079-17 taulukot 1, 2, 3 ja 4.

Standardin SFS-EN 60079-17 mukaisesti on laitteiden yleiskuntoa seurattava jokaisen laitteen kohdalta. Laitteen kunnon niin vaatiessa on siihen tehtävä tarpeelliset korjaukset. Kuitenkin toimenpiteitä suoritettaessa on varmistuttava, ettei laitteen räjähdysominaisuuksia muuteta, mutta jos muutoksia tarvitaan, on kysyttävä neuvoja laitevalmistajalta. (SFS-EN 60079-17 2008, 16.) On hyödyllistä velvoittaa käyttöhenkilökuntaa pitämään laitteiston yleiskuntoa silmämääräisesti tarkkailus-

sa. Tämä tarkoittaa kunnonvalvontaa, johon ei välttämättä tarvitse ammattitaitoa. Jos käyttöhenkilökunta huomaa laitteistossa jotain poikkeavaa toimintaa, vaurioita tai muuta uudesta laitteesta poikkeavaa, on sen raportoitava tästä kunnossapidon ammattihenkilölle. Käyttöhenkilökunnan suorittamalla kunnonvalvonnalla saadaan lisää laajuutta ja tiheyttä kunnonvalvontaan ilman suurta ajan tai resurssien kulutusta. Tällä keinolla kunnossapidon henkilöstö kykenee reagoimaan nopeammin yllättäviin huoltoja tarvitseviin tilanteisiin. Standardissa SFS-EN 60079-17 mainittu räjähdysominaisuuksien muuttaminen voi tarkoittaa esimerkiksi koteloitien muutostöitä. Koteloitien muutostöihin voi johtaa muun muassa tarve sähkökaapin lämmön alentamiseen, jota varten tehdään ilmareikiä. Huoltotoimenpiteitä tehtäessä on siis pidettävä huoli, ettei laitteiden räjähdysominaisuuksia muuteta ilman valmistajan lupaa ja neuvoja.

Riittäväillä huoltotoimenpiteillä parannetaan ja varmennetaan laitteiden kestoikää, turvallisuutta ja toimintavarmuutta. Tämän myötä parannetaan myös tehtaan toimintavarmuutta ja vähennetään laiterikoista syntyneitä tuotantokatkoksia. Rahallisia säästöjä saavutetaan, kun laitteiden elinikää saadaan huoltojen avulla pidennettyä ja tuotantokatkoksia vähennettyä. Laitteiden pidennettyjen elinikien myötä ei jouduta hankkimaan uusia laitteita liian usein, sekä vikaantumisista johtuvat yllättävät tuotantokatkokset vähenevät. Huollot ovat aikataulutettuja, ja ne suoritetaan tuotantoprosessille suotuisissa ajankohdissa, jolloin tuotantokatkos ei aiheuta tuotteiden pilaantumista, tuotantomäärän merkittävää vähenemistä tai muuta rahallisia resursseja turhaan kuluttavia tapahtumia.

Standardissa SFS-EN 62079 on määrätty ohjeiden laatimisesta. Tämän standardin mukaisesti on ammattihenkilöille oltava tietyt tiedot ohjeissa. Seuraavien tietojen on oltava esillä:

- säätöihin sekä korjauksiin liittyvät ohjeet
- vikojen järkevään löytämiseen tarvittavat kaaviot sekä piirustukset

- jännitteisten tai käytössä olevien laitteiden huoltamiseen liittyvät varoitukset ja turvatoimet
- tehtävien tarkistusten tiheys ja niiden luonne
- vikojen tunnistamiseen ja vianetsintään liittyvät tiedot
- tuotteen mahdollista puhdistamista varten riittävä yksityiskohtainen toimenpidekuvaus ja mahdollisten tiettyjen puhdistusaineiden ilmoitus
- laitetoimittajan tai muiden teknisen tuen toimittajien puhelinnumero, nimi, osoite sekä muut näihin verrattavissa olevat tiedot
- säännölliset tarkistukset varoituslaitteille
- mahdollisten vianetsintäjärjestelmien kuvaus
- säännöllisin väliajoin tehtävien toimien esitys aikataulun muodossa sekä mahdollisesti pääaikatauluun liitettynä. (SFS-EN 62079 2001, 42.)

Standardi SFS-EN 60079-17 vaatii, että kunnossapitoa ja tarkastusta varten tulee olla saatavissa ajan tasalla olevat seuraavat tiedot:

- pölyä mahdollisesti sisältävässä tilassa sille määritellyn räjähdysryhmän sekä pintojen maksimilämpötilan asettamat vaatimukset
- kaasua mahdollisesti sisältävässä tilassa sille määritellyn räjähdysryhmän sekä lämpötilaluokan asettamat vaatimukset
- tilaluokat kaikille alueille sekä tarpeen vaatiessa myös jokaisen asennuspaikan vaatimat räjähdysuojaustasot (EPL)
- tilojen laitteiden tiedot, joita ovat esimerkiksi kotelointiluokka, lämpötilaluokka, korroosionkestävyys ja räjähdysuojausrakenne
- aikaisemmin tehtyjen tarkastuspöytäkirjojen kopiot
- Ex-laitteiden räjähdysuojausrakenteen mukaisen kunnossapidon mahdollistavat riittävät taustatiedot. (SFS-EN 60079-17 2008, 11.)

Tässä standardissa ei vaadita, että kyseisten tietojen tulisi olla sisällytettyinä huolto-ohjeisiin tai muihin vastaaviin. On siis riittävää, että nämä tiedot ovat saatavilla jostain tehtaalta.

Standardissa SFS-EN 60079-17 vaaditaan, että kun osille on tehty muutoksia, säätöjä, korjauksia tai vaihtoja, on kyseiset laitteet tarkistettava standardissa olevien taulukoiden 1, 2 ja 3 perusteella niiden Y-sarakkeen mukaisesti. Jos laitteelle tai siihen kuuluviin olennaisiin osiin siitä tehdään korjauksia, säätöjä, huoltoja, paikkauksia, vaihtoja tai muutoksia, kyseessä olevat kohteet on tarkastettava standardissa olevien taulukoiden 1, 2, 3 ja 4 mukaisesti soveltaen Y-sarakkeen toimenpiteitä. (SFS-EN 60079-17 2008, 11.) Edellä mainitut taulukot ovat liitteessä 3.

6.2.1 Huoltojen aikavälit

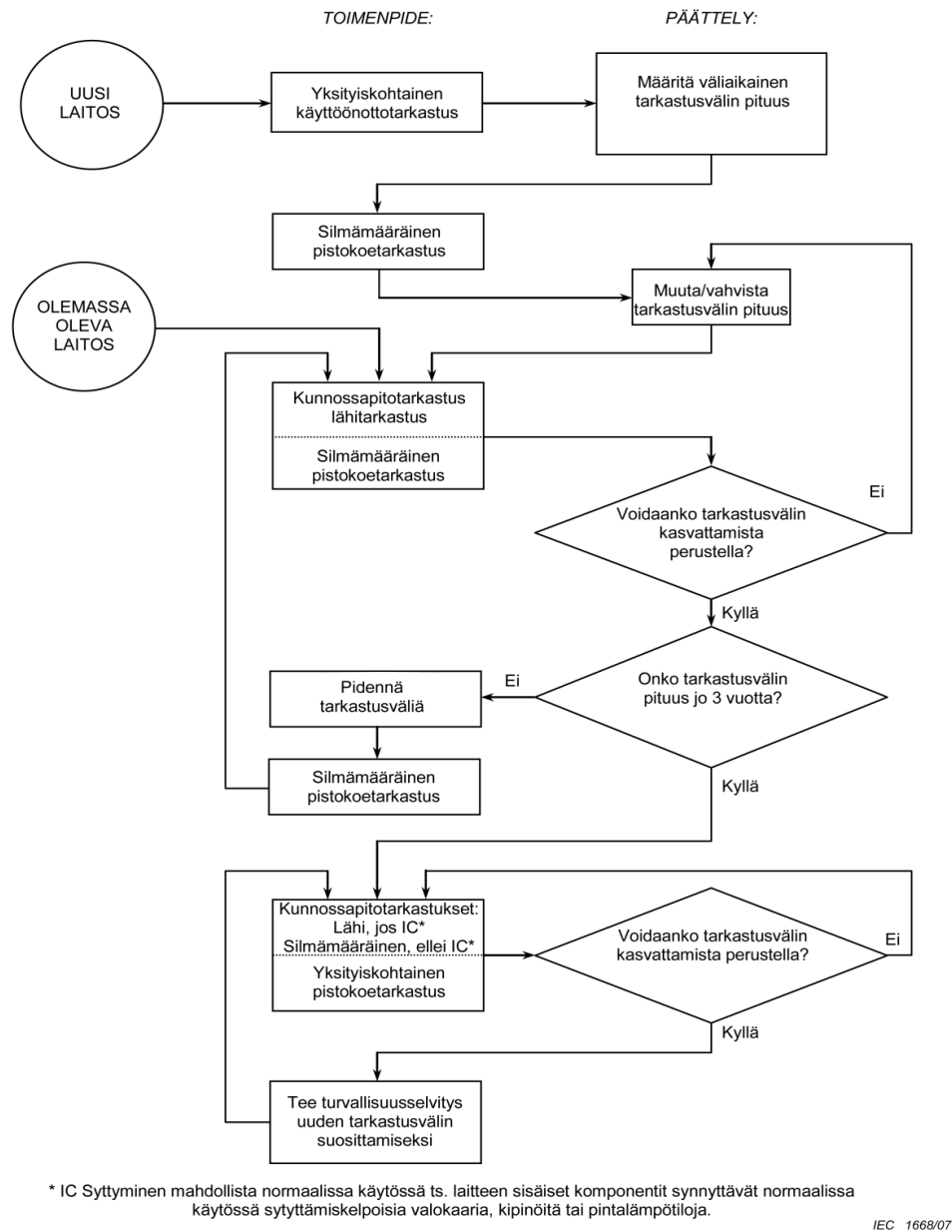
Huollot suunnitellaan kunnossapidon aikatauluihin suoritettavaksi esimerkiksi kerran kuussa tai jopa joka päivä. Aikataulutus pohjautuu johonkin arvioituun käyttökertaan tai -aikaan. Jokaisen laitteen keskimääräinen kestävyys voi myös olla perusteena aikaväleille. (Ansaharju 2009, 307.) Laitteiden ja komponenttien huoltoaikaväliä voidaan siten kontrolloida vikapäiväkirjaa seuraamalla. Vikapäiväkirjan ylläpito mahdollistaa tarpeen vaatiessa vikaantumisten aikavälien perusteella tehtyjen huolto-aikavälien muutostyöt. Sopivilla aikaväleillä voidaan parantaa laitteiden elinikää ja turhan tiheiden aikavälien muutolla säästetään tehtaan resursseja.

Kunnossapidossa suoritettavien tarkastusten sopivien aikavälien määrittäminen on monimutkaista. Kun on määritelty sopivalta tuntuva tarkastusväli kohteille, tulee tehdä tarkastusten välissä pistokokeen tapaisia lisätarkastuksia. Näiden pistokoetarkastusten avulla voidaan seurata, onko nykyinen aikaväli sopiva, ja tarvittaessa on tehtävä muutoksia aikaväleihin. Lisäksi määritellään tarkastustaso, jota voidaan myös seurata pistokoetarkastusten avulla. Pistokokeiden tarkastukset voidaan suorittaa joko yksityiskohtaisina, lähi- tai silmämääräisinä tarkastuksina.

Näiden tarkastusten ei oleteta tuovan ilmi satunnaisesti tapahtuvia vikaantumisia, joita voivat olla esimerkiksi löysät liitokset. Pistokoetarkastukset on tarkoitettu käytettäväksi muun muassa värinän, rakenneheikkouksien ja ympäristön luomien olosuhteiden valvontaan. (SFS 60079-17, 12–13.) Kuviossa 4 on esitetty kaavio normaalista kunnossapidon tarkastusten aikavälien määrittämisestä.

Huoltojen aikavälien on oltava sopivat. Liian pitkät aikavälit voivat tuhota huollon hyödyn, koska myöhäisen huollon takia laite voi ehtiä rikkoutua täysin tai vikaantua. Rikkoutuminen tai vikaantuminen aiheuttaa prosessissa toimintahäiriötä ja näin ollen ennalta arvaamattomia tuotantokatkoksia ennen seuraavaa huoltoa. Toisaalta liian tiheät huollot kuluttavat tehtaan resursseja ja lisäävät huolloista aiheutuvia prosessin tuotantokatkoksia. Samalla liian tiheään tehdyt huollot voivat olla tehottomia tai jopa täysin turhia.

HALA:lle laitetoimittajan antamissa huolto-ohjeissa on ilmoitettu huoltojen aikavälit. Nämä aikavälit ovat ennakoivassa kunnossapidossa ja turvapiiritarkistuksissa yleensä 3 tai 6 kuukautta, mutta poikkeuksiakin on. Näiden aikavälien mukaisesti huollot aikataulutetaan kunnossapidon toimenpiteisiin.



KUVIO 4. Normaali menetelmä kunnossapitotarkastuksissa (SFS-EN 60079-17 2008.)

6.2.2 Laitteet ja komponentit

Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat yhdessä tehneet päätöksen N:o 768/2008/EY. Tämän päätöksen mukaisesti on valmistajien ja maahantuojien var-

mistettava, että tuotteen mukana ovat tarvittavat turvallisuustiedot ja ohjeet. Loppukäyttäjien ja kuluttajien tulee helposti pystyä ymmärtämään nämä mukana oltavat tiedot. Tämä tarkoittaa sitä, että tietojen pitää olla loppukäyttäjien ja kuluttajien jäsenvaltion määräämällä kielellä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 768/2008/EY.) Huolto-ohjeen tulee olla selkeä, jottei huoltohenkilöstö tekisi toimenpiteessään virhettä ohjeistuksen epäselvyyden takia. Huoltohenkilöltä ei tule vaatia kielikurssia jokaisen komponentin valmistusmaan takia, jos tuote aiotaan tuoda maahan, jossa kyseessä oleva huoltohenkilö ammattiaan harjoittaa. Huoltohenkilöiden on kuitenkin usein hyödyllistä ymmärtää jotain yleiskansallista kieltä, kuten englantia ja saksaa, joita monet laitevalmistajat käyttävät.

Huolto ja asennus täytyy suorittaa huolellisesti ja asiantuntevasti, kun kyseessä on vaarallisten kemikaalien siirto-, varastointi-, valmistus- ja käyttölaitteisto. Kyseiset toimet on tehtävä niin, ettei käyttö voi aiheuttaa henkilö-, omaisuus-, ja ympäristövahingon vaaraa. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005.) Tällaisissa töissä mahdolliset virheet voivat olla erittäin vaarallisia, mistä syystä on noudatettava erityistä tarkkaavaisuutta.

Räjähdyksivaarallisissa tiloissa tulee huomioida laitteisiin vaikuttavat ympäristöolosuhteet ja erityisesti on huomioitava ultraviolettisäteily, korrosio, veden sisään tunkeutuminen, kemialliset vaikutukset, ympäristön lämpötila ja pölyn tai hiekan kerääntyminen. Erityinen huomiointi näissä tiloissa johtuu siitä, että kyseiset ympäristöolosuhteet voivat vaikuttaa laitteisiin haitallisesti. (SFS-EN 60079-17 2008, 17.) Tästä syystä on puhtaudesta pidettävä hyvä huoli. Pölyä, likaa, vettä eikä kosteutta saa päästä sähkölaitteitten kanssa kosketuksiin, ellei kyseessä oleva laite ole erityisesti suunniteltu kestämaan niitä. Tällä ylläpidetään laitteiden toimintakykyä ja turvallisuutta.

Erityisen alttiita rikkoutumisille ovat taipuisat kaapelit ja suojaputket sekä niiden päätteet. Nämä on säännöllisin väliajoin tarkastettava sekä vaihdettava, jos todetaan jotenkin viallisiksi. (SFS-EN 60079-17 2008, 16.) Erittäin tärkeitä sähkötöitä ovat johtimien ja kaapeleiden liitokset. Arvioiden mukaan huonoista liitoksista johtuu noin 20 % sähkövioista. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 73.) Kaapeliläpivientien tiiviystarkastus voidaan suorittaa lähitarkastuksen yhteydessä käsin, ilman että tarvitsee poistaa tiivistevaippaa tai -nauhaa. Jos lähitarkastuksessa ei varmistuta tiiveydestä, saattaa tämä vaatia yksityiskohtaisemman tarkastuksen, jossa puretaan kaapeliläpivienti osiin. (SFS-EN 60079-17 2008, 20.) Kaapeliläpivientien tiiviystarkistuksen avulla varmistetaan, että esimerkiksi sähkökaappiin ei pääse minkäänlaista likaa, vettä tai kosteutta, joka on haitallista kaapissa oleville sähkölaitteille.

Komponentit vaativat keskuksissa tilaa ympärilleen, jottei lämpötila nouse turhan korkealle. Eristeet ja elektroniset komponentit vanhenevat nopeasti liian korkean lämpötilan takia, jolloin niiden elinikä voi lyhentyä sekä toiminta häiriintyä. Keskuksia ei saa huonontaa kotelointiluokan osalta, minkä aiheuttaisi esimerkiksi jäähdytysreikien poraaminen. (Mäkinen ym. 2009, 85–86.) Jäähdytysreikien tekeminen vaikuttaa muun muassa koteloinnin räjähdysturvallisuuteen. On otettava huomioon, että lämpötila voi kasvaa myös keskuksien ulkopuolisten olosuhteiden vuoksi. Keskuksia kannattaa yleensä sijoittaa tiloihin, missä lämpötilat eivät nouse liian suuriksi. Jos lämpötila keskuksen ulkopuolella on suuri ja tämän vuoksi kasvattaa myös keskuksen sisäistä lämpötilaa, on parempi pyrkiä alentamaan keskuksen ulkopuolista lämpötilaa, ettei tarvitse tehdä jäähdytysjärjestelmiä keskukseseen. Tällainen keino voi olla esimerkiksi lämpöputkien parempi eristäminen tilassa, missä keskus sijaitsee.

Räjähdyksvaaralliset tilat ovat luokiteltuja tiloja. Luokittelussa otetaan huomioon räjähdysvaaran aiheuttava aine. Laitoksessa, jossa on räjähteitä, on luokiteltu tilat joko A- tai B-tilaksi. Räjähteitä sisältävän laitoksen tilaluokassa A on tila, jossa voi käsitteilyä, varastoinnin tai valmistuksen takia tulla räjähdysvaara tilassa tapahtuvan haihtumisen tai pölyämisen vuoksi. Räjähteitä sisältävän laitoksen tilaluokassa B on tila, jossa käsitellään, varastoidaan tai valmistetaan räjähteitä ilman, että haihtumisesta tai pölyämisestä voisi aiheutua välitöntä räjähdysvaaraa. Laitteet näihin tilaluokkiin valitaan niin, että laitteiden kotelointiluokat täyttävät tilaluokan vaatimukset. Tämän lisäksi kummassakin tilaluokassa saa sähkölaitteen lämpötila pinnasta mitattuna olla korkeintaan 2/3 siinä tilassa olevan räjähteen huomattavuuslämpötilasta. (PAK 06:03 2005.) Kunnossapitoa tekeväälle henkilölle tulee näiden tietojen olla saatavilla, kuten standardi SFS-EN 60079-17 vaatii.

6.2.3 Lämpökuvaus

Sähköpaloa riskiä kyetään huomattavasti pienentämään, kun tehdään suunnitelmallinen kunnossapito ja aktiivinen kunnonvalvonta sähkölaitteille ja -laitteistoille. Vuosittain Suomessa tapahtuu noin 5000–6000 rakennuspaloa. Näistä noin 2000 on sähköpaloja. (Nurmi & Simonen 2003, 74.)

Nykyisin on lämpökuvaukseen käytettävä lämpökamera helposti käytettävä, pieni, videokameran näköinen työväline. Helpon käytön ansiosta pystytään jokainen kunnossapidossa työskentelevä henkilö kouluttamaan sen käyttöön. Kuvan avulla kyetään tutkimaan lämpötiloja värillisestä kuvasta reaaliajassa kameran omasta etsimestä tai videonäytöstä. Käytön vaivattomuutta kasvattaa huoltovapaa ilmaisintyyppi. Lämpökamera kykenee vastaanottamaan lämpösäteilyä, mittaamaan sen voimakkuuden sekä muuntamaan sen kuvaksi lämpötilajakauman mukaisesti. Kaikki kappaleet, jotka ovat lämpötilaltaan yli absoluuttisen nolapistein,

lähettävät lämpökameran mittaamaa infrapunasaiteilyä eli lämpösaiteilyä. Lämpökamera kykenee erottamaan 0,1 °C:n eroavaisuudet. (Stjernberg 2000, 3.)

Kunnossapito on hyödyntänyt lämpökameraa jo vuosia. Lämpökuvaus on ottanut ennakoivassa kunnossapidossa asemansa, koska edut ovat helposti osoitettavissa. On mahdollista käyttää myös pistemäistä infrapunamittaria, mutta pistemäisen mittaustavan vuoksi on laajan alueen mittaus alttiimpi mittausvirheille sekä hankalaa ja aikaa vievää, ja lisäksi jokin tärkeä lämpötilamuutos voi jäädä huomioimatta. Lämpökameran avulla kyetään kuvaamaan laajempi alue yhdellä kertaa. Monta kymmentä tuhatta pistettä tulee mitattua lämpökameralla jo yhdellä kuvauksella, ja tämä antaa moninkertaisen lämpötilatietomäärän pistemäiseen infrapunamittaukseen verrattuna. Lämpökameran kuvasta pystytään näkemään kuvausalueen lämpötilapoikkeama heti. Kuitenkin tulee huomioda, ettei lämpökuva yksistään riitä aina kertomaan kaikkea kuvauskohteena olevan laitteen kunnosta. Lämpökuvauksen avulla kyetään näkemään hapettuneet ja löystyneet liitokset, koska suurempi resistanssi kasvattaa liitoksen tehohäviötä. Tehohäviö on helppo huomata lämpökameralla, koska tehohäviö muuttuu lämmöksi. Myös vialliset komponentit tuottavat normaalisti ehjiä enemmän lämpöä. Normaalialhaisempikin lämpötila voi ilmaista vikaa. Ehjän ja vikaantuneen laitteen lämpökuvia vertaamalla voidaan havaita ja paikallistaa vikaantumiskohdat nopeasti ilman enemmän aikaa vievää vianhakuprosessia. (Nurma 2004, 41–43.)

Liian kuumat kaapelit sekä löystyneet kisko- ja kaapelikenkäliitokset löytyvät lämpökuvauksen avulla. Tämän vuoksi tulee vahinkojen havaitsemiseksi sopivin aikaväleihin kuvata lämpökameralla sähkökeskuksen liitospisteitä ja virtakiskoja. (Mäkinen ym. 2009, 169.) Lämpökameran avulla pystytään myös tehokkaasti etsimään vikaantuneesta laitteesta vian aiheuttavaa komponenttia. Kuitenkin suurin hyöty lämpökamerasta saadaan, kun hyödynnetään sitä suunnitelmallisissa sopivin aikaväleihin tapahtuvissa tarkastuksissa. (Stjernberg & Virtanen 2007, 34.)

HAAPV:lla on kunnossapitohenkilöstöllä käytettävissään lämpökamera. Räjähdysvaarallisten tilojen sähkönjakelukeskukset on kuvattu noin 2 vuoden välein.

6.2.4 Kunnossapito-ohjelma

Sähkölaitteistot jaetaan eri luokkiin niiden ominaisuuksien mukaan. Näitä luokitteluperusteita ovat laitteiden erityisominaisuudet ja laajuudet. Näiden luokkajakojen perusteina pidetään kolmea eri asiaa: erityistilan sähkölaitteistoa, asuinrakennuksen sähkölaitteistoa ja sähkölaitteistokokonaisuutta. Sähkölaitteiston luokittamiseen 3a kuuluu räjähdysvaarallisessa tilassa oleva sähkölaitteisto, johon vaaditaan Tukesin:in kemikaalilupa, koska tilassa on mahdollisen vaaran aiheuttavia kemikaaleja. Tämä lupa tulee hankkia laitoksiin, joissa on muun muassa räjähteiden valmistusta ja varastointia, joka tapahtuu valmistuksen yhteydessä. Sähkölaitteistot ovat haltijakohtaisia. Siksi esimerkiksi luokassa 3a katsotaan sähkölaitteistoihin kuuluviksi myös räjähdysvaarallisen tilan ulkopuoliset saman haltijan alaisuudessa olevat sähkölaitteistojen osat, jotka ovat kykeneviä vaikuttamaan välittömästi kyseessä olevan tilan energiansyöttöön ja sähköturvallisuuteen. (Turvatekniikan keskus 2004b.)

Kauppa- ja teollisuusministeriö on tehnyt sähkölaitteistojen käyttöä ja käyttöönottoa koskevia päätöksiä sähköturvallisuuslain mukaisesti sähkölaitteiston huollosta, tarkastuksista ja kunnossapidosta. Päätöksessä 517/1996 3. luvun 10. § mukaisesti on sähkölaitteistoa hallitsevan tahon katsottava, että turvallisuutta ja laitteiston kuntoa tarkkaillaan sekä huomattavat viat ja puutteet poistettavan riittävän nopeasti. Päätöksen 517/1996 11. § määrätään, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille tulee laatia ennalta kunnossapito-ohjelma, joka pitää yllä sähköturvallisuutta. Tämä ohjelma voidaan muiden laitteistojen ja laitteiden kohdalta korvata huolto- ja käyttö-ohjeilla. Laadittavaan kunnossapito-ohjelmaan on sisällytettävä muun mu-

assa seuraavat asiat niihin liittyvine kunnossapito-, korjaus- ja huoltotöineen: mekaaninen suojaus, kosketussuojaus, kosketusjännitesuojaus, vikojen ja kunnan valvonta riittävän sähköturvallisuuden takaamiseksi, vapaat johtoaukeat ja ilma-johtojen turvaetäisyydet sekä kiipeämisen estot, potentiaalitasaukset ja maadoitukset, sähkötilojen lukitukset ja niihin pääsy sekä varoituskilvet. (Turvatekniikan keskus 2004b.)

Haltijan on katsottava, että laitteiston kunnanvalvonnan ja kunnossapidon lisäksi tilataan määräaikaistarkastus. Tässä tarkastetaan muun muassa, että kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet on suoritettu ja puutteet, jotka on huomattu kunnossapitotarkastuksissa, on korjattu asianmukaisesti. (Nurmi & Simonen 2003, 63.) Puolustusvoimissa määräaikaistarkastukset suorittaa Pääesikunnan teknillinen tarkastusosasto.

Kunnossapito-ohjelma laaditaan aina laitteistokohtaisesti käyttäen hyväksi muun muassa osa- ja laitetoimittajien laatimia kunnossapito-ohjeita. Yleistä mallia kunnossapito-ohjelmalle ei ole olemassa. Laitteiston jatkuvaan käyttäjäturvallisuuteen ja keskeytymättömään käyttöön pyrkiminen ovat kunnossapito-ohjelman noudattamisen tarkoituksena. (Nurmi & Simonen 2003, 63.)

Kunnossapito-ohjelmaan voidaan valita laajuuden ja käyttöresurssien perusteella kyseiseen kohteeseen sopivin muoto. Ohjelmistoissa on valinnanvaraa rakenteeltaan ja laajuudeltaan eri käyttötarkoituksia varten. Kuitenkin kunnossapito-ohjelmasta on, laitteiston laajuuden mukaan, nähtävä huolto- ja käyttöohjeet laitteille (esimerkiksi säilytyspaikat, luettelo), sähköturvallisuutta ylläpitävä riittävä valvonta ja tarpeellisten korjausten toteutusohjelma, kunnossapidon toimenpiteiden ajankohdat kaaviossa tai luettelossa sidottuna kalenteriaikaan (milloin toimenpiteet tehty viimeksi ja milloin nämä tehdään seuraavan kerran), kirjanpito suoritetuista toimenpiteistä (suorittaja ja suorituksen ajankohta) sekä suorittajat,

menetelmät ja vastuuhenkilöt. Kunnossapito-ohjelman tekeminen on usein näytännyt olevan kaikkein kätevintä aloittaa kirjaamalla jo vakiintuneen kunnossapidon käytäntö uuden ohjelman perustaksi, jota täydennetään ja kehitetään kattavammaksi. ATK-järjestelmällä saadaan käyttöön monia hyötyjä, muttei sen käyttö pakollista ole. Tämän järjestelmän käyttöön voidaan siirtyä helposti asteittain, esimerkiksi ensin kirjataan vain ohjelmaan tarvittavat perustiedot ja kunnossapidossa suoritettut toimenpiteet. Tätä toimintaa jatkaen ajan myötä kunnossapitosykli umpeutuu, jolloin koko sähkölaitteiston kunnossapito on ohjelmiston sisällä. (Turvatekniikan keskus 2004a.)

Powermaint on materiaalihallintaan ja kunnossapitoon tarkoitettu toiminnanohjausjärjestelmä. Powermaint tuottaa ajan tasalla olevaa ja tarkkaa informaatiota kunnossapidon resursseista, toiminnasta, vikaantumisista, laitteiden tilasta ja kustannuksista. Kunnossapidon strategisten suunnitelmien pitkille aikaväleille Powermaint tarjoaa raportointi- ja analysointityökalut. Ohjelmiston tarjoamia vaikutuksia kunnossapidon toimintaan ovat

- antaa työkalut korjaavasta kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon siirtymiseen
- tulee suunnitelmallisuutta töiden suoritukseen ja ajankäytön tehokkuus kasvaa
- käyttökustannukset laitteiden kohdalta alenevat
- tuotteiden laatu ja laitteiden tuotantokyky paranevat
- suunnittelemattomat seisokit vähenevät
- laitteiden elin-ikä pitenee
- varaosa- ja huoltopalveluiden tarjoajien yhteystiedot ovat nopeasti saatavilla
- ajoitus ennakkohuoltojen ajoituksessa paranee. (Solteq Oyj 2010.) Kaikkialla Puolustusvoimissa on käytössä laitteille ja laitteistoille Powermaintin ohjelmito.

6.3 Komponentit

Tässä luvussa on muutamia esimerkkejä tutkimuksen kohteina olleista komponenteista, niiden huolloista sekä huoltojen aikaväleistä. Kuitenkaan esille ei tuoda komponenttien kappalemääriä eikä kaikkia erillisiä komponentteja, koska tällaisesta luetteloinnista ei ole tutkimuksen selonteon kannalta hyötyä.

Laitetoimittaja on varta vasten tälle laitokselle koonnut laitteille huolto-ohjeet, ja näihin on kyettävä luottamaan. On kuitenkin hyvä katsoa ne läpi varalta, että huomaa joitakin parantamista tai muutosta vaativia kohteita. Siksi tässä esitellään esimerkeittäin joitakin yleisiä osia laitoksesta peilaten niihin annettuja huolto-ohjeita lähdekirjallisuudesta löydettyihin ohjeisiin.

Rajakytkinten vikaannuttua niihin vaihdetaan yleensä vain sisäosat tai uusitaan koko kytkin. Rajakytkimet ovat hinnaltaan edullisia, eikä sen takia korjaaminen yleensä kannata. (Heinonkoski 2004, 108.) HALA:lla on käytössä Telemecaniquen rajakytkimiä, joita ohjeistetaan testaamaan 3 kk:n välein. Testauksessa varmistetaan vivun kunto ja oikea asema sekä kokeillaan manuaalisesti laukeamisen ja nol-lauksen toiminta. Tämä on siis aivan riittävä, koska rajakytkinten edullisuuden vuoksi ei niitä yleensä kannata korjata eikä huollettavia osia ole. Kuviossa 5 on esimerkki Telemecaniquen rajakytkimestä.



KUVIO 5. Telemecaniquen rajakytkin (Schneider Electric 2010.)

Induktiiviset kytkimet on yleensä rakennettu kertakäyttöisen vesitiiviin kotelon sisään. Tämän vuoksi kunnossapidettäessä joudutaan vaihtamaan kotelon päätyosa ja sen elektroniikat tai koko kotelo. Huollettaessa tulee tarkistaa suojuokka, käyttölämpötila, vesitiiviys, pölytiiviyys, virrankulutus, syöttöjännite, koko, kuormitettavuus, havahtumisaika, kytkentäetäisyys, kytkentätaajuus, havaittavan materiaalin ominaisuudet ja hystereesi. (Heinonkoski 2004, 108–109.) Induktiivisista kytkimistä käytetään myös usein nimeä induktiivinen anturi. Induktiivisista kytkimistä HALA:lle annetuissa huolto-ohjeissa neuvotaan testaamaan manuaalisesti 3 kuukauden välein ja tarkistamaan paneeliin tullut tieto. Edellä esitetyn Heinonkosken tarkistuslista vaikuttaisi kuuluvan enemmän vastaanotto- tai käyttöönottotarkastukseen eikä huollon toimenkuvaan. Kuviossa 6 on esimerkki induktiivisesta kytkimestä.



KUVIO 6. Feston induktiivinen kytkin (Festo Oy 2010.)

Lämpötila-antureita tarvitsee huoltaa hyvin harvoin. Anturin puhtauden, kaapelitiivisteiden kireyden sekä rakenteen eheyden voi todeta silmämääräisessä tarkastuksessa. Anturin jatkuvuuden tai elementin poikkiolon voi tarkistaa vastusmittauksella sekä todeta, antaako anturi kyseessä olevassa lämpötilassa oikean ohmiluvun. (Mäkinen ym. 2009, 175.) PT100-vastuskytkimien avulla voidaan simuloida anturin resistanssia kenttäoloissa. Näiden avulla kyetään tarkistamaan kaapeloinnin ja osoitinlaitteiston kunto. Kytkimet asennetaan anturin tilalle, jolloin yleismitarilla tarkistetaan piirien toiminta. (Heinonkoski 2004, 73.) HALA:n huolto-ohjeissa PT100 lämpötila-antureiden kalibroinnin tarkkuus tulee varmistaa 6 kuu-

kauden välein. Ohjeessa sanotaan kalibrointiohjeiden löytyvän Druck-käyttöohjeesta. Tätä kyseistä käyttöohjetta kuitenkin ei ole saatavilla. Kuviossa 7 on esimerkki PT100-lämpötila-anturista.



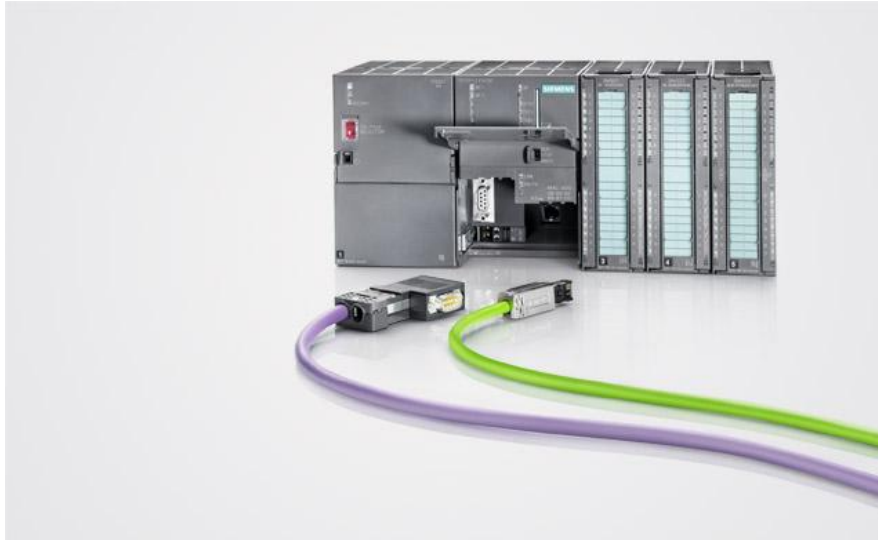
KUVIO 7. PT100-lämpötila-anturi (CMT Engineering Oy 2010.)

Paineenmittauskytkimien ja -antureiden osien korjaus- ja niiden varaosien saanti-mahdollisuus kannattaa tarkistaa korkean hinnan vuoksi. Yleensä näitä ei kuitenkaan ole kannattavaa korjata, koska osat eivät ole helposti irrotettavissa. Siksi joudutaan yleensä vaihtamaan koko kytkin tai anturi. (Heinonkoski 2004, 78.)

HALA:n ohjeistuksissa on ohjeistettu tarkistamaan, johtuuko vika kyseessä olevasta anturista. Vian varmistuessa ohjeistetaan vaihtamaan uusi anturi vikaantuneen anturin tilalle, ja mukana on myös ohjeita osan vaihtoon.

Logiikan lähtö- ja tulokorteista löytyy LED-valoja ilmaisemaan vikaantumista. Lähtö- ja tulosignaalien tasot mitataan ja niitä verrataan ohjelman kulkuun. Kehitystuki- tai ohjelmointilaitteella nähdään esimerkiksi kulku tulokortilta eteenpäin. Modulaarisuutta hyödyntäen rajataan vikaantumisalue ja vaihdetaan vialliset yksiköt. Vaihdettaessa viallisia kortteja on huomioitava, että mekaanisesti ne mahtuvat myös väärin paikkoihin, jolloin ne voivat aiheuttaa lisää korttien vikaantumisia. (Heinonkoski 2004, 183.) Huoltaminen ei ole tässä tilanteessa mahdolli-

nen, vaan ainoa, mitä voi tehdä, on viallisen vaihto ehjään. HALA:n ohjeitten mukaisesti tarkistetaan, että vika on kortissa. Jos kokeet osoittavat, että kortti on viallinen, vaihdetaan uusi kortti tilalle. Mukana on myös neuvoja kortinvaihtotoimenpiteeseen. HALA:lla on käytössä Siemens Oy:n Simatic S7-300 -logiikkoja. Kuviossa 8 on Siemens Oy:n Simatic S7-300 -logiikka.



KUVIO 8. Siemens Oy:n Simatic S7-300 -logiikka (Siemens AG 2010.)

Taajuusmuuttajien huoltotarve on vähäistä ja niiden huolto on aikavälein tehtävää silmämääräistä tarkistamista. Ainoa liikkuva osa taajuusmuuttajassa on jäähdytyspuhallin, ja tämän takia huolto onkin yleensä vain jäähdytyksen toimimisen valvontaa. Jäähdytysaukkojen esteettömyys tarkastetaan kuin myös jäähdytyspuhallin. Ilmansuodattimet vaihdetaan tarvittaessa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lämmönjohtumisen varmistamiseksi koteloinnin ulkopuoli pidetään puhtaana ja puhdistuksen yhteydessä tarkistetaan silmämääräisesti kaapeleiden kunto ja kotelon tiiviys. (Mäkinen ym. 2009, 140, 146.) HALA:n ohjeistuksen mukaisesti varmistetaan, että vika on taajuusmuuttajassa. Mikäli vika paikallistuu taajuusmuuttajaan, niin vaihdetaan uusi laite. HALA:n taajuusmuuttajat ovat pienitehoisia, joten korjausta ei kannata suorittaa. Ohjeistuksessa olisi kyllä hyvä ottaa huomioon jäähdytyksen valvonta, jotta elinikä pysyy mahdollisimman hyvänä.

6.4 Huomiot

Tässä luvussa käydään läpi huomioita, joita on tullut ilmi tutkimusta tehdessä. Tärkeimpinä käsittelyn kohteina ovat ilmenneet puutteet saaduissa huolto-ohjeissa sekä eroavaisuudet huolto-ohjeiden ja HALA:n laitekantojen välillä. Huolto-ohjeiden laitekantojen tulisi kuitenkin olla samat kuin HALA:lla, ja jos näin ei ole, ei kaikille laitteille ole huolto-ohjetta tai huolto-ohjeissa on ylimääräisiä laitteita. Huolto-ohjekansioissa tehdas on nimellisesti jaoteltu segmentteihin, joita ovat 1100, 1200, 1300 ja 1400. Tällä tietää nopeasti kyseessä olevan tehdasalueen. Segmentit taas on jaoteltu sisäisesti omiin alueisiin, mikä on tehty prosessin tehtävän mukaisesti. Tässä kohdassa ei kuitenkaan luetteloida jokaista ilmi käynyttä virhekohtaa, koska johtopäätöksissä on annettu osittain jatkotoimenpideehdotuksia, joiden avulla jokainen virhekohta tulee korjatuksi. Ongelmakohtia on osittain niin useita, että on parempi tehdä laajempi toimintasuunnitelma, joka sisältää yksityiskohtaiset tiedot ilman, että tässä tutkimuksessa sanottaisiin joka ikinen komponentti, sivukohta tai segmentti, joka pitää muuttaa. Tutkimuksessa ilmenneitä huolto-ohjeiden puutteita on listattu liitteessä 1.

6.4.1 Komponentit, laitteet ja segmentit

Ensimmäisenä kiinnittyi huomio segmentin 1100 turvapiiritarkistusten aikavälien puuttumiseen. Määriteltyjä aikavälejä ei tässä segmentissä ollut esillä, mutta seuraavissa segmenteissä oli merkitty, että kaikki tarkistukset on tehtävä 3 kk:n välein. Ilman näitä aikavälejä ei tiedetä, milloin suorittaa nämä tarkistukset, joten ne voivat jäädä tekemättä kokonaan.

Turvallisuuteen liittyvien laitteiden kohdalla tulee noudattaa suurta tarkkaavaisuutta. Tämän vuoksi huomio kiinnittyi segmentin 1100 alueella sammutusmo-

duuliin, jolle ei ole annettu huolto-ohjeistusta. Tämä kuitenkin turvallisuuden takia tarvitsisi huolto-ohjeistuksen. Myöskään segmenttiin 1200 porauksessa olevalle palotunnistimelle ei ollut ohjeistusta. Ohjeistus turvallisuuteen liittyvissä järjestelmissä puuttui myös röntgenissä olevalle köysihätä-seisjärjestelmälle, jota ei ole lainkaan mainittu huolto-ohjeissa. Tämä vaatii ainakin tarkistamisen sopivin aikavälein, koska kyseessä on erittäin tärkeä turvallisuuslaite, jolla varmistetaan, ettei röntgenkuvauksen alkaessa kyseiseen tilaan jäisi ihmisiä.

Ohjeistuksia ei ole myöskään pääsähköpaneelille, luukkujen paneelille eikä pakkaukseen, vaikka näissä on ohjeistuksia tarvitsevia komponentteja. PT100-antureille on määritelty kalibroinnin varmistusaikavälit, mutta huomio kiinnittyi segmentillä 1200 Siemens Siwarex -kuorma-anturiin, jolle ei ole määritelty kalibroinnin tarkistuksen aikaväliä, vaikka tarpeellista olisi.

Metallin ilmaisimen sekä PT100-lämpötila-anturin ohjeistuksessa oli myös käsky katsoa lisätietoja niiden käyttö-ohjeista. Etsinnän jälkeen löytyi käyttöohje metallin ilmaisimelle, mutta PT100-lämpötila-anturille kyseistä "Druck-käyttöohjetta" ei löytynyt, mitä tarvittaisiin PT100-lämpötila-antureiden kalibroinnin tarkistuksessa.

Tehtaassa on useita ovien törmäysrajoja. Näille ei kuitenkaan ole toimitettu mitään huolto-ohjetta, eikä näistä ole mitään mainintaa huolto-ohjeissa. Tämän takia voi olla vaikea huomata tämän ohjeen puuttuminen. Näiden tarkistus olisi kuitenkin erittäin tärkeää turvallisuuden ja laiterikkojen takia.

6.4.2 Ohjeistuksen teksti

Ohjeistuksen kielen tulisi olla selkeää ja yksiselkoista luettavaa, ilman mahdollisuutta väärinymmärryksiin. Väärinymmärrykset voivat pahoissa tapauksissa johdattaa henkilövaaraan tai välinerikkoon.

Suomennoksesta oli huomattavissa heti paljon puutteita. Suomennokset ovat monessa kohtaa epäselkoisia, sanasta sanaan käännettyjä, olematta sujuvaa suomen kieltä. Ohjeet vaikuttavat sellaisilta suomennoksilta, jotka on tehnyt henkilö, jolla ei ole kyseiseen alaan liittyvää ammattitaitoa, ja suomennokset ovat siten paikoitellen oudot ja väärin suomennetut. Suomennoksia näyttää tehneen myös useampi eri henkilö, koska samoille komponenteille saattoi ohjeet olla eri vaiheissa täysin eri tavalla suomennettu, vaikka englanninkielinen ohje oli identtinen. Suomennoksien laatu myös vaihteli; joissain kohdissa sama ohje oli suomennettu kómpe-
lómmin ja toisessa kohdassa huomattavasti paremmin. Suoria vaikeasti ymmärrettäviä lainasanoja on käytetty välillä ohjeistuksissa. Tästä on esimerkkinä suomennettu sana "triggaa", jonka sijaan olisi huomattavasti selkeämpi käyttää esimerkiksi sanaa "liipaise".

Suomennoksessa ilmeni myös selkeitä suomennosvirheitä tai puutteita. Tästä esimerkkinä voidaan mainita selvä virhe käsittelymoduulin Telemecaniquen turva-
moduulia koskevassa tekstissä, jossa suomennoksessa on kirjoitettu k3k4 ja sen tulisi olla k1k2 alkuperäisen, englanninkielisen ohjeen mukaan. Tätä virhettä ei kuitenkaan pysty huomaamaan, jos nähtävillä ei ole myös englanninkielistä ohjetta, ja tämä sillä oletuksella, että huolto-ohjetta tarvitseva henkilö huomaa tarkastaa kyseisen kohdan englanninkieliseltä puolelta. On kuitenkin otettava huomioon, että kyseinen virhe saattaa olla jo englanninkielisessä versiossa ja se on korjattu suomenkieliseen. Myös esimerkkinä segmentin 1200 porauksessa hätäseisturvapiiritarkistuksessa annetaan lupa tuulettimen käynnistymiseen lopussa,

mutta missään vaiheessa ohjetta ei sanota, milloin sen pitää pysähtyä. Kaiken lisäksi siinä on virhe, sillä porauksessa ei ole tuulettimia vaan pölynpoiston imulaitteisto. Segmentin 1200 paneelin 322 ennakoivasta kunnossapidosta taas puuttuvat suomennokset kokonaan.

Suomennos ei ole ainoa ongelma olemassa olevissa ohjeissa. Huolto-ohjeiden tulosteissa oli myös erikoisia puutteita. Saadut huolto-ohjeet on kerätty tulosteina kansioihin. Näissä tulosteissa on taulukoita, jotka eivät näy kokonaan tai joissa arvoja ei ole esillä lainkaan. Esimerkiksi segmentin 1100 pääsähköpaneelin ennakoivassa kunnossapidossa vuototestien arvot eivät näy kokonaan, mutta cd-levyllä nämä näkyvät. Tämä ongelma esiintyi useasti segmenttien 1200 ja 1400 ohjeistuksessa, esimerkiksi paneelissa 320 Siemens-invertterin koodit, asetusarvot ja parametrit puuttuvat.

Monet huolto-ohjeistuksissa olevista virheistä ovat sellaisia, jotka lukiessa tulevat huomatuiksi. Yksi tällainen virhe, jonka ajatuksen kanssa lukiessa huomaa, on puikkojen 1–10 turvatarkistuksessa, jossa käsketään alarajan toimivuutta testattaessa vapauttaa yläraja, että toiminta voi jatkua. Tässähän tietenkin pitäisi olla alarajan vapautus.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPIDEOHJEET

Turvallisuuden varmistamiseksi kannattaisi huolto-ohjekansioihin laittaa ensimmäiseksi sivuksi muutoksia tehtäessä huomautus, että huolto- ja kunnossapitotöitä tehdessä on ensin varmistuttava työn luvallisuudesta ja turvallisuudesta prosessia valvovalta henkilöstöltä, ettei alueella ole räjähteiden valmistustoimintaa, mikä voisi olla vaaratekijä. Tämä on tehtaalla peruskäytäntö, mutta olisi kuitenkin tämänkin hyvä olla huolto-ohjekansiossa mahdollisten uusien työntekijöiden varalle muistutuksena. Tämä olisi kuitenkin hyvin pienellä vaivalla saatava hyvä muistutus.

7.1 Huolto-ohjeen teksti

Standardissa SFS-EN 62079 on määritelty tiedot, jotka tulee näkyä ammattihenkilöille tarkoitetuissa huoltoon ja vian etsimiseen liittyvissä ohjeissa. Tämän standardin esittämät vaatimukset eivät kuitenkaan täyty HALA:lla olevissa ohjeissa. HALA:lla olevista huolto-ohjeista puuttuvat tiedot käytössä olevien tai jännitteisten laitteiden huoltoon liittyvistä turvatoimista ja varoituksista. Huolto-ohjeissa ei myöskään ole nähtävillä mitään piirustuksia tai kaavioita vian järkevää paikantamista varten. Näitä tässä tapauksessa mahdollisesti tarvittavia piirustuksia tai kaavioita ovat esimerkiksi sähkökaappien piirustukset, jotka tosin ovat kyllä sähkökaapeissa saatavilla. Kuitenkin tämän standardin noudattamista varten on näiden piirustusten tarpeellista olla myös huolto-ohjeissa nähtävillä. Huolto-ohjeista ei ole myöskään saatavilla kyseisessä standardissa määriteltyjä teknistä tukea tai laitetoimittajaa koskevia yhteystietoja, jotka standardi SFS-EN 62079 vaatii. Säännöllisin väliajoin tehtävät toimenpiteet on esitetty aikaväleinä eli esimerkiksi 3 kuukauden välein. Tämä ei kuitenkaan täytä edellä mainitun standardin vaati-

muksia, vaan nämä aikavälit tulisi ohjeissa olla aikataulumuodossa. Nykyisin käytössä oleva aikavälimenetelmä täyttää standardissa vaaditun tarkistuksien tiheyden tiedon. Jotta täytettäisiin standardin SFS-EN 62079 vaatimukset, tulisi HALA:n automaatio- ja sähköhuolto-ohjeisiin tehdä edellä mainitut korjaukset.

On pidettävä huolta, että käytössä olevissa huolto-ohjeissa on nähtävissä myös alkuperäisellä englannin kielellä olevat ohjeet. Tämä tulee tehdä välittömästi, jo ennen kuin suomennoksia aletaan korjata, jotta mahdollisesti vielä nykyisissä ohjeissa olevat käännösvirheet ja ongelmat ovat havaittavissa sekä epäselvyyskohdissa huoltohenkilö voi saada selvennystä ja tukea toimintaan englanninkielisestä versiosta. Käännökset tulee kuitenkin korjauttaa jollakin riittävän englannin kielen sekä kyseessä olevan aihealueen tuntemuksen omaavalla henkilöllä. Olemassa olevat käännökset toimivat hyvänä pohjana tälle työlle, ja laitekanta on tehtaan eri segmenteissä paljolti toistuvaa, minkä ansiosta jokaiselle laitteelle tai komponentille ei ole tarpeen erikseen kääntää ohjetta uudestaan, vaan voi kopioida tekstin samalta laitteelta eri vaiheesta. Edellä mainittujen etujen ansiosta tämä käännöstyö ei ole kovinkaan aikaa vievä projekti. On kuitenkin varmistettava aina ohjeen käännöstä kopioitaessa, että molempien ohjeet ovat samat alkuperäisessä. Tämä on tehtävä siksi, että käyttöolosuhteiden vuoksi voivat ohjeistukset poiketa, vaikka komponentti tai laite olisi sama.

Ohjeistuksia tarkistavan henkilön on myös katsottava, että ohjeet myös tulevat korjatuiksi. Tähän sisältyvät paitsi kielivirheet, myös muut hänen huomaamat virheet ja ongelmakohdat. Näihin kuuluvat esimerkiksi puuttuvat asetusarvot, koodit ja parametrit. Näistä vastaavalle henkilölle on informoitava, jos sama henkilö ei vastaa suomennoksen korjauksen lisäksi myös näistä. Suomennosta tarkistavan henkilön tulee myös tarkkailla tarkistettavan ohjeen etusivulla olevan listan ja ohjeiden yhtenäisyyttä. Jos laite on listassa, mutta ohjetta ei ole, tulee listasta poistaa tämä laite. Ja jos ohje on ilman, että laitetta on listassa, on tämä listaan lisättävä.

Näillä toimenpiteillä huolto-ohjeista tulee selkeämmät, järkevämmät ja nopeammat lukea ilman väärinymmärryksen vaaraa. Tämän myötä jäävät pois myös aiemmat epähuomiossa tulleet virheet, joita on nykyisessä käännöksessä. Erityinen huomio huolto-ohjeiden lisäksi kohdistui siihen, että metallintunnistukselle tarvittavat käyttöohjeet, joihin huolto-ohjeet viittaavat, ovat englannin kielellä. Näihin käyttöohjeisiin on hankittava tai tarvittaessa tehtävä käännös.

7.2 Riittävyys

HALA:lla olevien räjähdysvaaralliseen tilaan sopivien laitteiden kohdalla on noudatettava SFS-EN 60079-17 mukaisia vaatimuksia. Tämän vuoksi on huolto-ohjeisiin liitettävä kyseisessä standardissa liitteenä olevat tarkastustaulukot 1, 2, 3 ja 4 sekä määräys, että tarkastukset tehdään tarpeen vaatiessa, ja sen määrittelee kulloinkin kyseinen standardi. Näistä liitteistä näkee myös vaatimukset yksityiskohtaiselle, silmämääräiselle ja lähitarkastukselle.

Kauppa- ja teollisuusministeriön antaman päätöksen 517/1996 11§ mukaisesti tulee HALA:lle laatia kunnossapito-ohjelma. Valtioneuvoston asetuksen 403/2008 mukaan on valmistajan, tässä tapauksessa laitetoimittajan, antamat huolto-ohjeet otettava huomioon. Kunnossapito-ohjelma on valmistettava ensisijaisesti huomioiden laitetoimittajalta saadut huolto-ohjeet. Kuitenkin valtioneuvoston asetuksen 403/2008 mukaisesti tulee riittämättömiä huolto-ohjeita täydentää.

Standardin SFS-EN 60079-17 mukaisesti tulee laitteille määritellä sopivalta tuntuva kunnossapidon aikaväli. HALA:lla laitetoimittajalta saatuja huolto-ohjeiden aikavälejä pidetään näin ollen alustavasti sopiviksi määriteltynä. Kuten edellä mainitussa standardissa sanotaan, tulee näiden alustavasti määriteltujen aikavälien väleissä tehdä pistokokeen tyylisiä lisätarkastuksia. Näillä pistokokeilla valvotaan

pääsääntöisesti olosuhteita, että ne pysyvät oikeissa arvoissa. Pistokokeiden avulla kyetään seuraamaan, ovatko nykyiset aikavälit, käytännössä sopivat. Pistokokeissa valvottujen olosuhteiden lisäksi tulee seurata komponenttien ja laitteiden vikaantumista ja elinikää, jotta nähdään mahdollinen tarve tihentää/parantaa annettuja huolto-ohjeita. Käyttöpäiväkirjan avulla on seurattava vikaantumisia tehtaassa ja tämän avulla voidaan mahdollisesti tarpeiden mukaan tihentää huolto-ohjeissa määriteltyjä aikavälejä.

Vikaantumisen seuraamista varten tulee perustaa tietyin aikavälein pidettävät kunnossapidon palaverit. Tähän palaveriin tulee osallistua ainakin kunnossapidon työnjohdon ja HALA:n työnjohdon. Näissä kunnossapidon palavereissa tarkastellaan vikaantumisia ja keskustellaan huolloista ja niiden aikaväleistä. Palaverien avulla tarkkaillaan tarvetta tihentää tai kasvattaa laitteiden huoltojen aikavälejä. Aluksi näitä palavereita kannattaisi pitää esimerkiksi kerran kuukaudessa. Myöhemmin näitä palavereita voi pitää harvemmin, kun on saatu ongelmallisimmat kohdat korjattua. Kunnossapidon palavereissa huoltojen aikavälejä tulee tihentää, jos huomataan jonkin laitteen tai komponentin vikaantumisen olevan suuri ja oletetaan, että mahdollisella tiheämmällä huollolla tämän kyseessä olevan kappaleen elinikää voitaisiin kasvattaa. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon myös se, että on jokin syy laitteen rikkoutumiseen, ja tämän takia on tarkistettava onko rikkoutumiseen jokin ulkopuolinen syy, jonka poistamisen jälkeen voisi rikkoutuminen vähentyä tai loppua kokonaan. Ei tule yksiselkoisesti olettaa, että kun jokin laite rikkoutuu usein, tihennetään aina huoltojen aikaväliä, vaan asia on tutkittava myös tarkemmin.

Laitteiden vikaantumisen valvomisessa auttavat pistokoeluontoiset tarkastukset, joilla tarkkaillaan paljon käyttöolosuhteita, ja tämän avulla kyetään sulkemaan pois käyttöolosuhteista johtuvia vikaantumisia. Saatuja huolto-ohjeita aikaväleineen tulee pitää miniminä. Koettaessa, että seurannasta saadun näytön perusteella

jollekin kohteelle voitaisiin huoltoja tehdä harvemmin, tulee selvittää, että tähän toimenpiteeseen on oikeus ja ettei laitevalmistajan kanssa tule tästä syystä mitään ongelmia. Aina huollon aikaväliä pidennettäessä on tähän oltava kunnollinen perustelu, joka voisi olla esimerkiksi riskianalyysi. Huoltojen aikaväliä pidennettäessä ei siis riitä se, että jostakin henkilöstä vain tuntuu, että kyseistä kohdetta käydään katsomassa liian tiheään.

Huoltotoimenpiteisiin on sisällytettävä lämpökamerakuvaukset. Tällä toimenpiteellä tulee seurata, ettei tilaluokissa A ja B olevien sähkölaitteiden pintalämpötila pääse ylittämään 2/3:aa kyseessä olevan tilan räjähteiden humahduslämpötilasta, kuten PAK 06:03 on määritelty. Lämpökuvauksen avulla kyetään myös näkemään mahdollisesti jo vikaantuneet tai vikaantuvat komponentit sekä kuormitusongelmat. Tämän seurannan avulla voidaan mahdollisesti aikaistaa ja tihentää huolto- toimenpiteitä, ennen kuin vikaantumista ehtii tulla. Tämän toimenpiteen avulla pienennetään myös tulipaloriskiä sekä räjähdysvaaraa.

Taajuusmuuttajien jäähdytystä tulee tarkkailla, kuten neuvotaan tekemään Mäki- sen ym. kirjoittamassa prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset kirjassa. Tässä katsotaan ilmareikien puhtaus ja vapaus sekä tuulettimen toiminta ja tarvittaessa voidaan vaihtaa ilmasuodatin. Silmämääräinen kunto tulee myös katsoa, mutta se pitää tehdä jokaisen komponentin huollon ja kunnonvalvonnan yhteydessä. Silmämääräisessä kunnonvalvonnassa tulee katsoa laitteiden ja komponenttien puhtaus muun muassa lämmönjohtumisen ja oikosulkuvaarojen takia.

Standardin SFS-EN 60079-17 mukaisesti tulee tarkistaa taipuisien kaapeleiden, suojaputkien ja niiden päätteiden kunto tietyin väliajoin. Tämä toimenpide tulee aikatauluttaa ennakoivan kunnossapidon toimiin. On myös valvottava puhtautta, ja jos epäpuhtauksia löytyy, on tarvittaessa tarkistettava kaapelien läpiviennit. Jos

epäpuhtautta ilmenee, on sen puhdistukseen oltava riittävät toimintaohjeet, kuten standardi SFS-EN 62079 vaatii.

7.3 Huomiot

Segmenteille ja niiden laitteille tai komponenteille, joista ohjeet puuttuvat, tulee hankkia huolto-ohjeistukset välittömästi. Tästä asiasta tulee olla ensimmäisenä yhteydessä laitetoimittajaan, ja jos siltä ei huolto-ohjeita saada, otetaan seuraavaksi yhteyttä laitevalmistajaan. Tarvittaessa voidaan huolto-ohjeet teettää ammattilaisella. Segmenteissä on keskenään paljon samaa laitekantaa, joten jos huomataan, että huolto-ohje puuttuu joltain komponentilta, kannattaa selvittää, onko mahdollista hyödyntää toisessa segmentissä olevan vastaavan komponentin huolto-ohjetta. On kuitenkin varmistuttava täysin siitä, että laitteet ovat samat eivätkä segmenttien mahdolliset erilaiset olosuhteet vaadi erilaista huoltamista kyseessä oleville laitteille.

Kunnossapitohenkilöstöön kuuluvien tulee katsoa toimenpiteitään suorittaessaan, että kaikille heidän toimialueeseen kuuluville laitteille on huolto-ohjeet. Erityisesti on oltava tarkkana, että kaikille turvallisuuteen liittyville laitteille on olemassa huolto-ohjeet. Tämä on tarpeen myös siksi, että oli huomattavissa, ettei kaikille hätä-seislaitteille ollut määrätty huolto-ohjeita. Heti seuraavan näihin laitteisiin liittyvän huollon yhteydessä huoltoa tekevän henkilön tulee katsoa, että kaikki turvalaitteet huolletaan. Jos hän huomaa laitteen, jolta puuttuu huolto-ohje, hänen tulee selvittää asia ja hankkia mahdollinen ohjeistus. On myös huomioitava huoltoja tai tarkistuksia tehtäessä, että jos huolto-ohjeissa on laite, jota ei tehtaassa sillä kohdalla ole, se poistetaan ohjeista. Tämä tuo myös selkeyttä, eikä kyseistä laitetta enää myöhemmin turhaan etsitä. Esimerkiksi hätä-seislaitteelle puuttuu ohje paneelissa 342, vaikka siellä on hätä-seis. Tällaisia virheitä ei saisi ilmetä, ja siksi heti

seuraavassa hätä-seistarkastuksessa tulee varmistaa, että huolto-ohjeissa on ohjeet kaikille tehtaan hätä-seislaitteille. Jos jokin huolto puuttuu, on se lisättävä.

Komponenttien ja johtojen ehjinä pysyminen sekä komponenttien ja niiden tilojen puhtaina pysyminen ovat asioita, joita myös käyttöhenkilöstö voi jokapäiväisen toimintansa ohella tarkkailla. On kannattavaa siis velvoittaa henkilöstöä siisteyden ja laitteistojen sekä komponenttien ehjyyden valvontaan. Siisteydellä tässä tarkoitetaan, että likaa, pölyä, kosteutta yms. ei ole komponenttien pinnalla tai muuten kosketuksissa niihin. Mahdollisia ongelmatilanteita havaittaessa tulee niistä ilmoittaa kunnossapitohenkilöstölle. Ilmoitukset tulee myös kirjata, jotta ne kyetään näyttämään suoritetuksi kunnossapidoksi.

7.4 Jatkotoimenpiteet tiivistetysti

Tässä ovat lyhyesti tutkimuksen pohjalta ilmenneet tarvittavat jatkotoimenpiteet:

- Puuttuvat ohjeet ja huoltojen aikavälit on hankittava.
- Ohjeisiin on sisällytettävä määräykset ja taulukot standardin SFS-EN 60079-17 mukaisten toimenpiteiden jälkeisten tarkistuksien noudattamiseksi.
- Kunnossapito-ohjelma on valmistettava.
- Vikaantumisen seuranta varten on perustettava kunnossapidon palaverit.
- Nykyisten huoltojen aikavälien väliin on lisättävä kuntoa tarkastavia niin sanottuja pistokokeita.
- Huolto-ohjeiden tietoja on lisättävä, että täytetään standardin SFS-EN 62079 vaatimukset.
- Käännökset on korjattava ja ennen korjauksen valmistumista on varmistettava, että alkuperäinen kieli on nähtävillä.
- Lämpökamerakuvaukset on ajoitettava huolto-toimenpiteisiin.

- On varmistettava, että kaikille varsinkin hätä-seis ja muille turvalaitteille on ajoitetut kunnossapidon toimenpiteet.
- Taipuisat kaapelit, -suoja-putket ja niiden päätteet on tarkastettava säännöllisesti.
- Taajuusmuuttajien jäähdytystä on tarkkailtava.

8 TULOKSET JA POHDINTA

Tutkimuksen myötä on HALA:n automaatio- ja sähköhuolto-ohjeiden riittävydessä havaittu merkittäviä puutteita, joiden kriittisyyttä ei tässä työssä kuitenkaan alettu arvioida. Huolto-ohjeet nykyisessä muodossaan eivät riitä, vaan huolto-ohjeiden korjaustoimenpiteisiin on ryhdyttävä. Näiden havaintojen perusteella on esitetty useita toimenpiteitä nykyisten huolto-ohjeiden korjaamiseen.

Opinnäytetyötä tehtäessä on saavutettu molemminpuolinen hyöty. Haapajärven Varikolle on saatu tällä opinnäytetyöllä perusteet jatkotoimenpiteille huolto-ohjeiden korjaamiseksi. Opinnäytetyön tekijä on saanut hyödyn tästä tutkimusprojektista oppimiskokemusten kautta. Erittäin paljon uutta tietoa opinnäytetyön tekijälle on tullut tutkituista standardeista, laeista, asetuksista yms. sekä näiden tietojen hankinnasta ja vertaamisesta käytäntöön. Oppimista on tullut myös projektityön suorituksesta sekä tutkittujen laitteiden huoltotoimenpiteistä. Tämän nojalla voidaan todeta opinnäytetyön onnistuneen tavoitteiden mukaisesti.

Standardeja tutkittaessa kävi ilmi, että huolto-ohjeille ei ole olemassa täydellisiä käskyjä, joita noudattamalla saadaan koottua riittävät ja sopivat huoltotoimenpiteet aikaväleineen. Erinäiset standardit, säännökset ja lait antavat kuitenkin tiettyjä vaatimuksia, joita tulee noudattaa huolto-ohjeiden rakenteessa. Periaatteessa standardeissa sanotaan, että laitteille on oltava hyvät ja riittävät huolto-ohjeet sekä tulee ottaa huomioon laitteiden valmistajan tai toimittajan antamat huolto-ohjeet. Näiden vaatimuksien lisäksi tietyt käyttöolosuhteet luovat lisävaatimukset huolto-ohjeille.

Tämä opinnäytetyön suuri opetus sen tekijälle on ollut ammattiaineiston tiedonhaun eri keinot. Tämän tutkimuksen kautta on tullut tarve etsiä tietoa muun mu-

assa standardeista ja laeista, joista ei aikaisemmin ole ollut merkittävää kokemusta. Pelkästään tiedonhaku ei ole riittänyt, vaan on ollut tarpeellista kyetä sovelta-
maan ja vertaamaan sitä käytäntöön sekä tutkimuskohteeseen. Opinnäytetyön te-
kemisen aikana on ollut tärkeää suunnitella ajankäyttö eli hahmottaa, mitä tekee,
milloin tekee yms., jotta työ valmistuu ajallaan ja järkevässä järjestyksessä.

LÄHTEET

Aaltonen, K & Torvinen S. 1997. Konepaja-automaatio. Helsinki: WSOY.

Alastalo, R., Bärling, M., Hirvonen, M., Hyppönen, H., Issakainen, O., Packalén, E., Saarinen, L., Väyrynen, P., Maaranen, K., Malkamäki, H., Asp, R. & Tuominen, T. 2009. Automaatiojärjestelmä. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a2_automaatio_jarjestelma.html. Luettu 28.4.2010.

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY oppimateriaalit Oy.

CMT Engineering Oy. 2010. Lämpötila-anturit. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.cmt.fi/index.php?sivu=lampotila-anturit>. Luettu 29.4.2010.

Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 768/2008/EY. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:218:0082:0128:FI:PDF>. Luettu 28.4.2010.

Festo Oy. 2010. Katalogi. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.festo.com/pnf/fi_fi/products/catalog. Luettu 29.4.2010.

Finlex – Valtion säädöstietopankki. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/ohjeet/>. Luettu 28.4.2010.

Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, T. 1996. Koneautomaatio, automaatiolaitteet. Helsinki: Edita WSOY

Heinonkoski, R. 2004. Kone-automaation kunnossapito. 2. painos. Helsinki: Opetushallitus.

Heinonkoski, R., Asp, R. & Hyppönen, H. 2008. Automaatio – helppoa elämää?. Helsinki: Opetushallitus.

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

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005. Www-dokumentti. Saatavissa: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050390. Luettu 28.4.2010.

Mäkinen, M., Kallio, R. & Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki: Otava.

Nurma, T. 2004. Lämpökamera kunnossapidossa. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.promaint.net/downloader.asp?id=241&type=1>. Luettu 29.4.2010.

Nurmi, V-P. & Simonen, S. 2003. Sähköturvallisuuden varmistaminen. Helsinki: Hakapaino Oy

PAK 06:03. 2005. Räjähdyksivaarallisten tilojen luokituksesta. Helsinki.

Puolustusvoimat 2006. Tiedotteet. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mil.fi/laitokset/tiedotteet/2077.dsp>. Luettu 28.4.2010

Puolustusvoimat. 2007. Tiedotteet. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mil.fi/laitokset/tiedotteet/3497.dsp>. Luettu 28.4.2010.

Puolustusvoimat. 2009. Maavoimien materiaalilaitos. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.mil.fi/maavoimat/joukot/maavmatl/index.dsp>. Luettu 28.4.2010.

Puolustusvoimien intranet. 2010.

Puolustusvoimien Tornin-portaali. Luettu 26.4.2010.

Schneider Electric. 2010. Teollisuusautomaatiotuotteet. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=32699&navid=24868&navoption=1>. Luettu 29.4.2010.

SFS-EN 62079. Ohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen. 2001. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.sfs.fi/sfs_lyhyesti/index.html. Luettu 28.4.2010.

SFS-EN 60079-17. Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito. 2008. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Siemens AG. 2010. Simatic S7-300. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.automation.siemens.com/MCMS/PROGRAMMABLE-LOGIC-CONTROLLER/EN/SIMATIC-S7-CONTROLLER/S7-300/Pages/Default.aspx>. Luettu 29.4.2010.

- Solteq Oyj. 2010. PowerMaint-esite. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.solteq.com/files/solteq/tuote-esitteet/PowerMaint_esite.pdf. Luettu 29.4.2010.
- Stjernberg, T. 2000. Lämpökamera kunnossapidon työkaluna. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.promaint.net/downloader.asp?id=80&type=1>. Luettu 28.4.2010.
- Stjernberg & Virtanen. 2007. Lämpökamera mekaanisessa kunnossapidossa ja voiteluhuollossa. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.promaint.net/downloader.asp?id=2893&type=1>. Luettu 29.4.2010.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.sfs.fi/sfs_lyhyesti/tehtavat. Luettu 28.4.2010.
- Turvatekniikan keskus. 2004a. Ajankohtaista sähkölaitteistojen käytön johtajille. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Ajankohtaista-sahkolaitteistojen-kayton-johtajille-\(4.11.2004\)/](http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Ajankohtaista-sahkolaitteistojen-kayton-johtajille-(4.11.2004)/). Luettu 29.4.2010.
- Turvatekniikan keskus. 2004b. Sähkölaitteistot ja käytön johtajat. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.tukes.fi/tiedostot/julkaisut/tukesohje_s404.pdf. Luettu 29.4.2010.
- Turvatekniikan keskus. 2009. Tietoa meistä. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Tietoa-meista/>. Luettu 28.4.2010.
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403>. Luettu 28.4.2010.
- Vuorinen, H. & Jaakola, T. 2005. Puolustusvoimien varikko- ja varastotoimintojen kehittäminen. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.defmin.fi/files/308/2522_2401_selvitysmiesten_raportti_14.2.05_-_LOPULLINEN_1_.pdf. Luettu 28.4.2010.

Opinnäytettä tehdessä ilmeni puuttuvia huolto-ohjeita. Näitä puuttuvia huolto-ohjeita on listattu tässä liitteessä. Huoltoja tehdessä on kuitenkin noudatettava tarkkaavaisuutta, jos löytyy näiden huomattujen puutteiden lisäksi muitakin.

Huomattuja huolto-ohjeiden puutteita:

- sammutusmoduuli: ei ole lainkaan huolto-ohjeita
- pakkaus: tälle alueelle ei ole lainkaan huolto-ohjeita
- pääsähköpaneeli 1200 (paneeli 326): ei ole kuin ennakoivan kunnossapidon ohjeet
- luukkujen paneeli (paneeli 327): ei ole ollenkaan huolto-ohjeita
- ovien törmäysrajat: ei ohjeita missään
- metallin tunnistuksen käyttöohjeet: ei suomen kielellä
- merkkkaus ja painoluokitus (paneeli 344): hätä-seis, siemens HMI-paneeli, pulsianturit, pulssianturikortti, Mettler Toledo -anturit, askelmoottorin käyttömoduuli
- pääsähköpaneeli 1400 ja putkitulkkaus (paneeli 342): hätä-seis ja Siemens RS485
- 1300: Siemens RS485
- kasettien tyhjennys ja yläpuolisen kuljettimen lastaus (paneeli 323): Siemens ohjauspaneeli MP270B, Siemens RS485, analoginen syöttömoduuli, Telemecanique-turvamoduuli, Telemecanique-sädetunnistin, Telemecanique-moottorinsuojausyksikkö, Telemecanique-kontaktori, Festo-venttiilimoduuli, Festo-syöttömoduuli
- kasettien kuljetin ja suppilon puhdistus (paneeli 320 ja 320a): hätä-seis, Siemens RS485 ja Festo-väylämoduuli
- laitehuone puikot: UPS:lle ei ohjeita

- paneeli 321, 321a, 325, 325a: Siemens Moby -paneeli
- pääsähköpaneeli, puikot 1–10 ja puikot 11–20: Merlin Gerlin suojakytkimien korjaavan kunnossapidon ohjeet
- paneelit 320, 321,321a, 325, 325a, 322, 324, 342 sekä segmentti 1300: Merlin Gerlin -suojakytkimien ennakoivan kunnossapidon ohjeet puuttuvat.
- valumoduuli: Telemecanique-säteentunnistimen ennakoivan kunnossapidon ohje puuttuu
- paneeli 344: Telemecanique-säteentunnistimen korjaavan kunnossapidon ohje puuttuu.

Tässä liitteessä on esimerkkipohjat taulukoista, joita käytettiin apuna huolto-ohjeiden määrän tarkastukseen. Segmenteille 1100, 1200, 1300 ja 1400 on tehty identtiset taulukot. Tämän vuoksi on tähän esimerkkinä laitettu vain havainnoiva taulukko segmentistä 1100. Ylemmässä taulukossa on numeroitu eri vaiheet prosessissa, joten alemmassa taulukossa on voinut käyttää numeroita.

Segmentti 1100

1. (Prosessivaiheen nimike)	4.
2. ...	5.
3.	...

Laitenimikkeet	Ennakoiva kunnossapito	Turvapiiritarkistukset	Korjaava kunnossapito
Pt100-anturi	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)
Festo ind. anturi	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)	(Prosessivaiheiden nimikkeen numerot)
...

Segmenteistä tehtyjen yksityiskohtaisten taulukoiden jälkeen tehtiin yhtenäinen taulukko. Tästä taulukosta ei näe laitteen paikkaa tehtaassa, vaan laitteiden lukumäärät eri toimenpiteiden ja segmenttien kohdalla. Segmentit 1200, 1300 ja 1400 on yhdistetty, koska näin on myös huolto-ohjeet jaoteltu HALA:lla.

Segmenttien väliset huolto-ohjeiden määrät:

Laitenimikkeet	Segmentti 1100			Segmentit 1200, 1300 ja 1400		
	Ennak.	Turvap.	Korj.	Ennak.	Turvap.	Korj.
PT100-anturi	(Laitteiden lukumäärät eri toimenpiteiden kohdissa.)					
Festo ind. anturi						
.....						

6 Tarkastuslistat

Taulukko 1 Tarkastuslista Ex "d", Ex "e" and Ex "n" asennuksille (Y = yksityiskohtainen, L = lähi, S = silmämääräinen)

Tarkasta, että:		Ex "d"			Ex "e"			Ex "n"		
		Tarkastuksen taso								
		Y	L	S	Y	L	S	Y	L	S
A	LAITE									
1	Laite vastaa EPL/tilaluokituksen vaatimuksia	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Laitteen räjähdysryhmä on oikea	X	X		X	X		X	X	
3	Laitteen lämpötilaluokka on oikea	X	X		X	X		X	X	
4	Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	X			X			X		
5	Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X			X			X		
8	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty		X	X		X	X		X	X
9	Pultit, kaapeliläpiviennit (suorat ja epäsuorat) ja sulkutulpat ovat oikean tyyppiset, ehjät ja tiiviit									
	— kokeellinen tarkastus	X	X		X	X		X	X	
	— silmämääräinen tarkastus			X			X			X
10	Laippapinnat ovat puhtaat ja vahingoittumattomat ja mahdolliset tiivisteet ovat kunnossa	X								
11	Laippojen välykset ovat sallitun maksimialueen sisällä	X	X							
12	Lampun nimellisarvot, tyyppi ja käyttöasento ovat oikeat	X			X			X		
13	Johdinliitokset ovat kiristetyt				X			X		
14	Kotelon tiivisteet ovat kunnossa				X			X		
15	Koteloidut katkaisijarakenteet ja hermeettisesti suljetut laitteet ovat vahingoittumattomat							X		
16	Rajoitetusti tuulettuvat kotelot ovat kunnossa							X		
17	Moottorituulettimilla on riittävä ilmaväli koteloihin ja/tai kansiin	X			X			X		
18	Huohottimet ja kondenssiveden poistot ovat kunnossa	X	X		X	X		X	X	
B	ASENNUS									
1	Kaapelin tyyppi on oikea	X			X			X		
2	Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Taulukko 1 Tarkastuslista Ex "d", Ex "e" and Ex "n" asennuksille (Y = yksityiskohtainen, L = lähi, S = silmämääräinen)
(jatkuu)

Tarkasta, että:		Ex "d"			Ex "e"			Ex "n"		
		Tarkastuksen taso								
		Y	L	S	Y	L	S	Y	L	S
4	Sulkumuhvit ja kaapelimuhvit ovat asianmukaisesti massalla täytetyt	X								
5	Putkijärjestelmä sekä sen liittyminen sekajärjestelmään ovat kunnossa	X			X			X		
6	Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki lisäpotentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (esim. liittimet on kiristetty ja johtimien poikkipinta on riittävä)									
	— kokeellinen tarkastus	X			X			X		
	— silmämääräinen tarkastus		X	X		X	X		X	X
7	Virtapiirin silmukkaimpedanssi (TN-järjestelmät) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmät) on riittävän pieni	X			X			X		
8	Eristysresistenssi on riittävän suuri	X			X			X		
9	Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	X			X			X		
10	Automaattiset sähköiset suojalaitteet on oikein aseteltu (automaattinen palautus ei ole mahdollinen)	X			X			X		
11	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X			X			X		
12	Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetyt	X			X			X		
13	Räjähdyssuojauslaippaliitosten lähellä olevat esteet ovat IEC 60079-14 mukaiset	X	X	X						
14	Taajuusmuuttaja-asennukset ovat suunnitelman mukaiset	X	X		X	X		X	X	
C	YMPÄRISTÖ									
1	Laitte on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Kohtuutonta pölyn tai lian kertymää ei esiinny	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Sähköinen eristys on puhdas ja kuiva				X			X		
HUOM. 1 Laitteille, joissa käytetään sekä rakennetta "e" että rakennetta "d", tarkastus on suoritettava molempien sarakkeiden mukaisesti.										
HUOM. 2 Kohdat B7 ja B8: Sähköisiä testuslaitteita käytettäessä on otettava huomioon mahdollisuus, että laitteen läheisyydessä on räjähdyskelvoinen ilmaseos.										

Taulukko 2 Tarkastuslista Ex"1", "ID" ja "nL" asennuksille (Y = yksityiskohtainen, L = lähi, S = silmämääräinen)

Tarkista, että:		Tarkastuksen taso		
		Y	L	S
A	LAITE			
1	Piirin ja/tai laitteen asiakirjat vastaavat asennuspaikan EPL/tilaluokan vaatimuksia	X	X	X
2	Asennettu laite on sama kuin suunnitelmassa määritetty – vain kiinteästi asennetut laitteet	X	X	
3	Piirin ja/tai laitteen tyyppi ja räjähdysryhmä ovat oikeat	X	X	
4	Laitteen lämpötilaluokka on oikea	X	X	
5	Asennuksen merkinnät ovat selkeät	X	X	
6	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X		
7	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X		
8	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty		X	X
9	Suojarajoittimet, releet ja muut energiaa rajoittavat laitteet ovat hyväksytyä tyyppiä, ne on asennettu hyväksymisasiakirjojen vaatimusten mukaisesti ja ne on maadoitettu luotettavasti aina, kun maadoitus vaaditaan	X	X	X
10	Johdinliitokset ovat kiristetyt	X		
11	Piirilevyt ovat puhtaat ja vahingoittumattomat	X		
B	ASENNUS			
1	Kaapelit on asennettu suunnitelman mukaisesti	X		
2	Kaapelivaipat on maadoitettu suunnitelman mukaisesti	X		
3	Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X	X	X
4	Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	X	X	X
5	Ristikytkennot ovat oikein	X		
6	Maadoitusyhteydet ovat kunnossa (liitokset ovat tiukkoja ja johtimien poikkipinta on riittävä) piireissä, joita ei ole galvaanisesti erotettu	X		
7	Maadoitusliitokset varmistavat räjähdysluokan	X	X	X
8	Exi-piirin maadoitus ja eristysresistanssi ovat hyväksyttävät	X		
9	Exi-piirin ja muiden piirien välinen erotus on toteutettu yhteisissä kytkentä- tai relekoteloissa	X		
10	Virtalähteen oikosulkusuojaus (tarvittaessa) on suunnitelman mukainen	X		
11	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X		
12	Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetyt	X	X	X
C	YMPÄRISTÖ			
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinästä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X	X	X
2	Kohtuutonta pölyn tai lian kertymää ei esiinny	X	X	X

Taulukko 3 Tarkastuslista Ex "p" ja "pD" asennuksille (Y = yksityiskohtainen, L = lähi, S = silmämääräinen)

Tarkista, että:		Tarkastuksen taso		
		Y	L	S
A	LAITE			
1	Laite on asennuspaikan EPL/tilaluokituksen vaatimusten mukainen	X	X	X
2	Laitteen räjähdysryhmä on oikea	X	X	
3	Laitteen lämpötilaluokka tai pintalämpötila on oikea	X	X	
4	Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	X		
5	Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	X	X	X
6	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X	X	X
7	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X		
8	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty		X	X
9	Lampun nimellisarvot, tyyppi ja käyttöasento ovat oikeat	X		
B	ASENNUS			
1	Kaapelin tyyppi on oikea	X		
2	Kaapelissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X	X	X
3	Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki täydentävät potentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (esim. liittimet on kiristetty ja johtimien poikkipinta on riittävä)			
	— Kokeellinen tarkastus	X		
	— silmämääräinen tarkastus		X	X
4	Virtapiirin silmukkaimpedanssi (TN-järjestelmät) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmät) on riittävän pieni	X		
5	Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	X		
6	Automaattiset sähköiset suojalaitteet on aseteltu oikein	X		
7	Suojakaasun tulolämpötila on suurimman sallitun arvon alapuolella	X		
8	Kanavat, putket ja kotelot ovat hyvässä kunnossa	X	X	X
9	Suojakaasussa ei ole oleellisia määriä epäpuhtauksia	X	X	X
10	Suojakaasun paine ja/tai virtaus on riittävä	X	X	X
11	Paineen ja/tai virtauksen ilmaisimet, hälyttimet ja lukitukset toimivat kunnolla	X		
12	Ex-tilaan johtavien suojakaasukanavien kipinä- ja hiukkaserottimet ovat tyydyttävässä kunnossa	X		
13	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X		
C	YMPÄRISTÖ			
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X	X	X
2	Kohtuutonta pölyn ja lian kertymää ei esiinny	X	X	X

Taulukko 4 Tarkastuslista Ex "ID" asennuksille (Y = yksityiskohtainen, L = lähi, S = silmämääräinen)

Tarkista, että:		Tarkastuksen taso		
		Y	L	S
A	LAITE			
1	Laite on asennuspaikan EPL/tilaluokan vaatimusten mukainen	X	X	X
2	Laitteen IP-luokka on pölyn johtavuutta vastaava	X	X	X
3	Laitteen maksimi pintalämpötila on oikea	X	X	
4	Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	X	X	X
5	Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	X		
6	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X	X	X
7	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X		
8	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty		X	X
9	Pultit, kaapeliläpiviennit ja sulkutulpat ovat oikean tyyppiset, ehjät ja tiiviit — kokeellinen tarkastus — silmämääräinen tarkastus	X	X	X
10	Lampun nimellisarvot, tyyppi ja käyttöasento ovat oikeat	X		
11	Johdinliitokset ovat kiristetyt	X		
12	Koteloiden tiivisteet ovat kunnossa	X		
13	Moottorituulettimilla on riittävä ilmaväli koteloihin ja/tai kansiin	X		
B	ASENNUS			
1	Asennus on tehty pölyn kerrostumisriskiä välttäen	X	X	X
2	Kaapelin tyyppi on oikea	X		
3	Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X	X	X
4	Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	X	X	X
5	Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki täydentävät potentiaalintasausliitokset ovat kunnossa — kokeellinen tarkastus — silmämääräinen tarkastus	X	X	X
6	Virtapiirin silmukkaimpedanssi (TN-järjestelmät) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmät) on riittävän pieni	X		
7	Eristysresistanssi on riittävä	X		
8	Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	X		
10	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetyt	X	X	
C	YMPÄRISTÖ			
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X	X	X
2	Haitallista pöly- ja likakertymää ei esiinny	X	X	X