

Opinnäytetyö (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Koneautomaatio
2013

Olli Anttalainen

LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO AHR- LINJALLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Olli Anttalainen

LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO AHR-LINJALLA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Stairon Oy:n AHR-tuotantolinjaa ja pyrkiä parantamaan sen toimintavarmuutta. Useat häiriöt olivat vaivanneet tuotantolinjaa ja riski toimitusten myöhästymisestä oli kasvanut. Opinnäytetyöllä haluttiin turvata suhteet asiakkaisiin ja lisätä linjan kannattavuutta.

Työssä esitellään AHR-linja ja tutustutaan kunnossapidon Reliable Centred Maintenance -teoriaan ja Vika- ja vaikutusanalyysin tekemiseen. Teorioita käytettiin keinojen löytämiseen linjan luotettavuuden parantamiseksi. Tutkimusmenetelmänä työssä on käytetty erilaisia korjaavia ja tutkivia huoltotoimenpiteitä ja haastatteluja.

Työn tuloksena saatiin parannettua luotettavuutta. Keinoja olivat ohjeistukset koneen käyttöä varten, korjaustoimenpiteet ja modernisoinnit. Lisäksi työssä tuotettiin riskianalyysi ja seurantalomakkeet linjan kehittymisen seurantaan varten.

ASIASANAT:

Kunnossapito, RCM-analyysi, Vika- ja vaikutus analyysi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Machine Automation

2013 | 32

Instructor Veikko Välimaa

Olli Anttalainen

RELIABLE CENTRED MAINTENANCE ON AHR- PRODUCTION LINE

The purpose of this thesis was to examine the AHR-production line in Stairon Ltd and try to improve the reliability of the production line.

This thesis presents the AHR-production line and introduces the Reliable Centred Maintenance theory and the making of Failure Modes and Effects Analyses. The theories were used to find ways to improve the reliability of the production line. The research methods used to gather information were maintenance work and interviewing.

As a result of the thesis, a variety of ways to improve the reliability of the production line were found. The measures were guidelines for the use of the machine, repair and modernization. In addition, risk analyses and monitoring forms were produced to monitor the development of the production line.

KEYWORDS:

Maintenance, RCM, FMEA

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| KÄYTETYT LYHENTEET | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 STAIRON OY | 8 |
| 3 AHR-LINJA | 9 |
| 3.1 Kemppihitsaussolu | 9 |
| 3.2 Plasmahitsaustyöpisteet | 9 |
| 3.3 Puristinkone | 10 |
| 3.4 Kokoonpano | 10 |
| 4 KUNNOSSAPITO JA RCM | 11 |
| 4.1 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito | 11 |
| 4.2 RCM:n historia ja päämäärät | 12 |
| 4.3 RCM-prosessi | 13 |
| 4.3.1 Toiminnot ja suorituskystandardit | 14 |
| 4.3.2 Toimintahäiriö | 14 |
| 4.3.3 Vikaantumistavat | 14 |
| 4.3.4 Vikojen vaikutukset | 14 |
| 4.3.5 Vikojen seuraukset | 15 |
| 4.3.6 Vikaantumisten hallinnan tehtävien valinta | 15 |
| 4.4 SRCM | 16 |
| 4.5 Vika ja vaikutusanalyysi, FMEA | 17 |
| 4.5.1 Vioittumistapa | 17 |
| 4.5.2 Vioittumistapojen analysointi, valinta ja taso | 17 |
| 4.5.3 Vioittumistapojen kategoriat | 18 |
| 5 TUTKIMUSTYÖ | 20 |
| 6 KEINOT LUOTETTAVUUDEN PARANTAMISEKSI | 21 |
| 6.1 Perekdytys | 21 |
| 6.2 Riskien vähentäminen | 23 |
| 6.3 Modernisointi | 28 |
| 6.3.1 Kemppihitsaussolun korvaaminen laserhitsaus-menetelmällä | 28 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 6.3.2 Puristinkoneen ohjelmamuutokset | 28 |
| 7 YHTEENVETO | 30 |
| LÄHTEET | 32 |

KUVAT

- Kuva 1. Puristinkoneen S5-95U logiikka.
Kuva 2. Jumiutunut neulalaakeri.
Kuva 3. Kiekkohitsauskoneen yläpesä.

KÄYTETYT LYHENTEET

| Lyhenne | Lyhenteen selitys (Lähdeviite) |
|---------|---|
| AHR | Aqua Heat Recovery |
| RCM | Reliability Centred Maintenance |
| TPM | Total Productive Maintenance |
| SRCM | Streamlined Reliability Centred Maintenance |
| FMEA | Failure Modes and Effect Analyses |
| LASER | Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation |

1 JOHDANTO

Stairon Oy on vuonna 2009 perustettu turkulainen konepaja, joka on keskittynyt teollisuuden alihankintatoimituksiin. 2013 Syksyn aikaisen taloustilanteen vuoksi pk-yrityksille on ensiarvoisen tärkeää pitää kiinni toimitusvarmuudesta. Tämän vuoksi tuotantokatkoksien hallitseminen on keskeistä tilausten onnistumisessa.

Tämä opinnäytetyö tehdään Stairon Oy:n AHR-tuotantolinjan luotettavuuden kehittämiseksi. AHR-linja on jo pitkään kärsinyt luotettavuusongelmista ja tuotannonkatkoksista on tullut ongelma. Ongelmien vuoksi tilaaja halusi ratkaisuja ja teetätti tämän opinnäytetyön niiden löytämiseksi. Opinnäytetyön tavoite on löytää tärkeimmät ongelma-kohteet ja keskittyä yhden ongelman sijasta useamman ratkaisun löytämiseen ja riskien vähentämiseen.

Opinnäytetyön tulokset tullaan käsittelemään RCM-metodiikan mukaan. Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon avulla tuotetaan ohjeistuksia ja työkaluja kunnonvalvontaan. Eniten luotettavuutta haittaaville laitteille haetaan korjauskeinoja ja osalle laitteista osittaista uusimista. Opinnäytetyö rajataan paperisuunnitelmiin ja tavoitteeksi ei ole otettu konkreettisten muutostöiden toteuttamista opinnäytetyön aikana. Haastavinta opinnäytetyössä on rajata opinnäytetyötä ja tutkia mahdollisimman montaa luotettavuuden kannalta merkittävää kohdetta.

Opinnäytetyössä tutustutaan aluksi luotettavuuskeskeisen kunnossapidon teoriaan, josta edetään tutkimusmenetelmien kautta saatuihin keinoihin luotettavuuden parantamiseksi. Lähteinä on käytetty pääasiassa alan kirjallisuutta, huoltotöitä ja haastatteluja.

2 STAIRON OY

Stairon Oy on vuonna 2009 perustettu metallialan yritys Turun Pansiossa. Stairon Oy valmistaa tuotteita ja laitekokonaisuuksia eri teollisuuden aloille ruostumattomasta ja haponkestävästä teräslevystä, sekä alumiinista. Stairon Oy työllistää keskimäärin noin 75 henkilöä, ja sen liikevaihto oli vuonna 2012 noin 12 miljoonaa euroa. Yrityksen nuoresta iästä huolimatta Stairon Oy:n osaaminen ulottuu 1960-luvulle, jolloin Valmet käynnisti ilmastointiosaston Pansiossa. Vuonna 2009 Stairon Oy osti Metsolta Metso Paper Turku Works Oy:n ja oli mukana perustamassa S4i Steel 4 industry-vientirinkiä. Stairon Oy toimittaa pääasiassa tuotteita Metso Oy:lle. (Stairon Oy 2013.)

Stairon Oy on koko sen olemassa olon ajan pyrkinyt luomaan uusia asiakasyhteyksiä kotimaisille- ja kansainvälisille markkinoille. Tavoitteeseen on pyritty hankkimalla ammattitaitoisia työntekijöitä ja pitämällä kiinni lupauksista asiakkailla.

Stairon Oy:n toimiala on hyvin kilpailtu ja katteet ovat maltilliset. Tämän vuoksi Yritykselle on tärkeää onnistua toimituksissa ensimmäisellä kerralla ja näyttää asiakkaille, että olemme luotettava yritys, jolta kannattaa jatkossakin ostaa. Tämä opinnäytetyö toimii osana juuri asiakkaiden luottamuksen rakentamista ja aseman parantamista kovilla markkinoilla.

3 AHR–LINJA

AHR-linja on tuotantolinja, jossa valmistetaan ilma-vesi-lämmönvaihdinkkenoja. AHR-linja voidaan jakaa neljään osaan: Kemppi-hitsaussoluun, plasmahitsaus-työpisteisiin, puristinkoneeseen ja kokoonpanoon. Kemppi-hitsaussolu, plasma-hitsaus työpisteet ja puristinkone valmistavat kennoihin pattereita, joissa neste kiertää. Kennojen muut osat valmistetaan yrityksen muissaosissa, ja ne tuodaan kokoonpantavaksi AHR-linjalle. AHR-linjan luotettavuusongelmat liittyvät juuri patterien valmistukseen, joten linjaston esittely kohdistuu patterin valmistukseen kuuluviin koneisiin ja prosessiin.

3.1 Kemppihitsaussolu

Kemppi-hitsaussolu on vuonna 1987 rakennettu solu, jossa kaksi ruostumattomasta teräksestä valmistettua levyä hitsataan yhteen kiekko- ja pistehitsausmenetelmillä. Kemppisolun laitteet ovat lastauskone, kuljettimet, rata, kiekkohitsauskone, pistehitsauskone, jäähdytyskoneikko ja ohjauspöytä.

3.2 Plasmahitsaustyöpisteet

Patterinlevyjen yhteen hitsauksen jälkeen patterien tulo- ja lähtöaukot on avarrettava. Avarrukseen käytetään hydraulista pöytää, johon patteri kiinnitetään. Avarrus tehdään putkia varten, jotka hitsaaja hitsaa plasmahitsauksella avarrettuihin aukkoihin. Putket on asennettava, jotta patterit pystytään kokoonpanemaan kennoon ja puristinkoneen vesiyhteet pystyvät liittymään niihin pullistus-paineen synnyttämiseksi. Plasmahitsaustyöpisteen laitteet ovat kaksi hitsauspöytää, kaksi plasmahitsauskonetta ja imukuppinostimet.

3.3 Puristinkone

Puristinkone on vuonna 1997 alihankintana rakennettu kone, jolla patterien kammiot pullistetaan vesipaineella. Puristuskoneen yhteydessä on koeponnistuspenkki, jossa pullistetut patterit koeponnistetaan vuotojen löytämiseksi. Koeponnistuspenkin lisäksi puristinkoneen yhteydessä on myös koeponnistuspiste hapotuksesta tulleille kennoille. Puristinkoneen laitekokonaisuudet ovat ohjauspöytä, puristuslesti, kuljetin, puristuslohkot, hydraulikkakoneikko, nestesäiliöt ja koeponnistuspenkki. Puristinkoneeseen on tehty vuoden 2013 kesän lopulla perushuolto. Perushuollossa huollettiin muun muassa hydraulikkajärjestelmää ja öljynsuodatusta parannettiin.

3.4 Kokoonpano

AHR-kennon kokoonpano tehdään käsityönä esivalmistetuista kennon osista. Kokoonpanossa käytetään käsityökaluja, ilmatyökaluja ja koeponnistuspistettä. Kokoonpano tapahtuu puristinkoneen edessä pukkien päällä. Kokoonpantu kenno täytetään ilmalla ja lähetetään Stairon Oy:n alihankkijalle hapotettavaksi. Hapotuksen jälkeen kenno koeponnistetaan vedellä ja tutkitaan vuotojen varalta.

4 KUNNOSSAPITO JA RCM

Kunnossapito on asioiden pitämistä toimintakunnossa. Kunnossapito ei rajoitu vain koneisiin ja laitteisiin vaan se käsittää kaikki ylläpitoa vaativat asiat kuten: prosessit, rakennukset, liikenneverkostot, tietoverkostot ja lvi-verkostot. Asioita pidetään toimintakuntoisina siten, että ne toimivat luotettavasti, esiintyvät viat korjataan sekä ympäristö ja turvallisuusriskit hallitaan. (Järviö 2006, 14.)

Kunnossapito on vanhan näkemyksen mukaan ollut vikojen korjausta, mutta nykyään kunnossapito on nähtävä osana tuotantoa. Nykyaikaisella kunnossapidolla pyritään ylläpitämään ja säilyttämään tuotantokykyä ja tuotettavan tuotteen laatua. (Järviö 2006, 11.)

Suomen standardisoimisliitto SFS kuvaa kunnossapitoa seuraavasti: ”kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon” (SFS-EN 13306, 2010).

4.1 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Kunnossapidon yksi vaikeimpia osa-alueita on ollut ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. Ennen nykyaikaisia kunnossapitostrategioita, kuten TPM ja RCM, kunnossapito on perustunut valmistajien ohjeisiin ja käytännön kokemuksiin. Tästä johtuen ehkäisevää kunnossapitoa on tehty liikaa. Koneiden turha avaaminen ja purkaminen lisäävät vikaherkkyyttä, eikä ylimääräinen työ ole kustannustehokasta. Kunnossapitostrategioilla huolto voidaan kohdentaa sinne, missä sitä tarvitaan, ja vähentää sieltä, missä sitä on jo liikaa. (Järviö 2006, 123.)

4.2 RCM:n historia ja päämäärät

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM, Reliability Centred Maintenance) kehitettiin 1960-luvulla siviili-ilmailun tarpeisiin ja sitä käytetään nykyään monilla eri teollisuudenaloilla. RCM käsittää päätöslogiikkaan, jonka avulla saadaan selvitettyä kohteen kriittiset kohdat, vaadittavat kunnossapitotoimet ja vaatimukset rakenteille ja laitteille. Tulokset perustuvat tunnettuihin vikoihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin turvallisuuteen käyttöön ja talouteen. Päätöslogiikkaan lopputuloksena saadaan perusteet mahdollisille kunnossapitotehtäville. (Järviö 2000, 20.)

RCM-metodin keskeisimmät päämäärät ovat seuraavat:

- priorisoidaan prosessien laitteet ja kohdistetaan kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavallisimmat priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu
- selvitetään laitteiden vikaantumismekanismit ja luodaan pohja oikeille ja tehokkaille kunnossapitomenetelmille.
- kunnossapidon piiriin sisällytetään myös sellaiset raja- ja turvalaitteet, jotka prosessien toimiessa eivät ole aktiivisia.
- laaditaan valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä, sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä.
- koneiden käyttöhenkilökunta opetetaan seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.
- kun kunnossapito kohdistetaan sinne, missä sitä tarvitaan, voidaan laskea kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta sekä laitteiden luotettavuutta. (Järviö 2006, 125.)

4.3 RCM-prosessi

RCM on prosessi, jonka avulla määritellään tarpeelliset kunnossapidolliset toimenpiteet valitulle tuotantovälineelle, jotta se tekisi jatkuvasti omistajansa siltä haluamaa toimintoa senhetkisessä toimintaympäristössään. (Järviö 2006, 127.)

Käytännössä suunnittelu aloitetaan selvittämällä, missä kunnossapitoa eniten tarvitaan. Prosessit määritellään ja asetetaan tärkeysjärjestykseen ja selvitetään millaisia koneita ja laitteita prosesseissa on. Tämän jälkeen tutkitaan, millä tavalla kyseessä olevat laitteet voivat vikaantua ja millaiset seuraukset näillä vikaantumisilla on. Seuraavaksi laitteet asetetaan tärkeysjärjestykseen vikaantumisien seurausten vakavuuden mukaan. Tämän jälkeen tutkitaan eri kunnossapidollisia keinoja vikojen korjaamiseksi ja selvitetään onko niiden käyttö missäkin tapauksessa järkevää. Näiden askeleiden perusteella voidaan kirjoittaa uusi kunnossapito-ohjelma. (Järviö 2006, 124.)

RCM-prosessia aloittaessa on kysyttävä seuraavat seitsemän kysymystä:

- mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit tilassa ja tilanteessa missä se on?
 - mitä tapahtuu tai jää tapahtumatta kun laite rikkoontuu?
 - mikä aiheuttaa laitteen toimimattomuuden?
 - mitä tapahtuu kun vikaantumisen tai häiriön yhteydessä?
 - mitä vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa?
 - mitä voidaan tehdä kunkin häiriön tai vikaantumisen havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
 - mitä tehdään, jos ei ole keinoja ennakoida tai ehkäistä vikaa?
- (Järviö 2006, 127.)

4.3.1 Toiminnot ja suorituskystandardit

Laitteiden toiminnot ja suorituskystandardit tulee määrittää, jotta tiedetään mitä kunnossapidolla yritetään saavuttaa ja mitä käsite vika tarkoittaa kyseessä olevalla laitteella. (Järviö 2006, 127.)

4.3.2 Toimintahäiriö

Kunnossapidon tavoitteet asetetaan tuotantovälineen toimintojen ja niihin liittyvien suoritustahtimusten pohjalta. Toimintahäiriö on silloin kyseessä, kun laite ei toimi käyttäjää tyydyttävällä tavalla. Toimintahäiriö voi siis olla täydellinen pysähtyminen tai jonkin asteinen vajaan toiminta esimerkiksi AHR - linjalla patteri ei pullistu tarpeeksi, tai laitteen käyttäminen on vaarallista. (Järviö 2006, 128.)

4.3.3 Vikaantumistavat

Toimintahäiriöiden määrittelyn jälkeen selvitetään kaikkia mahdollisia syitä, jotka saattavat aiheuttaa vikaantumisen. Mahdolliset vikaantumistavat ovat jo tapahtuneita vikatilanteita ja mahdollisia vikatilanteita, joita oletetaan tulevaisuudessa tapahtuvan. (Järviö 2006, 128.)

Syitä vikaantumistavoille ovat tuotantovälineiden normaali kuluminen, inhimilliset virheet ja suunnitteluvirheet. Vikojen alkusyyt tulee selvittää tarkasti, jotta ne voidaan toimintoja muuttamalla ehkäistä. (Järviö 2006, 128.)

4.3.4 Vikojen vaikutukset

Seuraavassa vaiheessa selvitetään vikojen vaikutukset. Selvitys tehdään kaikille vioille, jotka on listattu. Jokaisen vian kohdalla kysytään seuraavat asiat:

- mistä nähdään, että vikaantuminen on tapahtunut
- millaisia riskejä vikaantuminen aiheuttaa terveydelle tai ympäristölle

- miten vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon tai toimintaan
- mitä konkreettisia vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa
- mitkä ovat korjaustoimenpiteet (Järviö 2006, 128-129.)

4.3.5 Vikojen seuraukset

Vikojen seuraukset voidaan jakaa neljään osaan:

- piilevien vikojen seuraukset: piilevillä vioilla ei ole suoraa vaikutusta, mutta ne voivat käynnistää ketjureaktioita, jotka johtavat vakavampiin seurauksiin.
- turvallisuus ja ympäristöseuraukset: jos vika aiheuttaa vamman tai mahdolliset päästöt ylittävät säädökset.
- toiminnalliset seuraukset: vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon (määrä, laatu, käyttökustannukset ja välittömät korjauskustannukset)
- ei-toiminnalliset seuraukset: Vikaantuminen ei aiheuta turvallisuuteen tai toimintaan liittyviä seurauksia. Seuraukset ovat korjauksista aiheutuvia välittömiä kustannuksia. (Järviö 2006, 129.)

Keskittämällä viat näihin neljään kategoriaan, voidaan kunnossapito kohdentaa niihin kohteisiin, jossa seuraukset yrityksen toimintaan ovat suurimmat ja jättää vähemmälle huomiolle ne, joiden seuraukset ovat vähäisemmät. (Järviö 2006, 129.)

4.3.6 Vikaantumisten hallinnan tehtävien valinta

Vikaantumisten hallinnan tehtävät jaetaan kahteen ryhmään:

- proaktiiviset tehtävät: tehtävät joita tehdään ennen kuin laite ei toimi. Tehtävät voidaan jakaa kolmeen ryhmään: jaksotettu korjaus, jaksotettu uusiminen ja kunnonvalvonta. Kunnonvalvonta sisältää myös ne toimenpiteet, joihin ryhdytään havaintojen perusteella.

- korjausohjeet, toimintaohjeet: jos laitteelle ei voi määritellä tehokasta ehkäisevää kunnossapitoa, niin laaditaan ohjeet, joiden mukaan toimitaan laitteen vikaantuessa. Tähän ryhmään kuuluu myös vikadiagnostiikka ja korjaava kunnossapito. Näitä toimenpiteitä siis tehdään kun laite on rikki. (Järviö 2006, 129.)

Vikaantumisen hallinnan keinoja ovat muun muassa uudelleensuunnittelu, vikasietoisten rakenteiden käyttö, monitorointi eli käynninvalvonta ja varmentaminen eli kahdennetaan järjestelmiä joita voi järkevästi kahdentaa. (Järviö 2006, 131-133.)

Jaksotettu korjaus ja jaksotettu uusiminen ovat yhtä kuin ennakoiva kunnossapito. Jaksotettu korjaus sisältää toimenpiteitä, kuten osan uudelleenvalmistamisen, laitteen tai sen osien määräaikaistarkastukset. Jaksotettu uusiminen on laitteen tai sen osakokonaisuuden uusintaa riippumatta sen kunnosta tai eliniästä. (Järviö 2006, 130.)

Kunnonvalvonta perustuu siihen, että alkanut vikaantuminen voidaan havaita ja tunnistaa aistein, mittauksin tai toiminnan muutoksina. Kunnonvalvonnan tarkoituksena on reagoida vikaantumisiin ennakoivasti eli havaita ennen kuin laite ei toimi. Kunnonvalvonnan ongelmana on aistein havaittaessa se, että jokainen aistihavainto on subjektiivinen eli eri henkilöt kokevat ja tulkitsevat havainnot eri tavoin. Viat vaativat myös nopean vasteajan, koska aistittavan laitteen oire yleensä indikoi, että vika on jo edennyt pitkälle. (Järviö 2006, 127-130.)

4.4 SRCM

Alkuperäinen RCM - metodi on usein todettu raskaaksi ja kalliiksi, koska se tutkii kaiken eikä oletta mitään. Tämän vuoksi markkinoille on tullut useita ”kevennettyjä” versioita RCM-metodista, joita kutsutaan nimellä SRCM. SRCM (Streamlined Reliability Centred Maintenance) on siis kevennetty versio RCM-metodista. SRCM tekee erilaisia ”oletuksia” päätösten pohjaksi ja sen kanssa

voidaan käyttää jo olemassa olevaa materiaalia kyseessäolevasta tai vastaavasta prosessista. (Järviö 2006, 125.)

4.5 Vika ja vaikutusanalyysi, FMEA

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) on analysointimenetelmä, joka pyrkii tunnistamaan sellaiset viat, jotka vaikuttavat merkittävästi tutkittavaan kohteeseen. FMEA-analyysillä selvitetään myös mitä vaikutuksia ja seuraksia tietyllä vialla on. (Järviö 2000, 32.)

4.5.1 Vioittumistapa

Vikaantuminen on tapahtuma, joka aiheuttaa vikatilanteen. Vikatilanne on tapahtuma, joka vaikuttaa tutkittavan kohteen suorituskykyyn haitallisesti. Mekanismi eli tapa, jolla vioittuminen tapahtuu, kutsutaan vioittumistavaksi. Vioittumistavan tulee sisältää tarpeeksi tietoa, jotta voidaan valita oikea tapa valvoa kohteen kuntoa. Liian pieni määrä tietoa, johtaa pinnalliseen strategiaan ja taas liian suuri määrä tietoa kasvattaa analyysiprosessiin kuluvaan aikaa. Parhain tapa listata vioittumistavat on ensin listata erilaiset vikatilanteet ja sen jälkeen niihin johtaneet vioittumistavat. (Järviö 2000, 32.)

4.5.2 Vioittumistapojen analysointi, valinta ja taso

Tehokkaan kunnossapidon perusedellytys on vioittumistapojen tuntemus. Yksittäinen laite voi vikaantua monella eri tavalla ja tuotantolinjassa näitä tapoja voi olla satoja. Kaikkien vioittumistapojen läpikäyminen on työlästä, mutta niiden tunteminen on avain käytännön kunnossapidon suunnitteluun ja toteutukseen, jotta vikaantumiset voidaan ehkäistä ja seuraukset tehokkaasti korjata. (Järviö 2000, 33.)

Vioittumistapojen tuntemus ja niiden analysointi auttaa havaitsemaan vikaantumiset ennen vikaantumista, jolloin vikaantuminen pystytään ennaltaehkäise-

mään ja kunnossapidon toimenpiteet suunnittelemaan etukäteen. Vikaantumisten ennakointi mahdollistaa kunnossapidon suunnittelun tuotannon kanssa, jolloin yritys voi itse valita milloin tuotanto ajetaan alas tai mahdollisesti välttää kokonaan alasajolta. Vioittumistapojen tunnistaminen myös auttaa priorisoimaan tehtävät kunnossapitotyöt, jotta huoltoresurssit voidaan sijoittaa oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. (Järviö 2000, 33.)

Eri viat toteutuvat eri todennäköisyydellä. Vikojen ilmaantuminen voi vaihdella päivittäisestä kerran miljoonaan vuoteen, mutta vika on silti mahdollinen. Pois jätettävien vikojen täytyy olla erittäin epätodennäköisiä tai niiden esiintyminen on tehty mahdottomaksi, jotta ne voidaan jättää pois analyysistä. Mukaan on siis otettava viat, jotka ovat esiintyneet samassa tai samantyyppisissä laitteissa, vioittumistavat joiden eteen tehdään ennakoivaa kunnossapitoa, kaikki mahdollisena pidettävät vikaantumistavat ja erittäin epätodennäköiset vioittumistavat, joiden vahingot tulisivat olemaan suuria. (Järviö 2000, 38.)

Oikea taso analyysille on se taso, jolla vioittumistavat voidaan tunnistaa oikean kunnonvalvonnan valitsemiseksi. Analyysin taso vaihtelee tapauskohtaisesti pienistä komponenteista suurin tuotannon osiin. Ennakoivaa kunnossapitoa vaativat kohteet vaativat yksityiskohtaisempaa analyysia ja taas yleisempi analyysi riittää kohteille, joiden annetaan vikaantua ja korjataan vasta sitten. (Järviö 2000, 40.)

4.5.3 Vioittumistapojen kategoriat

Vioittumistapoja ovat muun muassa kuluminen, suunnitteluvirheet ja käyttövirheet. Vioittumistavat voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- tapaukset, joissa laitteen suoritustaso laskee halutun tason alapuolella.
 - tapaukset, joissa haluttu taso nousee laitteen suorituskvyn yläpuolelle.
 - tapaukset, joissa laitteen toiminta ei täytä sille asetettuja vaatimuksia.
- (Järviö 2000, 34.)

Ensimmäisessä tapauksessa laitteen suoritustason lasku syynä voivat olla esimerkiksi kuluminen, voiteluhäiriöt, lika, osien irtoaminen tai inhimillinen tekijä. (Järviö 2000, 34.)

Toisessa tapauksessa laitteen halutun tason nosto voi aiheuttaa sen, että haluttua tasoa nostetaan niin kauan, että laite ei enää pysty suoriutumaan halutusta tehtävästä. Kuormitustason nosto voi myös aiheuttaa paljon vikaantumisia, jolloin laitteen luotettavuus putoaa. Tarkoituksellinen ylikuormitus voi tuottaa lyhyellä aikavälillä hyötyä, mutta pidemmällä aikavälillä hyödyt menetetään laskeeneen luotettavuuden vuoksi. (Järviö 2000, 35.)

Kuormitusta voivat myös nostaa pullonkaulojen poistot, jolloin ennen vähemmällä kuormituksella päässeet laitteet joutuvat kovemmalle kuormitukselle. Kuormituksen nousu voi myös olla tahatonta, esimerkiksi käyttäjä voi käyttää laitetta väärin tai hankitut materiaalit ovat huonolaatuisia ja aiheuttavat tämän vuoksi häiriöitä tuotannossa. (Järviö 2000, 35.)

Kolmannessa tapauksessa laitteistolla vaaditaan suoritustasoa, jota se ei yksinkertaisesti pysty täyttämään. (Järviö 2000, 36.)

5 TUTKIMUSTYÖ

Tutkimustyö liittyen AHR-linjaan alkoi kesällä 2013. Kesän ja syksyn aikana linjaan tutustuttiin tekemällä korjaavia toimenpiteitä linjalle yhdessä kunnossapitokumppanin kanssa. Linjaan liittyviä vikatilanteita oli lähes viikoittain ja eniten luotettavuusongelmia aiheuttaneet koneet erottuivat nopeasti. Toimenpiteitä olivat muun muassa kemppilinjaan laakerien vaihdot, puristinkoneen koplingin vaihtotyöt ja puristinkoneen rajojen asettaminen ja patruunaventtiilien vaihdot. Korjaustoimenpiteiden lisäksi aikaa käytettiin myös linjan ohjekirjojen tutkimiseen ja tuotteen läpimenon seurantaan.

Konkreettisten huoltotöiden lisäksi tutustuttiin RCM-metodiikkaan, joka opasti tunnistamaan linjan ongelmia. Ongelmia olivat muun muassa kunnonvalvonnan puuttuminen ja ohjeistuksen puuttuminen eri vikatilanteissa. Kriittisempien kohteiden löytämiseksi tehtiin riskianalyysi, joka osoitti suurimmat ongelmakohdat. Riskianalyysistä pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen palvelemaan opinnäytetyön tavoitetta löytää ongelmakohdat. Kun ongelmakohdat tiedettiin, pystyttiin tutkimaan mahdollisuuksia vähentää riskejä. Mahdollisuuksia olivat varautumisen eri keinot: varaosien löytyminen, työvälineiden löytyminen, toiminta vikatilanteissa, huoltorutiinit ja laitteen kunnonvalvonta. Riskianalyysien ja ohjeistusten lisäksi tehtiin seurantalomakkeet, jotta linjasta saataisiin dataa mahdollisia tutkimuksia varten.

Korjaustoimenpiteiden ja eri RCM-työkalujen käytön lisäksi haastateltiin linjan käyttäjiä. Käyttöhenkilökuntaa haastateltiin eri aikoihin työn lomassa. Käyttäjät kertoivat oman näkemyksensä linjan ongelmista ja kertoivat mitä huoltotoimenpiteitä he päivittäin linjalle tekevät. Käyttäjien haastatteluista nousi myös esiin tarve puristuskoneen ohjeelle, joka kertoisi mitä käyttäjän tulee tehdä missäkin vikatilanteessa. Haastatteluista ja korjauksista saatu tieto kirjattiin yrityksen verkkoasemalle yleisesti luettavaksi ja osin kirjoittajan omiin päiväkirjoihin.

6 KEINOT LUOTETTAVUUDEN PARANTAMISEKSI

Tähän kappaleeseen on koottu eri keinoja, joilla AHR-linjan luotettavuutta voidaan parantaa. Keinot voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: perehdytykseen, riskien vähentämiseen ja modernisointiin. Nämä keinot on koottu ja kohdennettu FMEA-analyysin tuloksien avulla ja RCM-metodiikan oppeja soveltaen.

6.1 Perehdytys

Ensimmäinen keino parantaa linjan luotettavuutta on perehdyttää käyttöhenkilöstöä. AHR-linjalla ei ole aiemmin ollut kunnonvalvonta strategiaa tai menettelyohjeita eri vikaatilanteissa. Toiminta vikaantumistilanteissa perustuu opittuihin toimintamalleihin, joita on noudatettu kaksi vuosikymmentä. Ohjeistuksen puuttuminen on tuottanut ongelmia silloin, kun varsinaista käyttöhenkilökuntaa ei ole ollut paikalla. Näin on ollut esimerkiksi loma-aikoina ja henkilöiden sairastellessa. Ohjeistuksen tavoitteena on parantaa linjan luotettavuutta, auttaa ratkaisemaan vikaatilanteita ja auttaa tunnistamaan ja ennakoimaan vikaantumistavat ennen kuin vikaantuminen on jo tapahtunut.

Kunnonvalvontaohje on laadittu FMEA-analyysin ja empiirisen tutkimisen tuloksena. Ohjeen tarkoitus on opettaa käyttäjät tunnistamaan vikaantumistapoja ja ilmoittamaan niitä ajoissa ennen vikaantumista. Ohjeeseen on myös sisällytetty päivittäisiä huoltotoimenpiteitä, joiden avulla laitteita pyritään pitämään kauemmin toimintakuntoisina. Huoltotoimenpiteitä on tehty aiemminkin, mutta ohjeistuksen laatimisella pyritään varmistamaan se, että huoltoja ei unohdeta myöskään avainhenkilöiden poissa ollessa.

Tarkkailtavia asioita ovat muun muassa erilaiset hydraulikka- ja pneumatiikka-järjestelmien vuodot, mekaanisten liitosten ja hitsisaumojen kunto, laitteiden äänet, lämpötila laitteen käydessä, kulutusosien kunto, suodattimien kunto, tuotteen laatu, laitteen vajaatoiminta ja ei-tavalliset asiat. Kunnonvalvontaohjeen lisäksi henkilöstölle on myös tehty konekohtaiset häiriöseurantalomakkeet vika-tilastojen saamiseksi.

Toimintaohjeet puristuskoneen käyttökuntoon saattamiseksi on laadittu yhdenmukaistamaan toimintatapoja eri vikatilanteissa. Koneen kokeneemmatkin käyttäjät ovat usein epävarmoja miten vika ratkaistaan ja he kaipaavat selvästi tukea näihin tilanteisiin. Puristuskoneen vikaantumisista useat ovat helposti ratkaistavissa ja korjattavissa nopeasti. Ongelmana ratkaisuihin on vikojen tunnistaminen. Koneessa ei ole minkäänlaista näyttöä, joka kertoisi koneen käyntivaiheen tai minkä vuoksi kone on häiriintynyt ja lopettanut toimintansa. Eri vikaantumistapoja voidaan kuitenkin järjestelmällisesti sulkea pois.

Puristuskone on laite, jonka tietämätön käyttäjä pystyy rikkomaan vahingossa. Koneen pystyy ajamaan käsikäytöllä tilaan, jossa sitä ei voida käyttää viikkoihin. On siis tärkeää, että vikoja ratkoo koneen kanssa aiemmin tekemisissä ollut henkilö. Ohje on laadittu kokeneen käyttäjän avuksi esimerkiksi iltavuoroissa, jolloin huoltohenkilöstön hälytys kestää kauemmin tai sitä ei ole saatavissa.

Toimintaohjeeseen on listattu eri vikaantumismallit ja toimintaohjeet näissä vikaantumistilanteissa. Ohje sisältää yksinkertaiset ratkaisutavat eikä mene syvemmälle, koska kone saattaa väärän menettelytavan vuoksi vaurioitua pahoin. Tärkeää on painottaa, että huoltohenkilöstön puoleen kannattaa puhelimitse kääntyä jos hiemankin epävarmuutta on.

Kemppihitsaussolun hitsauskoneiden työkalut ovat erikoistyövälineitä. Välineet koneistetaan erikseen Pansion tehtaalla yrityksen oman henkilöstön toimesta. Välineitä koneistetaan ensisijaisesti vanhoja kunnostaen, mutta tarvittaessa koneistetaan kokonaan uusia. Näitä välineitä ovat hitsauskiekot ja pistehitsauskärjet. Hitsaussolun kiekkohitsauskoneen kiekot ovat suurempia, kuin pistehitsauskoneen ja niitä kuluu myös huomattavasti enemmän. Kiekkoja ja kärkiä käyttäjät vaihtavat itse.

Ongelmana näiden välineiden varastoinnissa on ollut uusien ja vanhojen sekaisin meno ja tilanteet joissa kulutusosien vähenemistä ei ole havaittu. Nämä ongelmat johtuvat siitä, että välineille ei ole erikseen osoitettua paikkaa. Varsinaisen säilytyspaikan ja säilytysjärjestelmän puuttuminen on ajoittain jättänyt väli-

neiden huollon ilman huomiota ja tilanteisiin, joissa tuotanto on ollut lähellä pysähtymistä.

Pistehitsauskärkiä on valmistettu kahdesta materiaalista, joista toinen kestää merkittävästi enemmän pisteitä kuin toinen. Näiden kärkien sekaisin meno on tuottanut ongelmia, koska huonojen kärkien hitsaamat patterit voivat paljastua vasta puristinkoneen pullistusvaiheessa, jolloin huonot liitokset paljastuvat ja kyseessä oleva tuote menee hylkyyn. Hylkyyn menee myös jokainen patteri, joka on pistehitsattu samalla kärjellä pullistetun patterin jälkeen.

Ratkaisu ongelmaan on sijoittaa hitsausvälineet samaan varaosakaappiin kuin kemppihitsaussolun varaosat tai vastaavasti täysin omaan paikkaansa. Oma paikka on oltava koneen välittömässä läheisyydessä ja sitä ei saa siirtää missään tilanteessa. Näin varmistetaan, että käyttäjä huomaa ajoissa välineiden loppumisen ja pystyy tilaamaan ajoissa uusia. Uudet hitsausvälineet on tämän lisäksi selvästi erotettava vanhoista, jotta sekaantumisia ei tule. Heikkolaatuiset kärjet on erikseen tunnistettava ja poistettava kokonaan koneen läheisyydestä. Näin varmistetaan tuotteen hyvä laatu ja vähennetään hylkyyn meneviä pattereita.

6.2 Riskien vähentäminen

FMEA-analyysin tuloksista saatiin riskiluvut eri häiriötilanteille. Riskiluvun suuruuden jälkeen on tarkasteltava varautumisasteita suurimpiin riskeihin. Onko toiminta vikatilanteessa ohjeistettu, ohjeistamaton vai varauduttu. Saaduista riskiluvuista ja varautumisasteista pystytään päättämään alueet joihin on panostettava eniten. Korkeimman riskin saivat: puristikoneen sylinterit, hydraulikka, koestuspenkin paineliittimet ja kemppihitsauskoneen jäähdytysvuodot. Esimerkki riskien vähentämisestä ja varautumisesta on varautuminen puristinkoneen sylinterien ongelmiin, joihin on varauduttu linjan yhteydessä olevin varaosin ja erikoistyo-ökaluin. Jäähdytysvuodot saivat sylinterien ohella suurimman riskiluvun, mutta toimintaa vuotojen sattuessa ei ole ohjeistettu tai korjaustarvik-

keita ei koneen läheisyydestä löydy. Jäähdytysvuotojen riskien vähentämiseksi on siis hankittava tarvittavat korjaustarvikkeet valmiiksi ja ohjeistettava henkilöstölle, miten toimitaan jos vuoto tapahtuu. Toimenpiteiden jälkeen FMEA-analyysi voidaan tehdä uudelleen ja alentaa riskiä jäähdytysvuotojen kohdalla.

AHR-linjan varaosat on sijoitettu kahteen metallikaappiin. Ensimmäinen metallikaapeista on linjan seinustalla. Toinen kaapeista on hitsauskoneen yhteydessä oleva vetolaatikosto. Ensimmäiseen metallikaappiin on sijoitettu molempien koneiden varaosia, kun taas vetolaatikossa on pelkästään kemppisolun kiekkohitsauskoneen varaosia. Seinustalla olevan kaapin järjestys on mennyt ajan kuluessa sekaisin ja varaosahaku ja kirjanpito ovat vaikeutuneet. Varaosaluettelo on luotu Excel-ohjelmalla ja se sisältää molempien koneiden varaosia satunnaisessa järjestyksessä.

Linjan varmuuden parantamiseksi varaosakaapit on järjestettävä koneittain järjestykseen. Kemppihitsaussolun lopuille varaosille on tuotava oma varaosakaappi ja molempiin kaappeihin on sijoitettava omat varaosalistansa. Käytännön kannalta listaan on parempi lisätä kaikki varaosat koneittain ja merkittävä erikseen päivitys päivämäärä aina kun varaosakantaan tulee muutoksia.

Puristinkoneen S5-sarjaa oleva logiikka on vanha ja Siemens on ilmoittanut, että tuotetuki S5-logiikoille loppuu vuonna 2013 ja sen jälkeen Siemens ei takaa saatavuutta S5-logiikan osille. (Siemens 2013.)

Puristinkoneen toiminnan varmistamiseksi on kaksi vaihtoehtoa. Joko S5-logiikan kortteja on ostettava varastoon häiriöiden varalta tai logiikka on vaihdettava uudempaan versioon. S5-logiikan kortit maksavat noin XXXX€ kappaleelta ja niiden saatavuuden loppumisen jälkeen ainoa keino saada kortteja on korjata vanhoja kortteja. Korttien hankkiminen varaosiksi ja korjauskustannukset tulevat nopeasti kalliimmaksi, kuin uusi logiikka. Kuvassa 3. (sivulla 25) on nähtävillä puristinkoneen nykyinen S5-logiikka.



Kuva 1. Puristinkoneen S5-95U logiikka.

Kiekkohitsauskone on tuottanut eniten häiriöitä AHR - linjalle kesäkuu 2013 - marraskuu 2013. Kiekkohitsauskone lopettaa levyelementtien hitsauksen jos sen akselit vastustavat liikettä tarpeeksi. Vastustus voidaan todeta pyörittämällä kiekkoa käsin. Hitsausakselin neulalaakeri on jumiutunut jos kiekkoa on raskas pyörittää. Jumiutumiset ovat käyttäjien tietojen mukaan lisääntyneet ajansaatossa. Ongelmaa aiheuttava kiekko on kahdesta kiekosta ylempi. Sen purkaminen ja kokoaminen kestää vähimmillään 3-4 tuntia ja työhön vaaditaan kaksi asentajaa. Häiriöihin on varauduttu tarvittavin varaosin ja työtavat ja välineet ovat vakiot.

Ensimmäinen syy ylemmän hitsauskiekon jumiutumiseen on epäilty olevan sähkönsä johtumisesta neulalaakerille. Sähkönsä johtuminen on selvästi nähtävissä osassa hajonneista neulalaakereista. Sähkö näkyy laakerin neuloissa eräänlaisena hitsattuna viivana, joka kiertää koko laakerin neulat samasta kohtaa. Johtumista vastaan on käytetty muuntajaeristepaperia, jota kierretään laakerin ym-

pärille, niin että pesä on erotettu neulalaakerista. Eristäminen auttaa laakeria kestämään pidempään, mutta ei ratkaise ongelmaa. Kuvassa 2. on nähtävillä jumiutunut neulalaakeri. Neulalaakerille haettiin korvaajaa paikallisilta laakeritoimittajilta, mutta sähköeristettyä neulalaakeria ei ole saatavilla. Kiekkohitsauskone on toiminut aiemmin pitkiäkin aikoja samoilla osilla ilman eristystä, jonka vuoksi vikojen oletettiin johtuvan koneen osista, joita ei ole vaihdettu korjausten aikana. Nämä osat ovat kiekkohitsauskoneen pesä, akseli ja hopealaahaimet.



Kuva 2. Jumiutunut neulalaakeri.

Pesän ja akselin osien saatavuutta kysyttiin asiantuntijalta. Asiantuntijan mukaan akselista ja sen laahaimista on olemassa koneistuskuvat ja osat on mahdollista valmistaa heidän toimesta. Asiantuntijan mukaan Stairon Oy:ssä kohdatut ongelmat viestivät kuitenkin akselin ja laahainten kulumisesta. Asiantuntijan olettamusta vahvistaa kiekkohitsauskoneen ylikuumentuminen, joka viestii juuri akselin kuparipinnan ja laahainten pinnan kulumisesta. Epätasaisuudet häiritsevät suuren sähkövirran kulkua pesästä akselille, jolloin syntyy enemmän vastus-

ta ja sitä kautta lämpöenergiaa. Kiekkohitsauskoneen pesät, akselit ja laahaimet päätettiin lähettää asiantuntijalle kunnostettavaksi ja tutkittavaksi asian varmistamiseksi. Kuvassa 3. on nähtävillä kiekkohitsauskoneen yläpesä lähdössä kunnostettavaksi.



Kuva 3. Kiekkohitsauskoneen yläpesä.

Asiantuntija selitti myös, että kiekkohitsauskoneen viat voivat johtua myös vääräntyyppisestä neulalaakerista. Neulalaakeri huomattiin tarkastuksessa olevan eri mallia kuin valmistaja on ilmoittanut. Ero laakereiden välillä on välyksen suuruus laakerin ja akselin välillä. Käytössä olleet laakerit ovat saattaneet jumiutua lämpölaajenemisen vuoksi, koska tilaa pyöriä ei ole ollut. Neulalaakerin on luultavasti vaihtunut korjausten yhteydessä ja uusi osa on aina virheestä eteenpäin tilattu vanhan perusteella. Jatkoa varten oikea varaosa kirjattiin ylös ja tyyppitiedot vaihdettiin varaosalistaan. Tämän lisäksi väärät varaosat tullaan poistamaan koneen läheisyydestä.

6.3 Modernisointi

6.3.1 Kemppihitsaussolun korvaaminen laserhitsaus-menetelmällä

Kiekkohitsauksen lisäksi lämmönvaihtokennoja voi nykyään hitsata myös laser-menetelmällä. Kennoelementinlevyt ovat RST-levyjä, joiden hitsaamisen riittää kahden kilowatin laserhitsauskone. Laserhitsausta on kokeiltu Turun koneteknologiakeskuksessa, jossa kaksi levyä on hitsattu yhteen ehyellä hitsillä. Pullautuksissa on onnistuttu matalilla paineilla, mutta kokeiluja ei ole tehty korkeilla vesipaineilla. KTK:n lisäksi on olemassa myös yrityksiä, jotka ovat valmistaneet lämmönvaihdinpattereita lasermenetelmällä. (Hiltunen 2013.)

Laserin suurin hyöty kiekkohitsaukseen nähden on sen nopeus. Kiekkohitsauskoneen hitsausnopeus liikkuu noin 10–20 mm sekunnissa. Laserilla taas voidaan hitsata useita senttejä sekunnissa. Laser kuitenkin vaatii, että hitsattavat levyt ovat puristettuina toisiinsa, jotta kestävä hitsi voidaan saavuttaa. Hitsauskolvin yhteyteen tulisi rakentaa laite, joka puristaa levyjä samalla kuin hitsi etenee. Yksi ratkaisu ongelmaan olisi hyödyntää kiekkohitsauskone uudessa prosessissa. Kiekoista poistettaisiin hitsausvirta, ja ne palvelisivat vain puristimena hitsauskolville, joka olisi asennettu kiekkojen perään. Puristamisen lisäksi laserhitsaus toisi myös uuden haasteen. Laserhitsaus tuottaa valoa, joka on haitallista ihmissilmälle. Hitsausta varten käyttäjät tulisi suojata hitsausvalolta rakentamalla koneen ympärille suoja. (Hiltunen 2013.)

6.3.2 Puristinkoneen ohjelmamuutokset

Ohjelmamuutoksella voidaan parantaa koneen vikatilanteisiin liittyvää diagnosointia. Uusi logiikka mahdollistaisi erillisen näyttöpaneelin asennuksen puristinkoneen ohjauspöytään. Näyttöpaneeli pystyy kertomaan koneen toimintavaiheen ja vikatilanteessa ilmoittaa, mikä on mennyt vikaan. Näyttö voisi pystyä myös kertomaan käyttäjälle esimerkiksi mitä testipenkin rajaa on siirrettävä, jotta koneen toiminta jatkuisi normaalisti. Vikadiagnostiikan lisäksi näyttöön voitai-

siin lisätä erilaisia laskureita, joilla pystyttäisiin seuraamaan muun muassa läpimenoaikoja ja tuotantomääriä. (Hupponen 2013.)

Ohjelmamuutoksilla puristinkone voitaisiin saada korjaamaan itse itseään. Puristinkoneen pääsylinterien liikkeitä ohjaa 18 patruunaventtiiliä, jotka sijaitsevat koneen puristinlohkojen sivussa polven korkeudella. Patruunaventtiilit jumiutuvat aika-ajoin esimerkiksi roskan joutumisesta venttiiliin. Kun venttiili jumiutuu, puristinkone ei pysty viemään ohjelmaa loppuun ja kone pysähtyy. Harjaantunut käyttäjä pystyy asettamaan koneen käsiajolle ja ajamaan sen alkutilaan, jolloin työkierto voidaan aloittaa alusta. Vika korjaantuu, jos roska on itsestään irronnut venttiilistä. Tilanteessa, jossa vika ei korjaannu, on venttiilejä aloitettava vaihtamaan vian korjaamiseksi. Vaihdon suorittaa huoltohenkilöstö. Viallista venttiiliä ei voi ulkoapäin päätellä, joten korjaukset on tehtävä kokeilemalla. Käytännössä useimmiten samat venttiilit vikaantuvat ja ne vaihdetaan vikatilanteessa ensin. Vaihtoja suoritetaan niin kauan, että vika korjaantuu. Uuteen ohjelmaan voitaisiin lisätä toiminto, joka koneen toiminnan pysähtyessä yrittäisi puristaa uudelleen korkeapainepuristuksella. Korkeapainepuristus voi saada mahdollisen roskan liikkeelle, jolloin koneen toiminta jatkuisi normaalisti. Tilanteessa, jossa vika ei korjaannu korkeapainepuristuksella, kone voisi puristaa lohkoja yksi kerrallaan, kunnes vastaan tulisi puristinlohko, joka ei suorita puristusta halutulla tavalla. Tässä vaiheessa kone pystyisi paikantamaan vian ja kertomaan sen huoltohenkilöstölle.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja löytää keinoja Stairon Oy:n AHR-linjan luotettavuuden kehittämiseksi. Työkaluina kehityskohteiden löytämiseksi käytettiin RCM-metodiikkaa ja FMEA-analyysia. RCM-metodiikkaa sovellettiin kevennettynä SRCM-mallina, koska alkuperäisen RCM:n todettiin olevan liian raskas AHR-linjan kehittämiseksi.

Työn ensimmäinen vaihe oli hahmottaa AHR-linjan prosessi. Prosessin hahmottamiseksi piirrettiin miellekarttoja ja luotiin Excel-ohjelmalla prosessikaavio. Prosessikaavion, lyhyen häiriötilaston ja empiiristen kokemusten avulla luotiin riskianalyysi, jossa koneen eri osat arvioitiin vakavuuden ja todennäköisyyden mukaan numeroin. Numerot kerrottiin yhteen, jolloin saatiin riskiluvut eri kohteille. Suurin osa korkeista riskiluvuista oli odotettavissa, mutta esiin tuli myös yllättäviä kohteita, joihin ei kiinnitetty huomiota ennen analyysin tekoa.

Työnantaja toivoi, että tutkittavia kohteita olisi sekä puristinkoneesta että kempilinjasta. Riskianalyysin avulla tutkimus- ja kehityskohteiden määrää pystyttiin rajaamaan mielekkäämmäksi. Tuloksena keinoja luotettavuuden kehittämiseksi olivat modernisointityöt, revisiot, ohjelmointimuutokset, varaosien varastointi ja kunnonvalvonta- ja käyttöohjeistus.

Opinnäytetyön alue kasvoi laajaksi hyvin nopeasti. Hyvin tarkoista analyyseista oli tarve pidättäytyä ja katsottava AHR-linjaa kokonaisuutena. Erilaisia keinoja luotettavuuden kehittämiseksi saatiin monia ja ongelmia lähestyttiin monesta suunnasta, kuten käyttäjien perehdytys ja konkreettiset laitekorjaukset. Työn laajuuden vuoksi eri alueiden syvällisyys vaihteli ja osasta kehityskohteista pystyi tekemään kokonaan oman opinnäytetyönsä, jossa mahdollisuudet voitaisiin kartoittaa perusteellisemmin, esimerkiksi kiekkohitsauksen korvaaminen laserimenetelmällä ja kemppilinjan lastauskoneen modernisointi.

Projektin aikataulu osoittautui nopeasti haasteelliseksi. AHR-linjan luotettavuusongelmat johtuivat useista syistä ja alkupalaverien jälkeen päätettiinkin luopua konkreettisista muutostöistä työn aikana. Muutostöistä luovuttiin, koska

linjan kokonaisuuden hahmottaminen todettiin vievän paljon aikaa ja työn läpivieminen muiden töiden ohella oli haasteellista halutussa aikataulussa.

On vaikea arvioida eri keinojen toimivuutta luotettavuuden kehittämiseksi. Nopean aikataulun vuoksi tuloksena saatiin useita keinoja luotettavuuden kehittämiseksi, mutta niitä tullaan toteuttamaan ja kokeilemaan vasta opinnäytetyön jälkeen. Aika näyttää, auttoivatko tässä työssä saadut tulokset AHR-linjan luotettavuutta ja mitä osia tästä opinnäytetyöstä sovelletaan linjalle.

LÄHTEET

Hiltunen Teemu, Asiantuntija, haastattelut syksy 2013.

Hupponen Joonas, Insinööri, haastattelut kesä-syyskuu 2013.

Kunnossapitoyhdistys ry. 2000. Jorma Järviö. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Kunnossapitoyhdistys ry. 2006. Jorma Järviö. Kunnossapito. 3., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia.

Siemens Oy 2013. S5-tuotteiden elinkaari on loppumassa. Viitattu 16.11.2013 <http://www.siemens.fi> > industry sector > Teollisuus > Tuotteet ja järjestelmät > Automaatiotekniikka > Ohjelmoitavat logiikat (SIMATIC) > S5.

Stairon Oy 2013. Historia. Viitattu 16.11.2013 <http://www.stairon.fi> > Yritys > Historia.