



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

VALIMON KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄ

Suunnittelu ja käyttöönotto

Janne Soili

Opinnäytetyö
Helmikuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikan ko.
Tuotekehitys



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys

SOILI, JANNE:
Valimon kunnossapitojärjestelmä
Suunnittelu ja käyttöönotto

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Helmikuu 2017

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Peiron Oy:n rauta- ja teräsvalimon käyttöön sähköinen kunnossapitojärjestelmä, joka on yksinkertainen ja helppo käyttää. Järjestelmän avulla kunnossapidon työt voidaan suunnitella ja aikatauluttaa paremmin. Järjestelmää käyttämällä luodaan koneille huoltohistoria ja luettelo käytetyistä varaosista.

Opinnäytetyössä esitellään kunnossapidon lajit ja nykyaikaisen kunnossapidon tärkeimmät strategiat. Valimon tuotantoprosessille suoritetaan kriittisyysanalyysi, jonka avulla voidaan tunnistaa tuotannon kannalta kriittisimmät koneenosat.

Kunnossapitojärjestelmä toteutettiin osaksi Peiron Oy:n käytössä olevaa dokumentinhallintaohjelmisto Thereforea yhdessä ohjelmiston toimittajan Canon Oy:n kanssa. Canon Oy vastasi järjestelmän luomisesta annettujen vaatimusten ja toiveiden perusteella. Kunnossapitojärjestelmä koostuu kone- ja huoltokorteista. Konekortti sisältää koneen tekniset tiedot. Huoltokortille kirjataan havaitut viat ja kunnossapito-osaston suorittamat huoltotoimenpiteet. Huoltokortti kohdistetaan kyseisen koneen konekorttiin. Valmistuneet huoltokortit toimivat koneen huoltohistoriana. Peiron Oy:n sähkölaitteiston lakisääteinen kunnossapito-ohjelma siirretään kunnossapitojärjestelmään.

Jatkossa kunnossapitojärjestelmää käytettäessä luotavalla huoltohistorialla mahdollistetaan kunnossapito-ohjelman laadinta ja selkeän kunnossapitostrategian valinta. Säännöllisesti toistuville vioille voidaan suunnitella ehkäiseviä toimenpiteitä tai määräaikaishuoltoja.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical Engineering
Product Development

SOILL, JANNE:
Maintenance System for a Foundry
Development and Implementation

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 4 pages
February 2017

The purpose of this thesis was to create a maintenance management system for Peiron Oy iron and steel foundry. A key requirement for the maintenance system was for it to be simple and easy to use. The maintenance system would make it possible to plan and schedule the maintenance work better. Usage of the maintenance system creates a maintenance log and list of the spare parts used for machines.

This thesis covers different types of maintenance and modern maintenance strategies. The critical features of main processes in a foundry were analyzed to identify the most critical machine components.

The maintenance system was created as a part of Therefore, an information management suite by Canon Oy. Peiron Oy uses Therefore to manage its documents. Canon Oy was in charge of implementation of the maintenance system according to the requirements and proposals given by Peiron Oy.

The maintenance system consists of machine and job cards. Machine cards contain basic mechanical information of machines. A job card is created when a fault is noticed, after which the resulting maintenance actions are recorded on a job card. Completed job cards function as maintenance log for machines. The maintenance program of Peiron Oy for electrical devices is also implemented to the maintenance system.

The maintenance log that is created by the usage of the maintenance system can be used in future to create maintenance programs for the machines of the foundry. The maintenance log also allows selection of maintenance strategy. Either preventive or scheduled maintenance actions can be planned for faults that occur in regular intervals.

Key words: maintenance system, maintenance, maintenance program, foundry

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	PEIRON OY.....	8
2.1	Yritys.....	8
2.2	Tuotanto.....	8
3	TARVE JA TAVOITTEET.....	10
3.1	Nykytila.....	10
3.2	Työn tavoitteet.....	10
4	KUNNOSSAPITO.....	12
4.1	Kunnossapito ja sen lajit.....	12
4.1.1	Korjaava kunnossapito.....	13
4.1.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	13
4.1.3	Parantava kunnossapito.....	14
4.2	Kunnossapitostrategiat.....	15
4.2.1	TPM.....	15
4.2.2	RCM.....	16
4.2.3	SRCM.....	17
4.3	Kriittisyysanalyysi.....	17
4.3.1	Kriittisyysanalyysin malli.....	18
4.3.2	Esimerkki kriittisyysanalyysistä.....	20
5	SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO.....	21
5.1	Sähkölaiteiston luokka.....	21
5.2	Määräaikaistarkastus.....	21
5.3	Sähkölaitteiden kunnossapito-ohjelma.....	22
6	VALIMON KRIITTISYYSANALYYSI.....	23
6.1	Tuotantoprosessi.....	23
6.2	Tärkeimmät prosessit.....	24
6.3	Piiska.....	25
6.4	Uuni.....	27
7	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN LUONTI.....	29
7.1	Kunnossapitojärjestelmän suunnittelu.....	29
7.2	Konekorttien laadinta.....	29
7.3	Osastot ja konetyypit.....	30
7.4	Huoltokortti.....	32
7.5	Toiminnallisuus.....	33
7.6	Määräaikaishuollot.....	34
7.7	Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto.....	35

8 POHDINTA.....	36
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	38
Liite 1. Peiron Oy:n tuotantokaavio, jossa on esitetty tuotannon tärkeimmät prosessit	38
Liite 2. Ensimmäisen vaiheen kriittisyysanalyysi	39
Liite 3. Piiskan ja uuni 1:n osakohtainen kriittisyysanalyysi	40
Liite 4. Kunnossapidon osastot konekorteille	41

ERITYISSANASTO

Kymppi	Työntekijä joka on nimetty osaston vastaavaksi
RCM	Reliability Centered Maintenance, suomeksi luotettavuuskeskeinen kunnossapito
SRCM	Streamlined RCM, suomeksi kevennetty RCM
Therefore	Dokumentinhallintaohjelmisto
TPM	Total Productive Maintenance, eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Peiron Oy:n rauta- ja teräsvalimolle kunnossapitojärjestelmä. Peiron Oy:llä ei ole ollut virallista kunnossapitotöiden kirjaamismenettelyä, joten vain pieni osa suoritetuista kunnossapitotöistä on kirjattu ylös. Myöskään töiden järjestelyistä ei ole olemassa kirjattua tietoa. Kunnossapitojärjestelmän tavoitteena on ratkaista edellä mainitut ongelmat valimon kunnossapito-osaston toiminnassa. Tärkeä osa kunnossapitojärjestelmän toimintaa tulee olemaan määräaikaishuollot, joista muistuttamalla ja toimenpiteet kirjaamalla voidaan varmistua, että määräaikaistoimenpiteet on suoritettu vaaditusti.

Opinnäytetyössä esitellään kunnossapidon lajit sekä nykyaikaisen kunnossapidon tärkeimmät strategiat. Valimon tuotantoprosessille suoritetaan kriittisyysanalyysi, jolla pyritään tunnistamaan valimon tuotannon tärkeimmät koneenosat. Valimon kunnossapito on nykyisin lähes poikkeuksetta korjaavaa kunnossapitoa. Tämä tarkoittaa, että kunnossapidon toimenpiteet suoritetaan vian havaitsemisen jälkeen. Ilman kattavaa huoltohistoriaa on lähes mahdotonta suunnitella määräaikaaisia ehkäiseviä huoltoja ja valita nykyaikaista kunnossapitostrategiaa.

2 PEIRON OY

2.1 Yritys

Peiron Oy on Kokemäellä toimiva pallografiittivalurautaan ja erilaatuisiin teräksiin erikoistunut valimo. Peiron Oy:n edeltäjä Starcke Oy aloitti toimintansa harmaan valuraudan tilausvalimona vuonna 1948 Kokemäen Järilässä ja nykyinen toimipaikka rakennettiin Kokemäen Peipohjaan vuonna 1978. Kumera Oy osti Starcke Oy:n osakekannan vuonna 1980, jolloin yrityksen nimi vaihtui nykyiseen muotoon ja valimo muutettiin pallografiittivaluraudan ja teräksen tilausvalimoksi. Teollisuuden vaihteistoja valmistavan Kumera Oy:n lisäksi yrityksen asiakaskuntaan kuuluu pääasiassa suomalaisia konepajoja. (Peiron Oy 2012.)

Yrityksen laatujärjestelmä on laadittu standardin SFS-EN ISO 9001 vaatimusten mukaiseksi. Lisäksi Peiron Oy:llä on ympäristöjärjestelmä, joka vastaa standardin SFS-EN ISO 14001 vaatimuksia. (Peiron Oy 2012). Nykyisin yrityksessä on henkilöstöä noin 120 henkeä.

2.2 Tuotanto

Nykyisin valimon vuosittainen tuotantomäärä on 3500 – 5000 tonnia, joka koostuu pääasiassa pienistä ja keskisuurista sarjoista valukappaleita, joiden kappalekoko vaihtelee yhdestä kilosta viiteen tonniin (Peiron Oy 2012). Pallografiittivalurautaiset ja eri terässeoksista valetut kappaleet muodostavat suurimman osan tuotannosta, mutta myös suomugrafiittivalurautaisia ja kulutusta kestäviä kappaleita valetaan jonkin verran. Kuvassa 1 on esimerkki suomugrafiittivalurautaisesta kotelon puolikkaasta.



KUVA 1. Maalattu kotelon puolikas (Kuva: Peiron Oy 2015)

Asiakkaan tilaama kappale kyetään valmistamaan alusta loppuun omissa tiloissa. Piirustusten pohjalta luodaan valusuunnitelma, joka kyetään tarvittaessa simuloimaan. Peiron Oy:llä on oma malliveistämö, joka valmistaa uusia valumalleja ja huoltaa käytössä olevia valumalleja, sekä tarvittaessa tekee muutoksia niihin. Valukappaleet puhdistetaan ja tarkastetaan, sekä tarvittaessa lämpökäsitellään ja koneistetaan omissa tuotantotiloissa. Tarkastuksessa, lämpökäsittelyssä ja koneistuksessa käytetään myös alihankkijoita.

3 TARVE JA TAVOITTEET

3.1 Nykytila

Kunnossapidon organisaatio koostuu nykyisin neljästä työntekijästä, joista yksi on nimetty kymppiä. Kymppi tarkoittaa henkilöä, joka on osaston vastaava, ja jonka tehtäviin kuuluu osallistua viikon aikana tehtävien toimenpiteiden suunnitteluun viikoittaisissa kunnossapitopalavereissa tuotantopäällikön kanssa. Lisäksi kunnossapito-osastolle tulee tehtäväksi viikon aikana paljon erilaisia vikakorjauksia, jotka useimmiten ovat kiireellisiä ja suoritettava välittömästi. Nykyisin henkilö, joka havaitsee vian, ilmoittaa viasta kunnossapito-osastolle itse tai esimiehensä välityksellä, mutta vikahavainnosta ei luoda minkäänlaista dokumenttia.

Peiron Oy:llä on ollut vuodesta 2003 käytössä useista Excel-tilukoista, sekä muutamista tekstitiedostoista koostuva kunnossapito-ohjelma yrityksen sähkölaitteille. Se on todettu epämääräiseksi ja hankalaksi täyttää, eikä sen päivityksestä ole huolehdittu. Sähkölaitteiden kunnossapito toteutetaan alihankintana, nykyisin SAT-Electric Oy:n toimesta. Kuitenkin Peiron Oy on haltijana vastuussa sähkölaitteistonsa hoito- ja kunnossapito-ohjelmasta ja sen noudattamisesta (ST 96.01 2003, 1).

Suurimmalle osalle yrityksen koneista ja laitteista ei ole laadittu virallista huoltosuunnitelmaa ja tämä on aiheuttanut järjestelmällisyyden puutetta ja epätietoutta kunnossapidon toiminnassa. Määräaikaishuoltojen ja muiden kunnossapitoon rinnastettavien määräaikaistoimenpiteiden kirjanpito on vaihtelevanlaatuista ja tieto on pirstaloitunutta.

3.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja ottaa käyttöön Peiron Oy:lle kunnossapitojärjestelmä, johon voidaan kirjata ylös sekä vikahavainto että kunnossapidon suorittamat toimenpiteet. Tällöin mahdollistetaan kunnossapidon töiden aikaisempaa parempi suunnittelu ja aikataulut, sekä luodaan koneille suoritetuista huolloista huoltohistoria ja sen pohjalta konekohtaiset varaosaluettelot. Samalla mahdollistetaan hiljaisen tiedon tallennus ja saatuja tietoja voidaan myös käyttää varaosavaraston ja määräaikaishuoltojen suunnitteluun. Kunnossapitojärjestelmään yhdistetään myös nykyinen sähkölaitte-

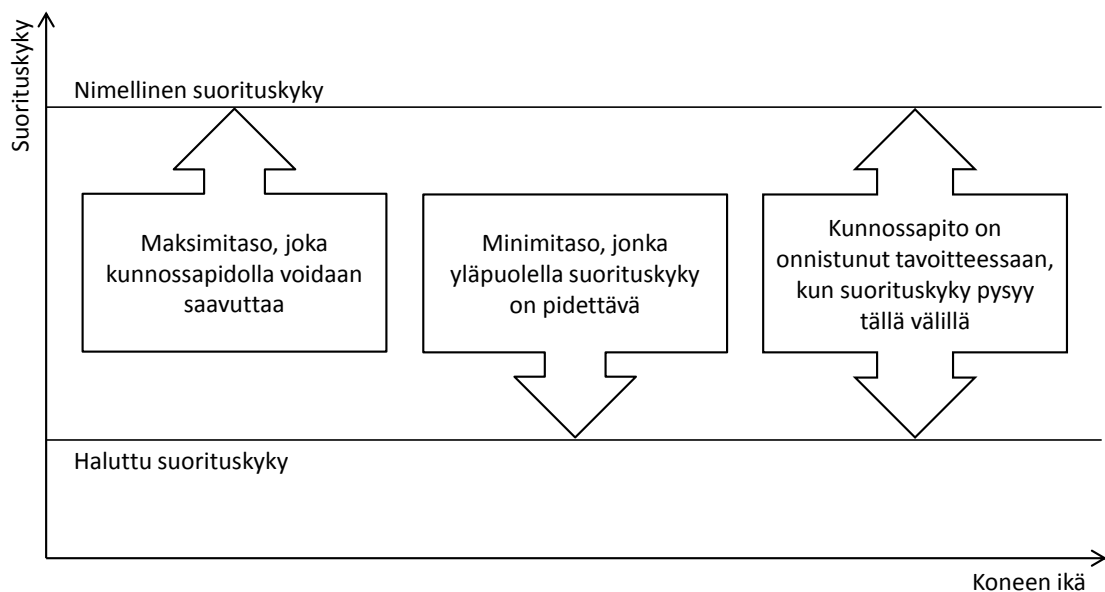
den kunnossapito-ohjelma, joka päivitetään nykyhetkeä vastaavaksi, jolloin se on Sähköturvallisuuslain (1135/2016) vaatimalla tasolla.

Kunnossapitojärjestelmä laaditaan Peiron Oy:n käytössä olevaan dokumentinhallintajärjestelmä Thereforen yhdessä sen toimittajan Canon Oy:n kanssa. Toteutuksen tulee olla riittävän yksinkertainen ja käyttäjäystävällinen, jotta sen käyttö ei aiheuta kunnossapidon työntekijöille merkittävää kuormitusta. Näin kunnossapitojärjestelmän käyttöä voidaan vaatia osana kunnossapidon normaalia työsuoritusta.

4 KUNNOSSAPITO

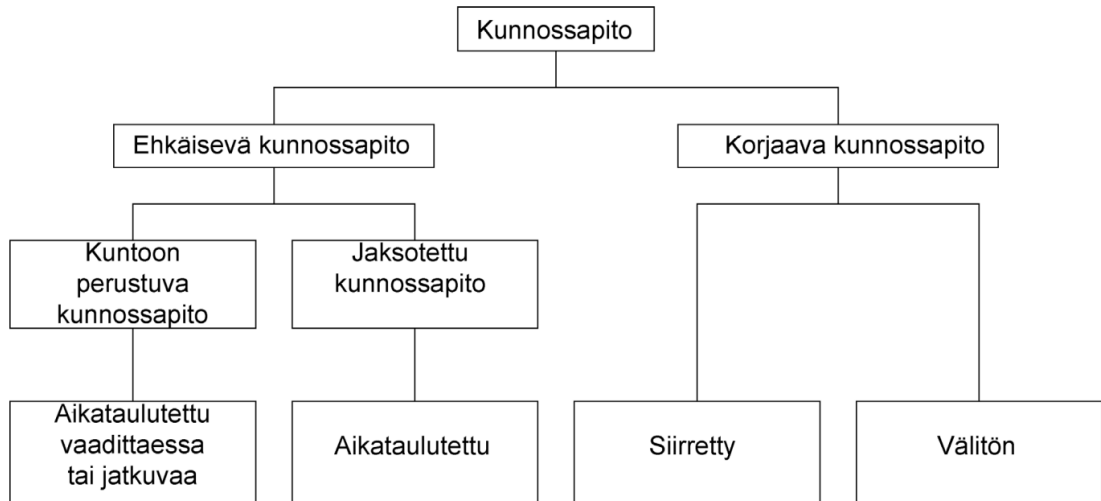
4.1 Kunnossapito ja sen lajit

Kunnossapito on toimintaa, jossa pyritään ylläpitämään koneen suorituskyky halutulla tasolla. Suorituskyvyn taso voidaan määrittää uuden koneen alkuperäisen suorituskyky- tai luotettavuustason mukaiseksi, tai koneen käyttäjän itse määräämälle tasolle, jonka kuitenkin on oltava sellainen, että kone suoriutuu kaikista toiminnoistaan riittävän tehokkaasti ja laadukkaasti. Koneen iästä, laadusta ja toiminnoista riippuu kuinka paljon ja minkälaista kunnossapitoa halutun tason ylläpitäminen vaatii. (Mikkonen ym. 2009, 152). Kuvio 1 esittelee yksinkertaistetun mallin kunnossapidon tarkoituksesta, jossa kuvataan kunnossapidon tehtävä ylläpitää koneen suorituskyky halutun suorituskykytason yläpuolella. Koneen nimellinen suorituskyky eli suorituskyvyn maksimitaso voi koneen iän myötä laskea tai sitä voidaan nostaa esimerkiksi modernisoinnilla.



KUVIO 1. Koneen suorituskykytasot ja kunnossapidon tehtävä (Mikkonen ym. 2009, 152, muokattu)

Standardi SFS 13306 (2010, 34) jakaa kunnossapidon kahteen päätyyppiin, korjaavaan ja ehkäisevään kunnossapitoon (kuvio 2). Kuitenkin tärkeänä kunnossapidon lajina voidaan nähdä parantava kunnossapito, jonka standardi PSK 6201 (2011, 22-23) esittelee.



KUVIO 2. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306 2010, 34)

4.1.1 Korjaava kunnossapito

Kunnossapidon lajeista perinteisin on korjaava kunnossapito. Standardin SFS 13306 (2010, 22) mukaan korjaavassa kunnossapidossa toimenpiteet tehdään vian havaitsemisen jälkeen ja niiden tavoitteena on palauttaa kone takaisin tilaan, jossa se voi suorittaa siltä vaaditut tehtävät. Vaikka nykyään on trendinä suorittaa kunnossapitoa suunnitellusti ja ennen vian ilmenemistä, on kuitenkin myös korjaava kunnossapito joissain tapauksissa täysin normaali toimintaperiaate. Hehkulamppujen vaihto vasta kun vanha lamppu on palanut, on hyvä esimerkki korjaavasta kunnossapidosta. (Opetushallitus: Kunnossapito menestystekijä.)

Kunnossapito voidaan suorittaa siirretysti, mikäli kone on käyttökuntoinen viasta huolimatta tai sen työsuoritteet voidaan väliaikaisesti tehdä toisella koneella. Vika voidaan myös korjata väliaikaisesti, jotta kone säilyy käyttökuntoisena. Tässä tapauksessa varsinaisen kunnossapitotoimenpide voidaan suorittaa esimerkiksi koneen käyttöseisokin aikana tai heti kun tarvittava varaosa on saatavilla. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

4.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla vähennetään vian syntymisen todennäköisyyttä. Se voi olla jaksotettua, jolloin toimenpiteet suoritetaan ennalta suunnitellun aikataulun mukaisesti riippumatta koneen senhetkisestä kunnosta. Jaksotusperusteena voidaan käyttää kalenteriaikaa, koneen käyttöaikaa tai käyttötilannetta. Kalenteriaika ja käyttöaika, eli

esimerkiksi koneen käyttötunnit, ovat yleisimmät jaksotukset. (Opetushallitus: Kunnossapito menestystekijä). Usein koneen valmistaja on takuuehdoissaan määrittänyt koneelle jaksotettuja kunnossapitotoimenpiteitä, jotka on suoritettava, jotta takuu säilyy voimassa. Kuntoon perustuvassa ehkäisevässä kunnossapidossa taas kunnossapitotoimenpiteet suoritetaan silloin, kun kunnonvalvonnassa on havaittu tarve kyseisille toimenpiteille. Kunnonvalvonnan tulokset voivat perustua esimerkiksi aistinvaraisiin havaintoihin, kuten öljyvuodon havaitsemiseen tai antureiden ja mittausten antamaan tietoon. (Opetushallitus: Kunnossapito menestystekijä.)

Ehkäisevä kunnossapito tulee suunnitella hyvin, jotta suoritettavat toimenpiteet ovat tarpeenmukaisia ja kunnossapidon kustannukset eivät kasva liian suuriksi suhteessa saavutettavaan hyötyyn. Tästä syystä ehkäisevän kunnossapidon tuloksia tulee jatkuvasti seurata ja niiden perusteella kehittää toimintatapoja, jotta mahdollistetaan kunnossapidon kustannustehokkuus.

4.1.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Yksinkertaisimmillaan parantava kunnossapito on koneen osien vaihtamista uudempiin ilman, että koneen suorituskykyä merkittävästi parannetaan. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi koneen ohjausjärjestelmän käytettävyyden parantaminen tai sähkömoottorikäyttöjen muuttaminen taajuusmuuttajilla ohjatuksi, jolloin käynnistyksestä tulee hallitumpaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Toinen pääryhmä on koneen luotettavuutta parantavat toimenpiteet, joilla pyritään muuttamaan konetta tai sen osia niin, että epäluotettavuus vähenee. Sekä uudempien osien käyttö että epäluotettavuutta parantavat toimenpiteet suoritetaan usein koneen rikkoutumisen yhteydessä, jolloin vikaantunut osa vaihdetaan ja uuden osan ominaisuudet ovat parantavan kunnossapidon tekijänä. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Kolmannen pääryhmän muodostavat koneen suorituskykyä parantavat modernisaatiot. Modernisaatio suoritetaan yleensä, kun koneella ei pystytä enää tuottamaan siltä vaadittuja toimenpiteitä kilpailukykyisesti, mutta koneen elinjaksoa on vielä merkittävästi jäljellä ja uuteen koneeseen investointi ei ole taloudellisesti järkevää. (Järviö & Lehtiö

2012, 51–52). Modernisoinnit ovat aina tarkkaan suunniteltuja ja ne suoritetaankin useimmiten seisokkien aikana.

4.2 Kunnossapitostrategiat

4.2.1 TPM

TPM eli Total Productive Maintenance tarkoittaa suomeksi kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa (Järviö & Lehtiö 2012, 143). TPM on alun perin japanilainen kunnossapidon toimintapa, joka on yksi Lean -ajattelun työkaluista. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito voidaan nähdä johtamisopillisena lähestymisenä kunnossapidon toteuttamiseen, jonka päämääränä on tuottavuuden maksimointi luomalla koneille edellytykset toimia mahdollisimman laadukkaasti ja tehokkaasti. (Järviö & Lehtiö 2012, 143; Laine 2010, 41–42.)

Wiremanin (2004, 1–4) mukaan kokonaisvaltaisella tuottavalla kunnossapidolla on viisi päätavoitetta:

1. Tuotannon tehokkuus
2. Kunnossapidon tehokkuus
3. Ehkäisevän kunnossapidon minimointi
4. Kunnossapidon osaaminen ja sen kehittäminen
5. Käyttäjien suorittamat huoltotoimenpiteet.

Tuotannon tehokkuus on näistä tavoitteista tärkein, jonka maksimoimiseen kaikki muut päätavoitteet pyrkivät. Kunnossapidon tehokkuudella ja ehkäisevän kunnossapidon minimoinnilla pyritään vähentämään kunnossapidon kustannuksia ja eliminoimaan hukat, kuitenkin niin, että kunnossapidettävän koneen tehokkuus on maksimaalinen. Kunnossapidon toimenpiteet pitää suunnitella niin, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän tuotannon keskeytyksiä. Kunnossapito-organisaation osaaminen pitää olla sellaisella tasolla, että kunnossapidon toimenpiteet voidaan suunnitella ja suorittaa tehokkaasti. Viimeisellä tavoitteella pyritään tilanteeseen, jossa koneen käyttäjät suorittavat sen rutiininomaiset huoltotoimenpiteet, kuten voitelun ja kuluvien osien vaihdon. (Wireman 2004, 1–4; Laine 2010, 41–47). Tämän perusteella voidaan todeta että henkilöstön osaamisella on suuri rooli TPM -prosessin onnistumisessa ja siksi henkilöstön osaamisen ja sitoutuneisuuden kehittäminen on avainasemassa tuottavassa kunnossapidossa.

4.2.2 RCM

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun haastavuuden vuoksi kunnossapitotoimia tehdään useimmiten liikaa ja jaksotetulla kunnossapidolla ei välttämättä pystytä ehkäisemään laitteen vikaantumista. Lentokoneteollisuudessa näiden ongelmien tehokkaaseen ratkaisemiseen kehitettiin 1960-luvulla RCM- eli Reliability Centered Maintenance -menetelmä. RCM tarkoittaa suomeksi luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. (Mikkonen ym. 2009, 75). RCM -ajattelun lähtökohtana on keskittää ehkäisevä kunnossapito tuotannon kustannusten, turvallisuuden, laadun, ympäristöseikkojen tai muiden tekijöiden kannalta kriittisimpiin laitteisiin ja osiin. (Järviö & Lehtiö 2012, 159–163.)

RCM -prosessissa tuotantolaitoksen jokaisen laitteen jokaiselle osalle tehdään tarkastelu, jossa selvitetään seuraavat asiat:

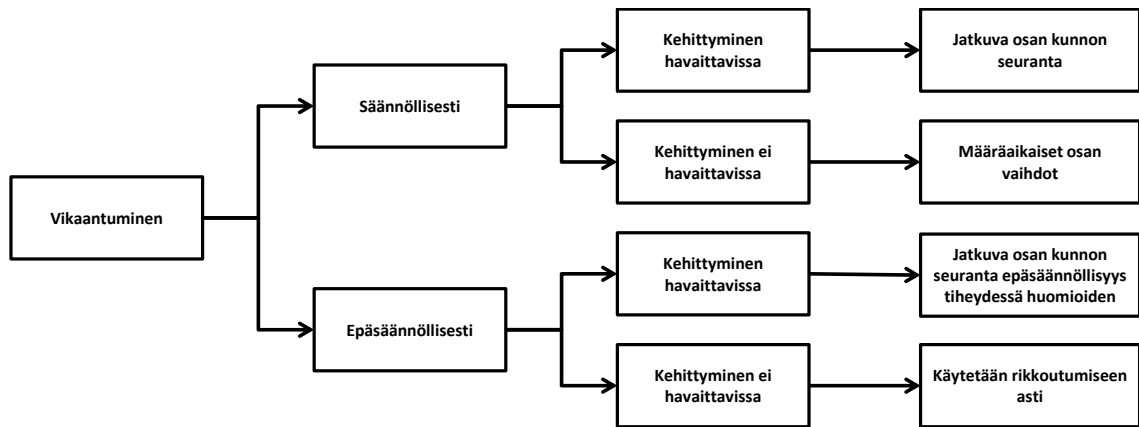
1. Laitteiden toiminnot ja suoritusvaatimukset
2. Toiminnalliset viat
3. Vikaantumismallit
4. Vian vaikutukset
5. Vian seuraukset
6. Ennakoivat toimenpiteet
7. Korjaavat toimenpiteet (Mikkonen ym. 2009, 147.)

Prosessin kohdat 1 – 5 ovat selvittävää työtä ja vasta kohdat 6 ja 7 määrittelevät varsinaisen kunnossapitosuunnitelman. (Mikkonen ym. 2009, 77–78.)

Laitteen toiminnallisen vian vikaantumismallin pohjalta määritellään tapa, jolla toiminnalliseen vikaan reagoidaan. Toiminnallisen vian vaikutukset ja seuraukset määrittävät laajuuden, jolla toiminnalliseen vikaan reagoidaan. Toiminnallisen vian vikaantumismallin selvittämiseksi tulee vastata kysymyksiin:

- Onko vika säännöllinen?
- Onko vian kehittyminen havaittavissa?

Toiminnalliseen vikaan reagoiva kunnossapidon toimenpide voidaan valita kuvion 3 prosessikaaviolla. (Laine 2010, 139–141.)



KUVIO 3. Vikaantumisen prosessi ja toimenpiteiden valinta (Laine 2010, 140–141, muokattu)

4.2.3 SRCM

Edellisessä kohdassa esitelty RCM -prosessi vaatii läpikäymään tuotantolaitoksen jokaisen laitteen jokaisen osan tarkasti. Voidaan nähdä prosessi todella raskaana erityisesti tuotantolaitoksille, jotka ovat olleet toiminnassa pidemmän aikaa ja esimerkiksi sekä laitekannan iässä että laadussa on suuria vaihteluita. RCM -prosessi voidaan suorittaa kevennetysti, josta yksi esimerkki on SRCM eli Streamlined Reliability Centered Maintenance, jossa varsinaiseen RCM -prosessiin valitaan vain kriittisyystarkastelussa ennalta valitut kohteet. (Mikkonen ym. 2009, 77–78). Standardin PSK 6800 (2008, 2) mukaan tarkasteltavaa kohdetta voidaan pitää kriittisenä, jos sen vikaantumisen riski on hyväksyttävää tasoa suurempi ja voi aiheuttaa henkilöiden loukkaantumisen, merkittävän aineellisen vahingon, tuotannon menetyksen tai muita ei hyväksyttäviä seurauksia.

Kevennetyissä RCM -prosessissa voidaan siis jo olemassa olevan tai helposti saatavilla olevan tiedon avulla määrittää ne kohteet, joille varsinainen RCM -arviointi suoritetaan. Tämä toimintatapa helpottaa huomattavasti kunnossapito-ohjelman luomista ja toteuttamista.

4.3 Kriittisyysanalyysi

Kriittisyysanalyysi voidaan suorittaa koko tuotantolaitoksen kaikille toimintoille tai konekohtaisesti koneen eri osille, jolloin voidaan määrittää yksittäisen koneen kriittisimmät osat ja näin voidaan perustella mahdollinen ehkäisevän kunnossapidon tarve. Kun kriittisyysanalyysi suoritetaan osana SRCM -prosessia, tulee ensin tehdä karkea

analyysi koko tuotantolaitoksen toiminnoista, joista valitaan konekohtaiseen tarkasteluun ne koneet, joiden kohdalla kriittisyys ylittää asetetun tason. (Mikkonen ym. 2009, 148 – 151.)

Kriittisyysanalyysi tulee toteuttaa työryhmässä, jonka jäsenien ammattitaidoilla katetaan jokainen tarkasteltava osa-alue. Myös tarkasteltavan kohteen käyttäjien tietoja sekä kokemusta kannattaa käyttää hyödyksi. Koneiden kriittisyysanalyysien tarkastelussa voi myös olla mahdollista käyttää sen valmistajan osaamista hyödyksi. (Mikkonen ym. 2009, 148 – 151.)

4.3.1 Kriittisyysanalyysin malli

Kriittisyysanalyysille ei ole olemassa yhtä oikeaa toteutustapaa, vaan tarkasteltavat kohteet ja niiden painoarvot sekä tarkastelun yksityiskohtaisuus riippuvat tuotantolaitoksesta ja ne voi kukin itse päättää. Standardi PSK 6800 (2008, 7) käyttää kriittisyysindeksin K laskentaan kaavaa (1):

$$K = p \cdot (W_s \cdot M_s + W_e \cdot M_e + W_p \cdot M_p + W_q \cdot M_q + W_r \cdot M_r) \quad (1)$$

jossa p on kohteen vikaantumisvälin kerroin, jolle voidaan käyttää ohjeellisia arvoja:

1 = Pitkä vikaantumisväli (esimerkiksi yli 5 vuotta)

2 = Pitkähkö vikaantumisväli (esimerkiksi 2 – 5 vuotta)

4 = Lyhyehkö vikaantumisväli (esimerkiksi ½ – 2 vuotta)

8 = Lyhyt vikaantumisväli (esimerkiksi alle ½ vuotta) (PSK 6800 2008, 7).

Lisäksi kaavassa (1) W on eri riskien seurausten painoarvo ja M on seurauksia vastaavan riskin kerroin. Eri riskit ja niiden ohjeelliset lukuarvot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Koneen kriittisyysanalyysi (PSK 6800 2008, 7, muokattu)

Kohde	Painoarvo [W]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristö-vaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä
		$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski
		$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski
		$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski
		$M_s = 16$	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit $W_e = 20$	$M_e = 0$	Ei ympäristöriskiä
		$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski
		$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski
		$M_e = 8$	Merkittävä ympäristöriski
		$M_e = 16$	Vakava ympäristöriski
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 - 100$	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei ole merkitystä osaprosessin tai osaston toimintaan
		$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi $\leq 2h$)
		$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 8h$)
		$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 24h$)
		$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi $\geq 24h$)
	Laatukustannus $W_q = 30$	$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei ole vaikutusta lopputuotteen laatuun
		$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2h$)
		$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 8h$)
		$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 24h$)
		$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\geq 24h$)
Korjaus- tai seurauskustannukset	Korjaus- tai seurauskustannus $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjaus- tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin
		$M_r = 1$	Vähäiset korjaus- tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2h$)
		$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjaus- tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 8h$)
		$M_r = 3$	Korkeat korjaus- tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 24h$)
		$M_r = 4$	Korkeat korjaus- tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\geq 24h$)

Taulukkoa voidaan käyttää myös arvioimaan esimerkiksi pelkästään koneen turvallisuus- ja ympäristövaikutukset. Standardissa PSK 6800 (2008, 10–11) on esitelty eri riskien tarkemmat kuvaukset.

4.3.2 Esimerkki kriittisyysanalyysistä

Valitaan kriittisyysanalyysin kohteeksi yksi tuotannon trukeista. Kriittisyysanalyysi aloitetaan määrittämällä koneen vikaantumisvälin kerroin p . Arvioidaan, että trukki vikaantuu noin kerran vuodessa niin, että trukilla ei voida suorittaa sille määriteltyjä tuotannollisia toimenpiteitä. Trukin vikaantumisväli on siis lyhyehkö, jolloin kerroin $p = 4$. Painoarvokertoimet W_s , W_e , W_q ja W_r on määritetty taulukossa 1 yhteisiksi kaikille koneille. Tuotannon menetyksen painoarvokerroin W_p on määritettävä konekohtaisesti välille 0 – 100. Jos tietyn tuotannollisen toimenpiteet voi suorittaa vain tietty kone, niin on sen tapauksessa tuotannon menetyksen painoarvokerroin 100. Trukkeja on käytössä kahdeksan kappaletta, joten yhden trukin tuotannon menetyksen painoarvokerroin $W_p = 15$. (PSK 6800 2008, 5–7).

Trukin vikaantuminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin, mutta ei kuitenkaan laajempaa vaaratilannetta lähialueelle. Tämän perusteella trukin turvallisuusriski on merkittävä ja kerroin $M_s = 8$. Trukin hydraulikkaletkun rikkoutuessa maahan valuva hydraulikkaöljy aiheuttaa ympäristön likaantumista paikallisesti, joten ympäristöriski on vähäinen ja kerroin $M_e = 2$. (PSK 6800 2008, 9–10).

Trukilla tehtävät työt voidaan suorittaa väliaikaisesti muulla kalustolla ja pitkäaikaisen vikaantumisen tapauksessa voidaan helposti hankkia tilapäinen korvaava laite, joten trukilla ei ole merkittävää vaikutusta tuotantoon. Trukilla ei myöskään ole vaikutusta lopputuotteen laatuun. Tuotantovaikutusten kertoimet ovat siis $M_p = 0$ ja $M_q = 0$. Trukin vikaantumisesta ei aiheudu merkittäviä korjaus-, tai seurauskustannuksia suhteessa laitoksen tuotantoon, joten kerroin $M_r = 0$. (PSK 6800 2008, 10–11).

Trukin kriittisyysindeksi K saadaan kaavalla 1. Trukin kriittisyysindeksiksi saadaan $K = 1120$. Liitteen 2 muiden koneiden kriittisyysindekseihin vertaamalla voidaan todeta, että yksittäinen trukki ei ole tuotannon kannalta kriittinen kone. Trukki on kuitenkin sellainen kone, jolle valmistaja on usein määrännyt esimerkiksi takuun säilymiseksi tiettyjä määräaikaissuhteisia toimenpiteitä, kuten käyttötuntien perusteella suoritettava öljynvaihto. Tämänkin puolesta osakohtainen kriittisyysanalyysi voidaan nähdä tarpeettomana, koska valmistaja on ottanut asiaan kantaa.

5 SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO

5.1 Sähkölaitteiston luokka

Sähköturvallisuuslaki jakaa sähkölaitteistot luokkiin, jotka määrittävät laitteiston varmennustarkastukset ja määräaikaistarkastukset, niiden suorittajat, sekä määräaikaistarkastuksien suoritusvälin (Tukes 2011). Peiron Oy:n sulatusuunien muuntajien jännite on 20 kV, joten Peiron Oy:n sähkölaitteiston luokitus on 2c, eli sähköturvallisuuslain (1135/2016) mukaan se on:

sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja.

Huomioitavaa on, että luokan 2 sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki kiinteistöryhmän alueella sijaitsevat haltijan alemman luokan sähkölaitteistot (Tukes 2011).

5.2 Määräaikaistarkastus

Luokan 2 sähkölaitteistojen määräaikaistarkastuksen väliksi on määrätty kymmenen vuotta. Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu tarkastaja tai valtuutettu laitos. Määräaikaistarkastuksessa tulee varmistaa, että

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista
- kunnossapito on riittävää ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet on tehty
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat dokumentit ovat käytettävissä
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on laadittu asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016.)

Määräaikaistarkastuksen tekijän on laadittava tarkastuspöytäkirja laitteiston haltijan käyttöön ja kiinnitettävä tarkastettavaan kohteeseen tarkastustarra (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016).

5.3 Sähkölaitteiden kunnossapito-ohjelma

Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma on laadittava sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi ja sen noudattamisesta vastaa sähkölaitteiston haltija. Kunnossapito-ohjelman laadinnassa tulee huomioida sähkölaitteiston käyttöympäristön aiheuttamat tarpeet. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016). Kunnossapito-ohjelman tulee sisältää suoja- ja turvajärjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelma, sekä silmämääräiset katselmukset, mittaukset ja testaukset suoja- ja turvajärjestelmien laitteiston osille (ST 96.01 2003, 3). On lisäksi suositeltavaa sisällyttää kunnossapito-ohjelmaan myös sellaiset sähkölaitteiston osat, joiden kunnossapito-ohjelmalla voidaan saavuttaa etuja turvallisuudessa, taloudellisudessa tai toiminnallisudessa. (ST 96.02 2002, 1)

Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelman olennaisin osa on määräajoin suoritettavien hoito- ja kunnossapitotoimenpiteiden aikataulu. Aikatauluun on merkitty laitekohtaisten toimenpiteiden suoritusväli. Aikataulun suoritusmerkintöjä voidaan käyttää seurantaohjelmalla jolloin varmistetaan, että määrätyt toimenpiteet on suoritettu. Laitekohtaiset toimenpiteet listataan toimenpideluetteloon. (ST 96.02 2002, 2).

6 VALIMON KRIITTISYYSANALYYSI

6.1 Tuotantoprosessi

Kriittisyysanalyysin pohjaksi luotiin Peiron Oy:n tuotannon kulusta prosessikaavio, jossa huomioitiin tuotannon kannalta tärkeimmät työvaiheet. Rinnakkaisten työvaiheiden kohdalla arvioitiin niiden osuus tuotannosta, josta saatiin niiden tuotannon painoarvokertoimet. Prosessikaaviossa huomioitiin käyttöhyödykkeet, kuten paineilma, mutta niiden merkitys päätettiin kriittisyysanalyysissä sisällyttää kohteisiin, joihin ne vaikuttavat. Valmis prosessikaavio on esitetty liitteessä 1.

Tuotantoprosessi alkaa hiekasta, joka siirretään varastosiloista kaavaamoiden mikserien silloihin paineilman avulla. Hiekkaa on kolmea tyyppiä, uusi kvartsihiekkä, kromiittihiekka, sekä kiertoehiekka. Kiertoehiekassa on sekoitettu prosessissa kiertänyttä hiekkaa sekä vähintään 30 % uutta kvartsihiekkää. Kaavaamossa mikseri sekoittaa hiekan joukkoon hartsia ja happokatalyyttiä eli kovetetta. Mikseristä hiekka ajetaan mallin päälle. Hapon ja kovetteen reagoidessa hiekka kovettuu ja syntyy valumuotin puolikas. Valumuotin pinta käsitellään peitosteella, joka muodostaa tulenkestävän kerroksen eristämään sula metalli ja muotin hiekka toisistaan valettaessa. Kasattu valumuotti siirretään nosturilla valettavaksi valukentälle.

Peiron Oy käyttää valettavan seoksen sulattamiseen kolmea upokasuunia, joiden jokaisen sulatuskapasiteetti on noin kaksi tonnia. Valettavan kappaleen bruttopainon ylittäessä yhden uunin sulatuskapasiteetin jaetaan seos kahden tai kolmen uunin kesken tehtäväksi. Tällöin valusta käytetään nimitystä tupla- tai triplavalu. Valettavan seoksen saatutettua haluttu lämpötila seos kaadetaan uunista nosturilla kuljetettavaan valuastiaan eli senkkaan. Senkasta sula metalli kaadetaan valumuottiin, jossa sen annetaan jähmettyä valukappaleeksi. Peiron Oy:n nostureista kaksi soveltuu valamiseen.

Tämän jälkeen muotti siirretään ulos purettavaksi. Muotti puretaan murskaamalla. Murskauksessa hiekka tärytetään irti kappaleesta ja palautetaan kiertoön. Tässä kohdassa prosessia valukappaleesta voidaan myös poistaa valujärjestelmään kuuluvia osia polttoleikkaamalla. Murskauksessa valukappaleen pintaan jää vielä jonkin verran hiekkaa sekä valussa syntynyttä hilsettä. Nämä saadaan poistettua kappaleesta piiskaamalla eli

sinkoamalla kappaleen pintaan teräshauleja. Piiskauksen jälkeen kappale siirtyy putsaamoon, jossa sen pinnoista hiotaan pois siihen kuulumattomat osat, kuten valupurseet ja pintojen epätasaisuudet. Putsaamossa valukappaleita voidaan myös korjata hitsaamalla. Puhdistettu valukappale on tässä vaiheessa valmis, ellei se vaadi jotakin jälkikäsitteilyä. Erilaisia jälkikäsitteilyitä ovat esimerkiksi lämpökäsittely, koneistus ja maalaus.

6.2 Tärkeimmät prosessit

Tuotantokaavion pohjalta valittiin kahdeksan tuotannon kannalta tärkeintä kohdetta tutkittavaksi kriittisyysanalyysiin. Kriittisyysanalyysin painoarvojen ja kertoimien muodostamisessa käytettiin taulukon 1 mukaisia valintakriteerejä. Esimerkiksi neljästä kaavaamosta todettiin kaavaamo 1 tärkeimmäksi, koska sen tuotannon menetyksen painoarvokerroin oli huomattavasti muita kaavaamoita suurempi ja myös kaavaamon 1 mikseri tuotannon kannalta kriittiseksi koneeksi, jota tarkasteltiin. Sulatusuuneista uuni 1 on tehokkain ja sen osuus arvioitiin näistä suurimmaksi, joten sen prosessin painoarvokertoimeksi määritettiin 40 %. Kuitenkin toisaalta suurimpia kappaleita valettaessa tarvitaan jokaisen uunin kapasiteetti, jotta saadaan toteutettua triplavalu, joten jokaisen uunin painoarvokerroin olisi tällaisessa tapauksessa 100 %. Ensimmäisen vaiheen kriittisyysanalyysin tulokset ja siihen valittujen koneiden kriittisyysindeksi on esitetty liitteessä 2.

Tässä vaiheessa määritettiin koneiden kriittisyysindeksin raja-arvoksi 1500. Raja-arvo valittiin siten, että saatiin erotettua muutama selkeästi kriittisin kone tarkempaan tarkasteluun. Nyt voitiin tunnistaa kolme selkeästi raja-arvon ylittävää konetta. Raja-arvon ylittäviä koneita tarkasteltiin vielä osakohtaisesti, jotta pystyttiin tunnistamaan tuotannon kannalta kriittisimmät koneen osat. Raja-arvon ylittivät piiska, uuni 1 ja nosturi 3. Vaikka uunin 1 prosessin painoarvokerroin on vain 40 %, niin sen ja muiden uunien turvallisuusriskit ovat suuria, joten on perusteltua pitää sitä erittäin kriittisenä. Nosturi 3 on valimon pääasiallinen valunosturi, mutta tarpeen vaatiessa sillä tehtävät työt voidaan myös suorittaa toisella valunosturilla ja nostureiden kunnossapito on pääosin ulkoistettu alihankkijalle. Tästä syystä päätettiin jättää nosturi 3 tarkastelematta tässä kohtaa. Lopulliseen tarkempaan tarkasteluun valittiin siis uuni 1 ja piiska, joiden osakohtaisen kriittisyysanalyysin tulokset on koottu liitteeseen 3.

6.3 Piiska

Piiska on valimossa käytetty nimitys singosta, jossa valukappaleeseen kohdistetulla teräshaulisuihkulla puhdistetaan kappaleen pinnoista hiekka, hilse ja ruoste pois. Piiska on tärkeä osa valimon tuotantoprosessia, sillä kaikki valukappaleet puhdistetaan sinkoamalla, kun valukappale on purettu valumuotistaan. Valukappaleet singotaan myös mahdollisen hitsauksen ja lämpökäsittelyn jälkeen.

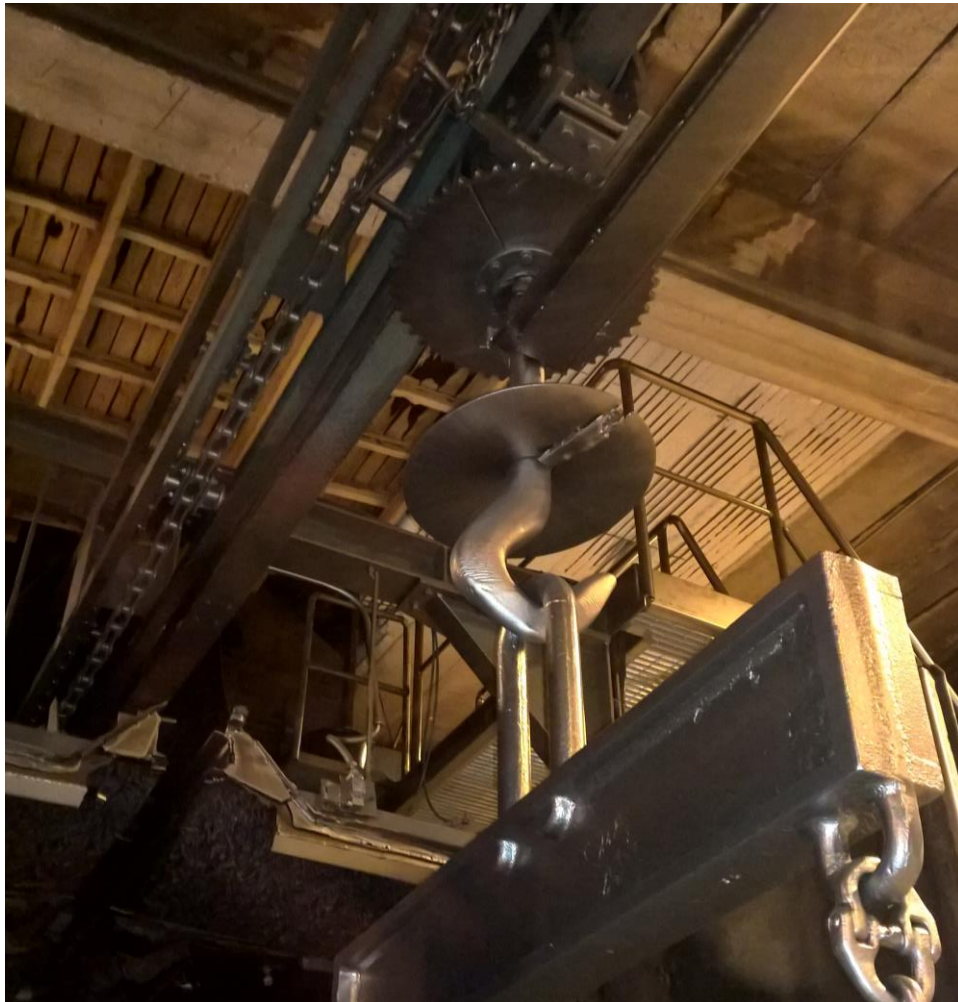
Peiron Oy:n käyttämässä singossa on kolme sinkopäätä, jotka kohdistavat teräshaulisuihkun kappaleeseen ylä- ja alapuolelta sekä piiskan keskikorkeudelta. Kutakin sinkopäätä siipipyörää käyttää oma moottorinsa. Valukappaleet tuodaan piiskan sisälle sen yläosassa olevaa kiskoa pitkin kulkevalla koukulla. Kuvassa 2 koukkuun on ripustettu häkki, jossa on pienempiä valukappaleita valmiina toimitettavaksi.



KUVA 2. Piiska

Piiskan seinällä on kulutusta kestäviä levyjä suojaamassa piiskan rakenteita sinkoavilta hauleilta. Osa hauleista kuitenkin suuntautuu näiden suojien ohi, jolloin piiskan seiniin pääsee syntymään reikiä, joista hauleja pääsee sinkoutumaan ulos aiheuttaen tapaturmariskin. Tämän estämiseksi piiskan sisäosa ja ovet on lisäksi vuorattu kulutusta kestäväällä polyuretaanilla.

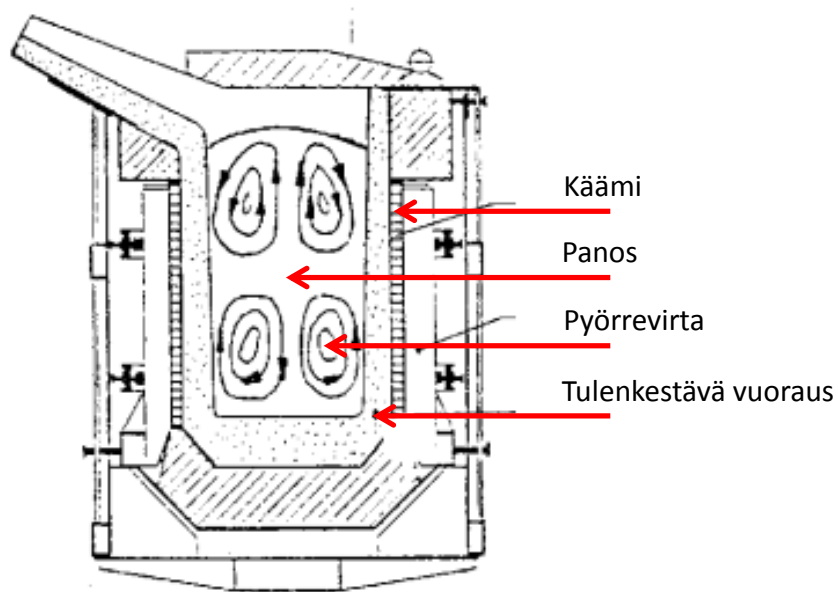
Osakohtaisessa kriittisyysanalyysissä käsiteltiin piiskan kuutta tärkeintä osakokonaisuutta, joista sinkojen siipipyörille ja moottoreille määriteltiin prosessin painoarvokerroimeksi 33 %, koska valukappaleita voidaan puhdistaa piiskalla, vaikka yksi sinkopää olisikin pois käytöstä. Kriittisyysanalyysin tuloksena piiskan koukku (Kuva 3) todettiin selvästi kriittisimmäksi osaksi ja sen korkean turvallisuusriskin vuoksi koukun kuntoa tarkkaillaan jo nyt säännöllisesti. Koukun vaihtoväliksi on määrätty 3 kuukautta.



KUVA 3. Piiskan koukku

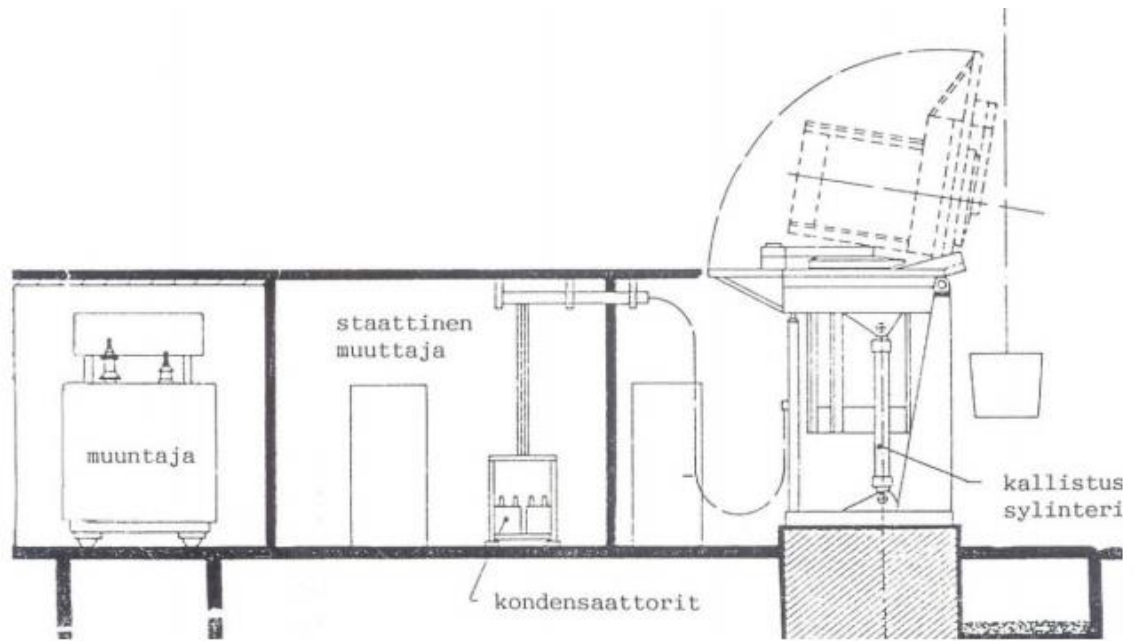
6.4 Uuni

Valettava metalliseos sulatetaan uunilla. Peiron Oy:llä on käytössä kolme induktioupokasuunia, joiden jokaisen sulatuskapasiteetti on noin kaksi tonnia. Induktioupokasuunissa (Kuva 4) sulatettava metalli asetetaan panoksena sulatusupokkaaseen, joka on vuorattu tulenkestävällä massalla. Tässä tapauksessa käytetään neutraalia alumiinioksidipohjaista massaa, jossa on seassa jonkin verran magnesiumoksidia. Sulatusupokkaan ympärillä on ontto kuparikäämi, jonka sisällä kiertää jäähdytysvesi. Jäähdytysvettä kierrätetään järjestelmässä pumpuilla. (Keskinen & Niemi. 2011, 1-2.)



KUVA 4. Induktioupokasuunin rakenne. (Keskinen & Niemi. 2011, 4, muokattu)

Kuparikäämiin johdettu vaihtosähkövirta indusoi panoksen ja aiheuttaa metallin kuumenemisen ja sulamisen. Vaihtosähkövirta synnytetään staattisella muuntajalla, josta se ohjataan kondensaattoreiden kautta kuparikäämiin (Kuva 5). Sulaan metalliin syntyy indusoinnissa pyörrevirtoja, jotka homogenisoivat sulan. Tällöin sulaan lisättävät seosaineet liukenevat tasaisesti. (Keskinen & Niemi. 2011, 1-7). Valettavan sulan valmistuttua se kaadetaan senkkaan kallistamalla uunia hydraulisella nostimella.



KUVA 5. Induktiupokasuunin laitteisto. (Keskinen & Niemi. 2011, 7)

Kriittisyysanalyysissä uunin kriittisimmäksi osaksi todettiin kuparikäämistä muodostuva kela. Mikäli upokkaan vuoraus päästetään kulumaan liian ohueksi, voi sula päästä tunkeutumaan vuorauksen läpi aiheuttaen maavuodon. Maavuoto voi aiheuttaa onton kuparikäämin puhkeamisen, jolloin käämin sisällä kiertävä jäähdytysvesi pääsee kosketuksiin sulan kanssa aiheuttaen räjähdysmäisen reaktion. Vuorauksen on kuitenkin oltava mahdollisimman ohut sillä vuorauksen paksuus sekä kasvattaa tehohäviöitä, että pienentää uuniin mahtuvaa panosta. Vuorauksen kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti mittaamalla. Myös jäähdytysvesijärjestelmä on turvallisuuden kannalta kriittinen osa uunin rakennetta. Vuoto jäähdytysvesijärjestelmässä voi aiheuttaa veden pääsyn kosketuksiin uunin sähköjärjestelmän kanssa ja aiheuttaa näin vaaratilanteen.

7 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN LUONTI

7.1 Kunnossapitojärjestelmän suunnittelu

Kunnossapitojärjestelmän luonti aloitettiin luetteloimalla tiedot, joita kone- ja huoltokortteihin halutaan tallentaa. Halutut tiedot koottiin kuvioon 4. Kunnossapitojärjestelmän toiminnallisen osuuden toteutus Thereforeen suunniteltiin yhdessä Canon Oy:n edustajien kanssa.

Konekortti	Huoltokortti	Valmistunut huoltokortti (toteutunut huolto)
<ul style="list-style-type: none"> • ID / nimi • Osasto • Konetyyppi • Valmistaja • Valmistenumero ja – vuosi • Merkki / malli • Alihankintahuollon tiedot • Määräaikaishuoltojen aikataulu • Huolto-ohjeet • Varaosalistaus • Huomiot / kuvat 	<ul style="list-style-type: none"> • Huoltotarveilmoitus <ul style="list-style-type: none"> • Ilmoituksen tekijä • Havainnot • Päivämäärä • Määräaikaishuolto <ul style="list-style-type: none"> • Aikataulu • Tilattavat varaosat 	<ul style="list-style-type: none"> • Huollon tekijä • Käytetyt varaosat • Seisokkiarvio • Työtunnit • Huomiot / kuvat

KUVIO 4. Kone- ja huoltokorttien sisältämät tiedot

Kunnossapitojärjestelmä pyrittiin suunnittelemaan toiminnallisuudeltaan sellaiseksi, että sen käyttö on vaivatonta ja nopeasti omaksuttavissa, jotta sen käyttöä voidaan vaatia osana kunnossapidon työsuoritusta.

7.2 Konekorttien laadinta

Konekortille haluttujen tietojen pohjalta laadittiin konekortti Thereforeen (Kuva 6). Koneen tunnistamiseksi konekortin tulee sisältää tieto koneen nimestä tai tunnuksesta, konetyyppi sekä osasto, jolla kone sijaitsee. Nämä tiedot ovat pakollisia tietoja jokaiselle konekortille. Muina tietoina konekorttiin voidaan määrittää koneen valmistaja, valmis-

tenumero ja valmistusvuosi, sekä mahdolliset merkki- ja mallitiedot. Lisäksi konekortille voidaan kerätä laitetoimittajan ja alihankintahuollon tiedot. Kunnossapitojärjestelmää varten konekorttiin voidaan kirjata mahdollinen tieto määräaikaishuollon jaksotuksesta, koneen huolto-ohjeet sekä varaosalistaus.

The screenshot shows a web form for creating a machine card. The title is 'Tallenna Therefore™:een - Konekortti'. At the top, there are buttons for 'Tallenna', 'Peruuta', and 'Liitteet (0)'. The form fields are as follows:

- Osasto: <Pakollinen>
- Konetyyppi: <Pakollinen>
- Koneen nimi: <Pakollinen>
- Valmistaja: [Empty text box]
- Valmisteno: [Empty text box]
- Merkki/malli: [Empty text box]
- Valm.vuosi: [Empty text box]
- Toimittaja: [Empty text box with vertical scrollbar]
- Alihankintahuolto: [Empty text box with vertical scrollbar]
- Lisätty: 20.12.2016
- Poistettu: [Empty text box]
- Huoltoinfo: [Large empty text area with vertical scrollbar]

In the center of the form is the PEIRON logo, which consists of a stylized blue 'A' shape above the word 'PEIRON' in bold blue capital letters.

KUVA 6. Tyhjä konekortti Thereforessa

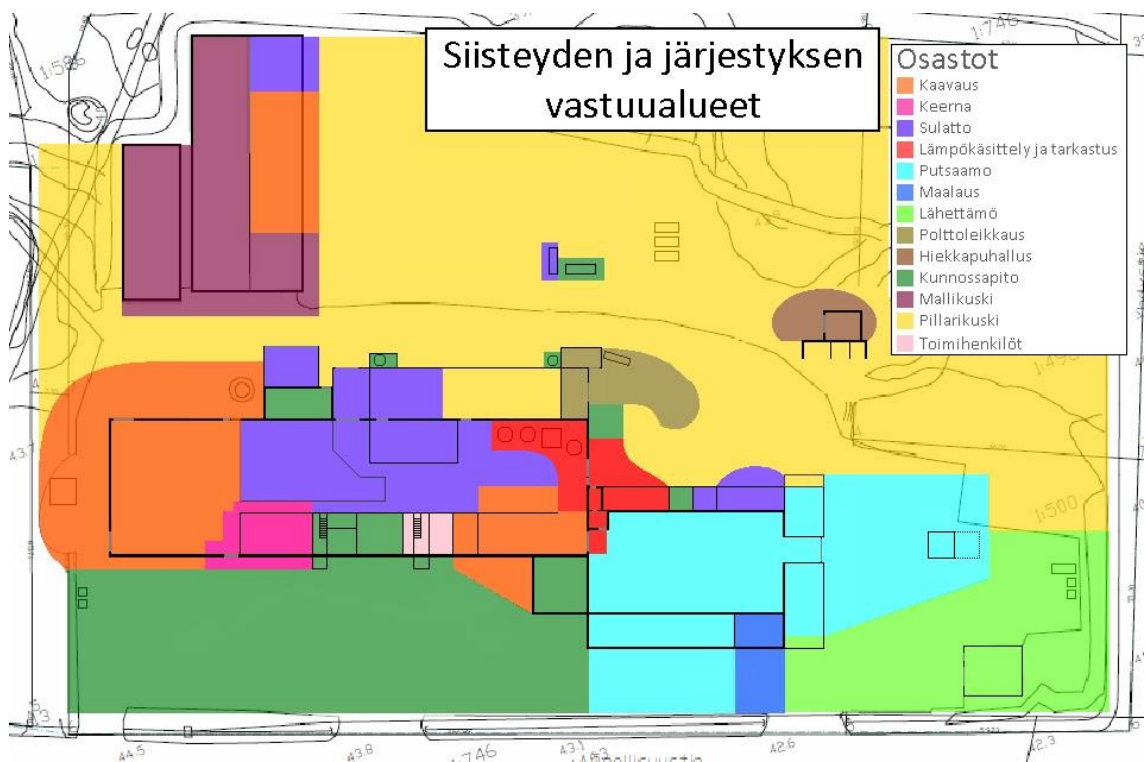
Konekorttiin on myös mahdollista lisätä tarpeenmukaisia tiedostoja liitteeksi, kuten esimerkiksi kuva asennuksesta tai koneen mukana toimitettu digitaalinen ohjekirja. Konekortteja luotiin muutamista esimerkkikoneista jo ennen kunnossapitojärjestelmän laadintaa ja tarkoituksena jatkossa on luoda muiden valimon koneiden konekortit aina huoltotarpeen ilmentyessä.

7.3 Osastot ja konetyypit

Konekortin konetyyppi- ja koneen nimi -kentät kykenevät luomaan uusia tietoja. Uuden tiedon luonnista voidaan käyttää esimerkkinä tilannetta, jossa käyttäjä luo konekortin

osastoon, jota ei ennestään ole olemassa, jolloin hän kirjoittaa haluamansa tunnisten osastolle ja tämä uusi osasto luodaan automaattisesti kyseistä konekorttia tallennettaessa. Toista konekorttia samalle osastolle luodessa taas voidaan ennestään olemassa oleva osasto valita pudotusvalikosta. Tämän vuoksi kunnossapitojärjestelmässä käytettäviä osastoja ja konetyyppejä ei olisi tarvinnut ennalta listata, mutta kuitenkin nähtiin järkeväksi listata osastot valmiiksi, jotta niiden nimeämiselle saadaan yhtenäinen käytäntö. Konetyyppien listaus ennalta taas koettiin tarpeettomaksi.

Valimo jaettiin osastoihin, joiden perusteella vian havaitsijan ja kunnossapidon työntekijöiden on helpompi tunnistaa kone. Jaossa käytettiin jo olemassa olevia osastojakoja, joista on tehty siisteyden ja järjestyksen vastuualueiden jakoa varten kuvassa 7 esitetty kartta. Kartan aluejako vastasi melko hyvin suunnitelmia halutuista osastoista. Kunnossapitojärjestelmässä käytettävien osastojen listaus on esitetty liitteessä 4.



KUVA 7. Valimon siisteyden ja järjestyksen vastuualueet

Osa koneista, kuten valimon päähallin siltanosturit, päätettiin osastoida yleiseen valimo-osastoon. Tämä siksi, että niiden tapauksessa tämä on selkeämpää, kuin merkitä kaksi nostureista kaavaukseen, yksi sulattoon, sekä yksi sekä lämpökäsittelyyn että kaavaukseen. Nosturit kuitenkin tullaan kirjaamaan omaan konetyyppiinsä ja lisäksi kaikki va-

limon nosturit on numeroitu selkeästi, joten niiden tunnistamiseen ei osastoinnilla ole vaikutusta.

7.4 Huoltokortti

Huoltopyyntöjen ja ilmoitusten tekemiseksi luotiin kuvan 8 mukainen huoltokortti, jonka täyttämällä työntekijä voi ilmoittaa havaitsemansa huoltotarpeen kunnossapito-osastolle. Huoltokortissa ilmoitetaan pakollisina tietoina koneen osasto, tyyppi ja nimi, sekä havainnosta kertova vikailmoitus. Ilmoittaja voi muuttaa ilmoituksen havaintopäivämäärää tai merkitä huollon kiireelliseksi tarpeen vaatiessa. Huoltokorttiin voidaan lisätä liitteenä esimerkiksi kuva vaurioituneesta osasta. Kunnossapidon työntekijöillä on myös mahdollisuus täyttää huoltokortti ilmoituksena suoritetusta huollosta, jolle ei huoltokorttia ole vielä luotu. Tällöin kiireellisyydeksi merkitään ”ilmoittaja tehnyt”.

Tallenna Therefore™:een - Huoltokortti

Tallenna Peruuta Liitteet (0) ?

Osasto <Pakollinen>

Kone tyyppi <Pakollinen>

Koneen nimi <Pakollinen>

PEIRON

----- ilmoittaja täyttää -----

Ilmoittaja

27.12.2016

Kiireellisyys 1 normaali soilija1

Vikailmoitus

<Pakollinen>

----- KYMPPI täyttää -----

Vastaava

Valmis pvm

Statusinfo 1 kirjattu

Lisätietoja

Tärkeä huolto

Seisokkiaika tunteja

Miestyö tunteja

KUVA 8. Tyhjä huoltokortti Thereforessa

Huoltokorttien työnkulku toteutetaan statusinfolla, jossa vaihtoehdot huoltokortin statukselle ovat:

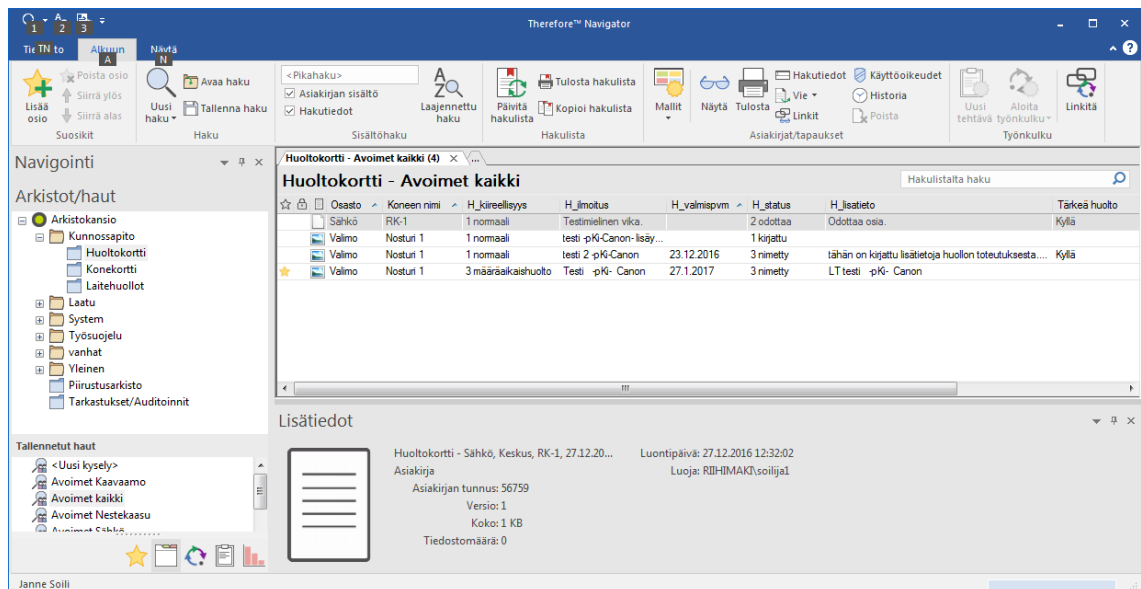
- 1 Kirjattu
- 2 Odottaa
- 3 Nimetty
- 4 Valmis.

Ilmoittajan tekemä huoltokortti tallentuu järjestelmään statuksella ”kirjattu”. Tämän jälkeen kunnossapidon töiden järjestelyistä vastaava osaston kymppi määrää huoltokortille vastaavan, joka tulee suorittamaan huollon ja muuttaa statukseksi joko ”nimetty” tai ”odottaa”, jos esimerkiksi tarvittavat varaosat saapuvat vasta jonkin ajan kuluttua tai huolto suoritetaan vasta seuraavassa seisokissa. Kymppi voi myös määritellä huollon tärkeäksi huolloksi. Huollon valmistuttua huollosta vastannut työntekijä vaihtaa statusinfon arvoksi ”valmis” ja arvioi huollon aiheuttaman seisokin, sekä siihen käytetyt henkilötyötunnit niille varattuihin kenttiin. Lisätietoja -kenttään voidaan jokaisessa vaiheessa kirjoittaa tarpeellisia tietoja esimerkiksi juuri varaosien saapumisesta, ohjeita huollon suorittajalle sekä käytetyt varaosat.

7.5 Toiminnallisuus

Thereforeen luodun kunnossapitojärjestelmän toiminta perustuu pitkälti hakutyökaluun. Sekä kone-, että huoltokortteja voidaan Thereforessa tutkia ja eritellä hakutyökalulla, jonka avulla voidaan yhden tai useamman kentän tietoon perustuen hakea esimerkiksi tietyn osaston koneiden huoltotoimenpiteet tietyltä ajanjaksolta. Hakujen tarkentamiseksi voidaan käyttää vertailuoperaattoreita sekä loogisia operaattoreita. Thereforen voidaan tallentaa valmiita hakuja joko konekohtaisesti tai kaikkien käyttäjien käytössä olevaksi globaaliksi hauksi.

Kuvan 9 esimerkkitapauksessa on käytetty valmiiksi tallennettua ”Avoimet kaikki” -hakua, jolla saadaan esille kaikki huoltokortit, joiden status ei ole ”valmis”. Lisäämällä haun parametriksi myös huoltokortille nimetyn vastaavan, voidaan hakea kyseisen kunnossapitotyöntekijän työjono.



KUVA 9. Huoltokorttilistaus haulla ”Avoimet kaikki”

Raportoinnin mahdollistamiseksi luotiin ”Valmis -14pv” ja ”Valmis -30pv” -haut, joilla saadaan listattua viimeisen kahden viikon ja viimeisen kuukauden aikana valmistuneet huoltokortit. Tarvittaessa voidaan tallennettua hakua muokkaamalla hakea esimerkiksi viimeisen vuoden aikana tietylle koneelle suoritettavat huoltotoimenpiteet. Tiedot voidaan viedä Thereforesta Exceliin, jolloin niitä voidaan käsitellä taulukkolaskentatyökaluilla. Näin voidaan esimerkiksi laskea vuoden aikana aiheutuneet seisokkitunnit.

7.6 Määräaikaishuollot

Kunnossapitojärjestelmään tullaan lisäämään mahdollisuus luoda määräaikaishuoltoja, kun tämä ominaisuus valmistuu. Tärkeimpänä tavoitteena määräaikaishuolloille on luoda järjestelmä, joka muistuttaa tulevasta huollosta vastaavaa henkilöä huollon suorittamisesta. Muistuttaminen tulee tapahtumaan sähköpostilla, jonka Therefore lähettää määräaikaishuollosta vastaavalle henkilölle. Määräaikaishuollosta muistutetaan toistuvasti, kunnes määräaikaishuolto kuitataan tehdyksi. Muistuttaminen määräaikaishuollosta ajoitetaan siten, että esimerkiksi tarpeelliset varaosat ehditään tilata ajoissa. Määräaikaisten alihankintahuoltojen osalta muistutus tapahtuu niin aikaisessa vaiheessa että huolto ehditään tilata alihankkijalta. Määräaikaishuollot pyritään toteuttamaan niin, että seuraavan määräaikaishuollon ajankohtaan ei tarvitsisi luoda uutta huoltokorttia, vaan huoltokorttiin päivittyisi seuraavan määräaikaishuollon ajankohta ennalta asetetun aikamäärään mukaisesti.

Määräaikaishuollot jaksotetaan niin, että kunnossapito-osastolle ei aiheudu niiden vuoksi hetkittäisiä kuormituspiikkejä. Esimerkiksi sähkökaappien määräaikaiset kunnossapitotoimenpiteet jaetaan tasaisesti koko vuoden ajalle. Osa määräaikaishuolloista on kuitenkin pakko jaksottaa toteutettavaksi seisokkien aikana. Tällainen on esimerkiksi nosturien vuosittainen tarkastus. Määräaikaishuoltojen jaksotuksesta voidaan luoda raportti viemällä tieto huoltojen ajankohdista Exceliin, jolloin voidaan luoda ajankohdista esimerkiksi kaavio, johon on merkitty vuoden kullekin viikolle ajoitetut määräaikaishuollot.

7.7 Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto

Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto aloitettiin luomalla valimon tärkeimmille koneille konekortit. Kun konekorttikanta todettiin riittävän kattavaksi, voitiin aloittaa huoltokorttien käyttäminen. Loput konekortit voidaan luoda koneeseen kohdistuvan huoltotarpeen ilmetessä. Määräaikaishuoltojen kirjaaminen järjestelmään aloitetaan, kun järjestelmä on niiden osalta valmis.

Huoltokorttien luonti päätettiin toteuttaa aluksi vain työnjohdon toimesta, jotta käytännöt saadaan helpommin yhtenäiseksi. Kun kunnossapitojärjestelmän käyttö on omaksuttu tarpeeksi hyvin ja mahdolliset käytössä ilmenevät ongelmat tai puutteet saadaan korjatuksi, niin voidaan huoltokortteja alkaa luomaan myös muiden työntekijöiden toimesta. Huoltokorttien käyttäminen vaatii kunnossapidon työntekijöiden ja työnjohdon perehdyttämisen. Thereforen ja kunnossapitojärjestelmän käyttöön. Canon Oy toimitti kone- ja huoltokorttien käytöstä ohjekirjan, jonka avulla kunnossapitojärjestelmän käyttäjät saadaan perehdytettyä.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja ottaa käyttöön kunnossapitojärjestelmä Peiron Oy:ssä. Tavoitteena oli saada aikaa kunnossapitojärjestelmä, joka on yksinkertainen ja helppokäyttöinen, jotta sen käyttö ei kuormita kunnossapidon työntekijöitä merkittävästi. Kunnossapitojärjestelmän tärkeimmät ominaisuudet olivat vikahavaintojen ja kunnossapidon suorittamien huoltotoimenpiteiden tallentaminen sekä määräaikaishuoltojen toteutumisen varmistaminen.

Peiron Oy:lle luotu kunnossapitojärjestelmä vastaa hyvin asetettuja tavoitteita. Järjestelmä on helppokäyttöinen ja samalla järjestelmän käyttö helpottaa Thereforen käytön omaksumista muutenkin. Kun järjestelmään merkitään sekä vikahavainnot että kunnossapidon suorittamat toimenpiteet, luodaan samalla valimon koneille kattava huoltohistoria. Kunnossapitojärjestelmän työjono ja muistutusjärjestelmä estävät määräaikaishuoltojen epähuomiossa tapahtuneet laiminlyönnit.

Kunnossapitojärjestelmään tallentuvaa tietoa voidaan jatkossa käyttää hyödyksi valimon kunnossapitostrategian laadinnassa. Kun koneiden vikaantumisten säännöllisyydestä saadaan tietoa, voidaan vikaantumismallin perusteella määritellä mahdollisia toimenpiteitä ratkaisuksi ja perustella ehkäisevän kunnossapidon tarvetta. Kunnossapitojärjestelmän työjonon avulla kunnossapito-organisaatiolla on edeltävää tilannetta paremmat mahdollisuudet ajoittaa kunnossapidollisia toimenpiteitä siten, että tuotanto häiriintyy niistä mahdollisimman vähän.

Tieto vikaantumisten säännöllisyydestä luo mahdollisuuden suunnitella kunnossapidon varaosavarasto nykyistä paremmin. Opinnäytetyössä valimon toiminnan kannalta kriittisenä osana pidettävä piiskan koukku on esimerkki varaosasta, jonka varastointi on helppo suunnitella. Koukun vaihtoväli on kolme kuukautta ja koukun vikaantuminen vaihtojen välissä on epätodennäköistä, joten koukku ei kannata pitää varastossa, vaan tilata se juuri ennen vaihtoa toimitettavaksi. Tässä tapauksessa kunnossapitojärjestelmän määräaikaishuollon ilmoitus asetetaan muistuttamaan tulevasta koukun vaihdosta ensimmäisen kerran, kun uuden koukun tilaaminen on ajankohtaista.

LÄHTEET

Keskinen, R & Niemi, P. 2011. Induktiouunit. ValuAtlas. Tulostettu 2.1.2017.
http://www.valuatlas.fi/tietomat/koosteet/sulatus_tao/index.html

Järviö, J & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: Copy-Set Oy.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. Tuottavuutta käynnissäpidolla. 1. painos. Kerava: Savion Kirjapaino Oy.

Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen, K., Lumme, V., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S. & Mäkeläinen, R. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Kerava: Savion Kirjapaino Oy.

Opetushallitus. n.d. Kunnossapito menestystekijä. Tulostettu 2.11.2016.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>

Peiron Oy. 2012. Laatukäsikirja. Ei saatavilla. Luettu 5.1.2017.

PSK 6800. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 6.5.2008. PSK Standardisointi. http://www.psk-standardisointi.fi.elib.tamk.fi/Standard/Suojattu_hakemisto.htm

SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 10.11.2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/162967.html.stx>

ST 96.01. Sähkölaitteiston hoito ja kunnossapito. 15.2.2003. Sähkötieto ry. Sähkötieto Oy.

ST 96.02. Hoito ja kunnossapito-ohjelman laadinta. 15.9.2002. Sähkötieto ry. Sähkötieto Oy.

Sähtöturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.

Tukes. 2011. S4-11 Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. Tulostettu 4.1.2017.
<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/>

Wireman, T. 2014. Total productive maintenance. 1. painos. New York: Industrial Press, Inc.

LIITTEET

Liite 1. Peiron Oy:n tuotantokaavio, jossa on esitetty tuotannon tärkeimmät prosessit

(salattu)

Liite 2. Ensimmäisen vaiheen kriittisyysanalyysi

(salattu)

Liite 3. Piiskan ja uuni 1:n osakohtainen kriittisyysanalyysi

(salattu)

Liite 4. Kunnossapidon osastot konekorteille

Kunnossapidon osastot konekorteille

- Valimo
- Kaavaamo
- Sulatus
- Putsaamo
- Malliveistäjä
- Lämpökäsittely
- Koneistamo
- Tarkastus
- Sähkö