

Paperitehtaan linjakäyttöjen ennakkohuollon tehostaminen

Mikko Haapaniemi

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelman opinnäytetyö

Insinööri (ylempi AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Haluan kiittää Efora Oy:ta positiivisesta suhtautumisesta omatoimiseen opiskeluun ja mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Kiitokset Jaakko Etolle ja Matti Ollikaiselle opinnäytetyön ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Efora Oy:n kunnossapitoasentajia Martti Mieltusta sekä Teuvo Haapaniemeä asiantuntijalausunnoista liittyen DC- linjakäyttöjen ennakkohuoltojen kehittämiseen. Kiitoksen sana kuuluu myös ABB:n tuotepäällikölle Petteri Raiviolle ja Tiltek Oy:n toimitusjohtaja Kimmo Angerialle, jotka niin ikään antoivat omat näkemyksensä linjakäyttöjen ennakkohuollosta.

Erityisesti haluan kiittää rakasta vaimoani Niinaa, joka hoiti kotiaskareet ja lapset keskittyessäni opinnäytetyön tekemiseen. Lämmin kiitos kaikille taustajoukoissa toimineille henkilöille, jotka mahdollistivat tuellaan ja avullaan tämän opinnäytetyön valmistamisen.

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Ins. Mikko Haapaniemi
Opinnäytetyön nimi:	Paperitehtaan linjakäyttöjen ennakkohuollon tehostaminen
Sivuja (joista liitesivuja):	74 (12)
Päiväys:	12.3.2013
Opinnäytetyön ohjaajat:	DI Jaakko Etto, Kemi- Tornion AMK, Ins. Matti Ollikainen, Efora Oy
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Efora Oy. Aiheena oli paperitehtaan linjakäyttöjen ennakkohuollon tehostaminen, joka sisälsi ennakkohuollon tarkastelun, mahdolliset huoltosuunnitelmien päivitysesitykset, sekä ennakkohuoltotoiminnan organisoinnin suunnittelun. Työssä ei paneuduttu linjakäyttöjen toimintaan tai niitä koskevaan tekniikkaan yleensä. Pääpaino pidettiin linjakäyttöjen häiriötilastojen sekä niiden aiheuttamien häviöiden analysoinnissa, jonka avulla saatiin tietoa huoltosuunnittelun kohdistamiselle.</p> <p>Työssä esitettiin keskeisiä menetelmiä kunnossapidon toteuttamisesta. Lisäksi esitettiin RCM- ja TPM- kunnossapidon perusteita, jotka viitoittavat ja määrittävät muun muassa ennakkohuollon kohdistamista oikeisiin laitteisiin. Lisäksi sivuttiin muutosjohtamisen vaikutusta uusien toimintamallien onnistuneeseen käyttöönottoon.</p> <p>Työn toteuttamisessa käytettiin asiantuntijoiden lausuntojen ohella kirjallisuutta, sekä koulutusohjelman luentoaineistoja. Lisäksi suurena apuna oli 10 vuoden oma-kohtainen kokemus kunnossapidosta. Työtä lähdettiin toteuttamaan ajamalla häiriödata SAP- toiminnanohjausjärjestelmästä ja TIPS- tehdasjärjestelmästä. Data analysoitiin ja saatuja tuloksia käytettiin yhdessä kokemuseräisen tiedon ja muun lähdemateriaalin kanssa ennakkohuoltojen määrittämisen perustana. Lopputuloksena tehtiin esitys linjakäyttöjen huoltosuunnitelmien sisällöstä ja otettiin kantaa ennakkohuollon organisoimiseen.</p> <p>Linjakäyttöjen huoltosuunnitelmien keskeisin huomio oli, että ennakkohuolto on puutteellista. Puutteellisuuden lisäksi huoltosuunnitelmat eroavat merkittävästi linjojen kesken toisistaan, vaikka kyseessä olisi samanlainen linjakäyttö. Osa tehdyistä huolloista ei ole järjestelmässä vaan ne tehdään kunnossapitäjän kokemukseen perustuen. Toiminnallinen ongelma ennakkohuollon toteuttamisessa nähdään ennakkohuollon organisoinnissa. Ennakkohuoltoa tehdään häiriökorjauksen lomassa, jolloin suunnitellut huoltokierrokset voivat häiriintyä.</p>	
Asiasanat: RCM, TPM, kunnossapito, ennakkohuolto, muutosjohtaminen, linjakäyttö, huoltosuunnitelma.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Technology Competence Management
Author:	Mikko Haapaniemi
Thesis title:	Improvement of Preventive Maintenance of Paper Mill Drives.
Pages (of which appendixes):	74 (12)
Date:	March 12, 2013
Thesis instructors:	Jaakko Etto, MSc, (tech.), Matti Ollikainen, Maintenance Manager, Efora Oy
<p>This study was made for Efora Oy. The topic was the improvement of the preventive maintenance of the Stora Enso Veitsiluoto paper mill drives. The work consists of a review of the preventive maintenance concerning the drives, possible update suggestions and furthermore, the suggestion of reorganizing the preventive maintenance. The emphasis was not on the drive technology itself. Instead, the main focus was on analyzing the drive failure statistics and losses caused by these failures. The failure data was analyzed in order to be able to present actions for the preventive maintenance of the drives.</p> <p>The work presents the main methods of performing the maintenance. In addition, the basics of RCM and TPM maintenance are presented. On the basis of RCM and TPM maintenance, it is possible to determine on which devices and equipment the maintenance must be focused on. Additionally, a brief overview on change management is presented.</p> <p>The results of the work are based on the expertise of the drive specialists and on the failure data from the ERP system of the Stora Enso Veitsiluoto Mill. In addition to these, literature concerning maintenance and the lecture material of the Technology Competence Management programme were used to carry out the research. Furthermore, the work experience in the field of maintenance supported in conducting the thesis.</p> <p>As a result of the research, it was found out that the preventive maintenance concerning the drives is inadequate. Furthermore, the maintenance plans differ between similar drives. Some of the preventive maintenance actions are not coded into explicit knowledge, i.e. they do not exist in the company's ERP system. Thus, the preventive maintenance actions are carried out on the basis of tacit knowledge, i.e. the personal work experience of the maintenance personnel. Overall, the preventive maintenance is difficult due to the fact that the same maintenance personnel perform both the preventive maintenance and the failure corrective actions simultaneously. Hence, there may be delays in performing the preventive maintenance actions.</p>	
<p>Keywords: RCM, TPM, preventive maintenance, change management, multidrive, maintenance plan.</p>	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 KUNNOSSAPITO	10
2.1 Kunnossapidon aikakäsitteet	11
2.2 Kunnossapidon kehitys.....	12
3 MUUTOS KUNNOSSAPIDON KEHITTÄJÄNÄ	14
3.1 Muutosjohtaminen.....	14
3.2 Muutosjohtaja.....	15
4 KUNNOSSAPITO JA RCM	18
4.1 RCM: Luotettavuuskeskeinen kunnossapito	18
4.2 RCM kategorioi ja antaa vastauksia	19
4.3 RCM-menetelmä työkaluna.....	20
4.4 FMEA RCM:n työkaluna	22
4.5 FMEA ja historiadatan tärkeys.....	24
4.6 RCM-projekti päättyy, mitä nyt?.....	26
5 TPM: TUOTTAVA KUNNOSSAPITO.....	28
5.1 TPM:n perustus 5S	29
5.2 TPM muutoksen suunnannäyttäjänä	30
5.3 TPM:n peruspilarit	31
5.4 TPM- kunnossapito	34
5.5 TPM:n taloudelliset tavoitteet	35
5.6 OEE/KNL Tuotannon kokonaistehokkuus.....	37
5.7 KNL- tekijät: käytettävyys, nopeus ja laatu	37
6 LINJAKÄYTTÖJEN HÄIRIÖIDEN KARTOITUS.....	40
6.1 TIPS- Tehdastietojärjestelmä	40
6.2 SAP R/3- Toiminnanohjausjärjestelmä	40
6.3 TIPS- datan purku	41
6.3.1 TIPS- datan analysointi	42

6.4	SAP- datan purku	43
6.4.1	SAP- datan analysointi.....	44
6.5	Johtopäätelmät häiriödatasta	45
7	LINJAKÄYTTÖJEN ENNAKKOHUOLTO.....	46
7.1	Ennakkohuoltojen suunnittelu	46
7.2	Linjakäyttöjen huoltosuunnittelu.....	47
7.3	Ennakkohuollon organisointi ja johtaminen.....	50
8	TOIMENPITEET ENNAKKOHUOLTOTOIMINNAN PARANTAMISEKSI	54
8.1	Elektrolyyttikondensaattorin käyttöikä ja huolto	54
8.2	Vaihtovirtakäyttöjen ennakoivat mittaukset.....	55
8.3	Toimenpidesuosituksset.....	56
9	KOULUTUS.....	58
10	POHDINTA	60
	LÄHTEET.....	61
	LIITTEET	62

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PK	Paperikone
PPK	Päällystyspaperikone
OEE/KNL	Kokonaistehokkuus
FMEA	Failure mode and effect analysis
FMECA	Failure mode, effects and criticality analysis
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi
VVKA	Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi
RCM	Reliability centered maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
TPM	Total productive maintenance, tuottava kunnossapito

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä selvitetään Stora Enson Veitsiluodon paperitehtaan linjakäyttöjen ennakkohuollon nykytila. Lisäksi kartoitetaan millaisia häiriöitä linjakäytöissä on esiintynyt ja kuinka suuria hävikkejä ne ovat aiheuttaneet tuotannolle ja kunnossapidolle. Huoltosuunnitelmien kehittämisen lisäksi mietitään, miten ennakkohuolto saataisiin toimimaan entistä tehokkaammin. Toisin sanoen ennakkohuoltoa käsitellään kokonaisvaltaisesti huoltosuunnitelmista ennakkohuoltotoiminnan toteuttamiseen.

Linjakäytöt ovat yksi tärkeimmistä paperikoneen toiminnoista, joiden on toimittava, jotta paperikonetta pystytään ajamaan. Linjakäyttöjen on oltava jatkuvasti täysin toimintakunnossa, jotta käyttäjät pystyvät ajamisen lisäksi hallitsemaan tuotantolinjaa haluamallaan tavalla. Tämä osaltaan takaa paitsi laadukkaan tuotteen myös sen, että tuote ajetaan tehokkaasti läpi koko tuotantolinjan. Linjakäyttöjen tehokkaan toiminnan edellytyksenä on, että ne ovat ja pysyvät täydessä toimintakunnossa koko elinkaarensa ajan.

Jotta linjakäytöt tai laitteet yleensä pystyvät toteuttamaan niille annetun tehtävän 100 %:n tehokkuudella, on kaiken toimittava juuri niin kuin on suunniteltu toimivan. Laitteita on pystyttävä huoltamaan niin, että tuotantolinjoilla voidaan ajaa, kun on tarve ajaa. Tämä asettaa haasteet kunnossapidolle, jonka on tiedettävä, mitä tarkastetaan ja mitataan koneiden käydessä, jotta mahdolliset alkavat viat saadaan selville ja pystytään korjaamaan suunnitelmallisesti. Lisäksi on kartoitettava, mitä laitteita vaihdetaan ja huolletaan määräajoin suunnitelluissa seisokeissa laitteen 100-prosenttisen toiminnan turvaamiseksi. Yksin kattavat huoltosuunnitelmat eivät kuitenkaan vielä riitä vaan lisää haasteita asettaa huoltotoiminnan tehokas varmistaminen. Ei riitä, että huoltosuunnittelu on hyvin tehty, jos huoltojen tekeminen ei ole laadukasta. Tällaista, suunnitelmallista, ennakoivaa toimintaa kunnossapidossa kutsutaan yhteisellä nimellä ennakkohuolloksi.

Linjakäyttöjen ennakkohuoltotarkastelu tuli ajankohtaiseksi kahdesta syystä. Epäiltiin, että huoltosuunnitelmat eivät välttämättä ole ajan tasalla. Toisaalta haluttiin tarkastella, mitä häiriöitä linjakäytöissä on ja millaisia hävikkejä ne aiheuttavat tuotannolle ja kunnossapidolle. Tällainen tarkastelu ja häiriöiden esiin kaivaminen antaa kuvan siitä, miten ennakkohuolto puree, jos laitetta on huollettu oikein. Lisäksi järjestelmistä esiin kaivetun häiriödatan analyysillä saadaan esiin kohteet, joiden häiriöt ovat aiheuttaneet

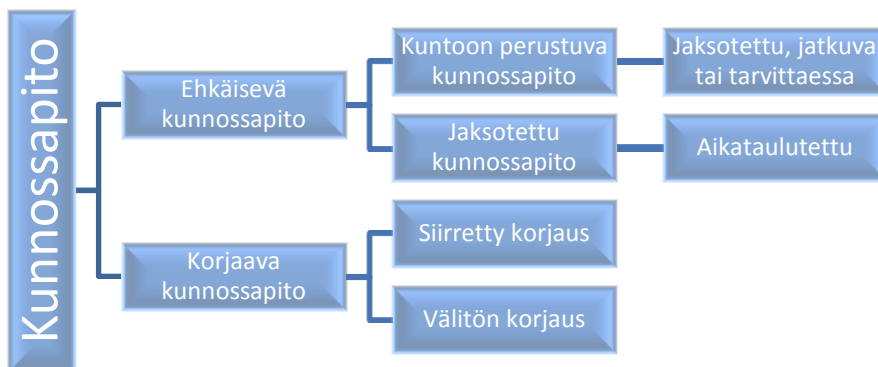
eniten häviöitä ja, mihin pitäisi panostaa, jotta linjakäyttöjen vikaantuminen saadaan hallintaan.

Opinnäytetyön toimeksiantaja Efora Oy on kunnossapitoyritys, joka tuottaa kunnossapitopalveluja pääsääntöisesti metsäteollisuuden alan yritykselle Stora Ensolle. Yritys on syntynyt 1.1.2009 metsäjätti Stora Enson käynnistämän kunnossapitotarkastelun ja -toimintojen uudelleenjärjestelyn lopputuloksena. Full Service- kunnossapidon lisäksi Efora Oy tarjoaa elinkaarenhallinta- ja suunnittelupalveluja asiakkailleen.

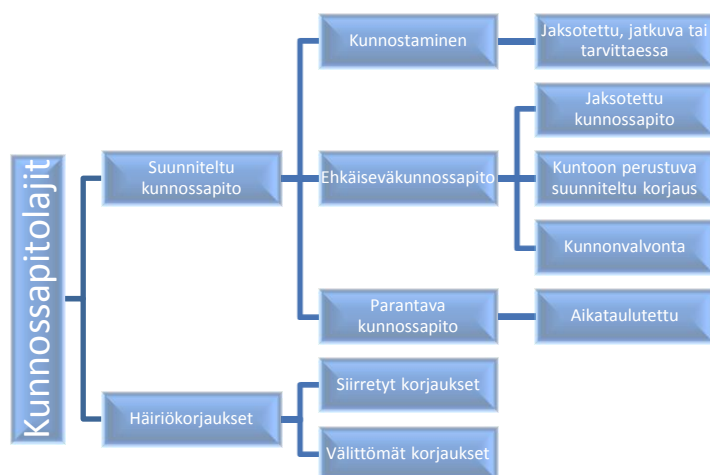
2 KUNNOSSAPITO

Vielä 1990- luvulla pääleipälaji kunnossapidossa oli häiriökorjaus. Tuolloin jo puhuttiin ennakkohuollosta, mutta siihen ei suhtauduttu riittävällä vakavuudella. Usein ennakkohuoltolomakkeet jäivät mappeihin, jotka hukkuivat häiriökorjauspyynnöistä täyttyvien lappujen sekamelskaan. Sekamelska kuvastaakin hyvin tuon aikaista kunnossapitoa. Sekamelska sanaa ei pidä tässä yhteydessä käsittää väärin. Sillä halutaan kuvata, sanotaan vaikka, ”Ei niin suunnitelmallista kunnossapitoa”. Kunnossapitajää ohjaili tuolloin asiakkaan puhelin tuotantolinjojen käydessä ja seisokissa tehtiin omien muistiinpanojen varassa olevia seisokkitöitä. Tarkkaa työsuunnittelua ei tehty kuin suurempien töiden osalta, jotka lähes poikkeuksetta koskivat telojen vaihtoa tai mekaanista kunnossapitoa yleensä.

Kunnossapitolajeja on kuitenkin useampia ja tietoisuuteen niiden olemassaolosta on viime aikoina herätty. SFS- ja PSK- standardit määrittelevät, miten kunnossapitolajit jakautuvat. Nämä jaot on esitetty kuvioissa 1 ja 2.



Kuvio 1. Kunnossapidon lajit. (Järviö 16.12.2010, luento)



Kuvio 2. Kunnossapitolajit (Järviö 16.12.2010, luento)

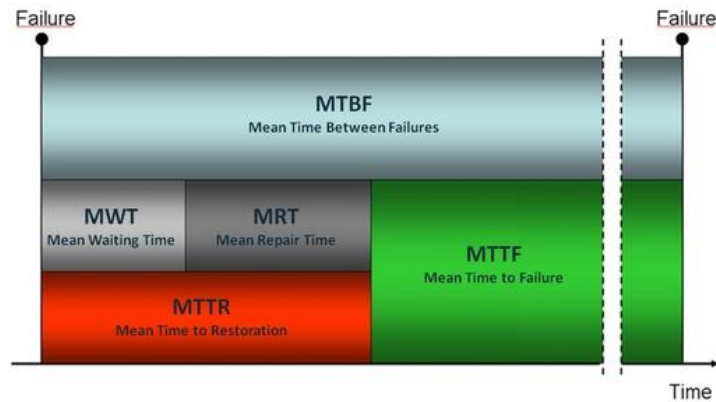
2.1 Kunnossapidon aikakäsitteet

Kunnossapidossa on aikakäsitteitä, joita mittaroimalla voidaan tehdä ratkaisuja kunnossapidon ohjaamiseen, kohdistamiseen ja tehostamiseen. Taulukossa 1 on listattu aikakäsitteet lyhenteineen. Käsitteitä selvennetään seuraavalla sivulla esitettyssä kuviossa 3.

Taulukko 1. Kunnossapidon aikakäsitteiden lyhenteet. (Lehtiö & Järviö 2012, 62)

Lyhenne	Selitys lyhenteelle
MTBF	Keskimääräinen vikaväli
MDT	Keskimääräinen seisokkiaika
MWT	Keskimääräinen odotusaika
MTTM	Keskimääräinen kunnossapitoaika
MODT	Keskimääräinen käytöstä johtuva viiveaika
MLDT	Keskimääräinen logistinen viiveaika
MTTR	Keskimääräinen vian korjausaika
MPDT	Keskimääräinen pysähdyksen vaatima huoltoaika
MUT	Keskimääräinen tuotantoaika
MTTF	Keskimääräinen vikaantumisaika
MIT	Keskimääräinen tyhjäkäyntiaika
MOT	Keskimääräinen käyntiaika

Yhtenäisen palkin muodostaa *MTBF* eli aika vikojen välillä. Kaikki muut käsitteet tapahtuvat tämän ajan sisällä. Kuviossa 3 on esitetty esimerkki, mitä ajat tarkoittavat käytännössä:



Kuvio 3. Mallinnus vikaantuvasta järjestelmästä. (Penttilä, 5.9.2012, luento)

Kunnossapidon aikakäsitteitä käytetään muun muassa häiriöitä analysoitaessa. Analyysissä kartoitetaan, mitä esimerkiksi vikojen välillä tapahtuu, ja mitä voitaisiin parantaa, jotta viasta toipumiseen menisi vähemmän aikaa. Samalla tapaa voidaan hakea, mistä häiriöseisokeiden kestot muodostuvat ja kuinka pitkiä nämä ajat ovat. Toisin sanoen oikein käytettynä aikakäsitteitä yhdistelemällä voidaan muodostaa työkalu, jolla pyritään optimoimaan toimintaa ja löytämään toimenpiteitä toiminnan tehostamiseksi. (Penttilä, 5.9.2012, luento)

2.2 Kunnossapidon kehitys

Omin silmin nähtynä kehitys kunnossapidon saralla viimeisen 15 vuoden aikana on ollut huikeaa. Kun katsotaan viimeistä neljää vuotta Veitsiluodon Stora Enson tehtaiden kunnossapidossa, on kehitys ottanut vielä isompia harppauksia kohti suunnitelmallisempaa kunnossapitoa. Kun 1990-luvulla pääpaino oli lähes täysin häiriökorjauksessa, on se nyt ennakoivassa kunnossapidossa. Aiemmin jatkuvan parantamisen ryhmiä ei ollut, ei puhuttu RCM:stä tai TPM:stä, juurisyyanalyyseistä ja niin edelleen. Ei ainakaan kenttätasolla.

Työnsuunnitelmalliseen tekemiseen panostetaan ja sitä kehitetään niin, että organisaatiot pystyvät toimimaan yhä itsenäisemmin ja itseohjautuvammin. Vastuuta jaetaan ja sitä

vastaanotetaan. Kunnossapidon ollessa enimmäkseen suunnittelematonta häiriöiden perässä juoksemista johtaa se siihen, että resurssit eivät tahdo riittää ja ajaudutaan yli-resursointiin, joka taas lisää kunnossapitokustannuksia. Efora Oy:ssä kunnossapitoa johdetaan määrätietoisesti siihen suuntaan, että kaikki tai lähes kaikki kunnossapito on suunnitelmallista. Häiriökorjaukset pyritään hoitamaan eri organisaation toimesta kuin ennakoiva kunnossapito. Tämän tarkoituksena on luonnollisesti se, että häiriökorjausta hoitavat henkilöt antavat ennakoivaa kunnossapitoa tekeväälle kunnossapitäjälle mahdollisuuden keskittyä päätoimisesti enakkohuoltoon. Vertauskuvana voidaan käyttää esimerkiksi hyvin toimivaa jääkiekkjoukkuetta. Jotta joku voi tehdä maalin, on toisen syötettävä ensin kiekko ”maalitykille” ja mikä tärkeämpää, on joukkueen toimittava yhtenä kokonaisuutena mahdollistaakseen ottelun voiton.

3 MUUTOS KUNNOSSAPIDON KEHITTÄJÄNÄ

Viimeiset ajat kunnossapidossa on eletty muutoksen aikaa. Näyttää siltä, että muutos on tullut jäädäkseen nyky-yhteiskuntaan. Jos halutaan selvittää, on muututtava ja pystyttävä muuttamaan vanhoja tapoja nopeallakin varoitusaikalla. Mikäli muutosta ei tapahdu ympäristön sitä vaatiessa, voi peli olla pelattu jo ennen kuin se ehti alkaakaan.

Muutos sinänsä koetaan enemmän tai vähemmän työyhteisöä järjestyttävänä tapahtumaketjuna. Aluksi se pelästyttää, mutta prosessin jatkuessa sen nähdään vievän monia asioita eteenpäin ja kehittävän toimintaa. Usein radikaali muutos onkin ainoa keino saada karsittua pinttyneitä käytäntöjä ja luotsata toimintaa parempaan suuntaan. Kokemus on osoittanut, että hokema: ”Muutos on mahdollisuus”, pitää enemmän paikkansa, kuin on arvattukaan.

3.1 Muutosjohtaminen

Muutosjohtaminen ja muutosjohtajat ovat oma taiteen lajinsa. Haasteeksi muutoksissa muodostuu se, miten uudet toimintamallit saadaan jalkautettua kentälle niin, että kaikki todella toimivat uuden toimintamallin mukaan. Henkilöstö on saatava sitoutettua ja luotava ymmärtämys siitä miten ja miksi näin toimitaan. Näin toimimalla kaikille luodaan edellytykset oppia toimimaan uudella tavalla. Henkilöstölle on saatava halu tehdä muutoksia yhdessä. Yksikään ihminen ei panosta tai tee töitä jonkin asiaa eteen, jos ei ole selvää miksi.

Suuret muutokset aiheuttavat aina suuria tunteita jokaisessa henkilössä. Ihmiset ovat erilaisia ja kokevat muutoksen erilailla. Muutosta voidaan kuvata käyrällä tai tapahtumaketjuna, jossa käydään läpi ihmisten tuntemuksia. Osa henkilöistä lähtee heti toteuttamaan uusia toimintamalleja. Osa puntaroi ja toimii sitten. Osa lähtee hakemaan ja keksimään muita toimintamalleja, koska ei halua toteuttaa annettua uutta toimintamallia. Viimeisessä esimerkkihenkilössä voi olla kyse nimenomaan siitä, että muutoksen takana olevia syitä ja tarkoitusperiä ei ole käyty henkilöstölle riittävän selkeästi lävitse. Joku saattaa vaipua synkkyyteen ja kieltää koko muutoksen tapahtuneen. Näillä henkilöillä muutosprosessin käsittely vie pisimmän ajan ennen kuin he voivat täysin toimia uuden toimintamallin edellyttämällä tavalla. Edellä esitetyistä esimerkeistä voidaan vetää yh-

teen, että on täysin henkilöriippuvaista, miten syvällä ”kuopassa” kukin käy tai, miten henkilöt käsittelevät muutokset. Muutosprosessia on kuvattu kuviossa 4. (Takkula 27.1, 25.2, 1.4.2011, luento)



Kuvio 4. Muutosprosessikuvaus. (Piirainen, Antti 2011. hakupäivä 3.12.2012)

3.2 Muutosjohtaja

Edellisen kappaleen alussa viitattiin, että muutosjohtajat omaavat tiettyjä ominaisuuksia. Muutosjohtajiksi pitäisi valita sellaiset henkilöt, jotka pystyvät toimimaan todellisen paineen alla ja sulautumaan erilaisiin, nopeasti muuttuviin tilanteisiin tilanteen vaatimalla tavalla. Toisin sanoen muutosjohtajan tulisi omata tilannejohtajan ominaisuudet. Muutosjohtaja pystyy myöntämään itselleen, että myös hän käy lävitse muutoksen eri vaiheet jollakin tavalla. Hän pystyy asettumaan raskaimmin muutoksen ottaneen henkilön kanssa samalle tasolle ja siten purkamaan tilanteen aiheuttaman ahdistuksen ja jännityksen. Näin toimimalla hyvä muutosjohtaja saa koko henkilöstön toimimaan huomattavasti nopeammin yhteisen, uuden toimintamallin edellyttämällä tavalla. Huonoin muutosjohtaja on jyrkkä, ei kuuntele vaan yrittää sokeasti pitää kiinni omista näkökulmistaan. Lisäksi hän yleensä pitää omia ideoitaan ja ajatuksiaan ainoina totuuksina. Pahinta, mitä huono muutosjohtaja voi tehdä on se, että hän jopa pitää aiemmin keksimistään toimintatavoistaan niin tiukasti kiinni, että muutosta ei tapahdu lainkaan. (Takkula 27.1, 25.2, 1.4.2011, luento)

Muutoksen läpikäymiseen auttavat muun muassa kokemus, ammattitaito ja itsetuntemus. Kokemus kertaalleen suuren muutoksen läpikäymisestä osoittaa, että seuraavat muutokset otetaan vastaan paljon lempeämmin. Ammattitaitoinen henkilö tietää, että hän osaa ja vieläpä itsevarmuudella höystettynä hän tietää, että oli paikka muutos millainen tahansa, siitä selvittää. Muutoksen saa sitä paremmin vietyä läpi, mitä enemmän oma henkilöstö on toteuttamassa muutosta ja mitä paremmin kaikilla on tiedossa toimintatavat joihin ollaan menossa. Esimerkiksi tuottavan kunnossapidon (TPM) metodien läpikäynti lähimmille esimiehille auttaisi varmasti ymmärtämään paremmin, miksi pieniltäkin tuntuvat kehitysideat ja parannukset ovat tärkeitä toteuttaa. Miksi esimerkiksi huoltotiloja järjestetään ja pidetään järjestyksessä? Jos henkilöstölle kerrottaisiin, että odotusajat tippuvat huomattavasti, kun työkalut ovat tietyssä paikassa ja heti otettavissa käyttöön, voisivat he alkaa ymmärtämään paremmin, miksi toimitaan niin kuin toimitaan. Miten tapaturmilta vältytään, kun paikat ovat siistejä ja järjestyksessä. Esimerkiksi OEE, suomennettuna KNL on hyvin kaukainen käsite kentällä toimivalle kunnossapitäjälle. Liian monta kertaa on tullut vastaan kysymyksiä: ”Mikä oujee oikein on?”. Kuitenkin tämä ”oujee” voi olla jopa henkilön tuloskortissa yksi tulospalkkiokriteereistä, ja henkilön oletetaan tekevän kaikkensa nostaakseen kokonaistehokkuutta. Jos henkilöstölle selvitettäisiin, mitä tapahtuu vaikkapa vikavälien välissä, miten ja mitä osatekijöitä mitataan, olisi luultavimmin suhtautuminen esimerkiksi ennakkohuoltoon kohtaan aivan toisella tasolla. Kun tänä päivänä koetaan, että kunnossapitäjää arvostetaan vain sen vuoksi, kuinka nopeasti hän saa vian ratkaistua, voisi ymmärtämys toimintamallien taustalla jylläävistä metodeista kääntää ajattelumallin pääläelleen. Huippu kunnossapitäjä onkin se, jonka vastuualueella ei tapahdu yllättäviä häiriöitä juuri lainkaan ja ennakkohuoltolistat ovat tehtynä.

Kaikki muutokset tähtäävät parempaan huomiseen. Kun muutokset saadaan vietyä kunnialla läpi ja organisaatiot toimimaan yhtenäisellä tavalla kautta linjan, ollaan menossa hyvää vauhtia kohti tehokkaampia tuotantolaitoksia ja kohti tehokkaampaa kunnossapityritystä. Kun edellytykset onnistumiselle luodaan ylimmästä johdosta lähtien, voidaan muutoksien läpiviennissä onnistua entistä paremmin. Onnistumisien kautta taataan jalansija asiakkaiden tehokkuuskumppaneina. Kunnossapidon onnistuminen on yksi suuri osatekijä myös siinä, miten rakennemuutoksissa taisteleva metsäteollisuus tulee säilymään kotimaassamme. Muuttamalla toimintatapojamme ja tehostamalla toimintaamme pystymme yhä tehokkaammin tunnistamaan ja havaitsemaan tuotantolinjoja pysäyttävät epäkohdat. Tätä kautta tulemme tekemään merkittäviä säästöjä kunnossapitokustannuk-

sien ja tuotantotappioiden vähentyessä. Tätä työtä kunnossapito tekee tänä päivänä jatkuvasti, vaikka valitettavan monta kertaa asiakkaat näkevätkin toiminnasta ainoastaan jäävuorenhuippuna tuotantolaitoksen pysäyttäneet viat ja tekniset häiriöt. Tällaisesta ajattelumallista on nykypäivänä pyrittävä pois ja tuomaan kunnossapitoa onnistumisten kautta esiin. Näin kunnossapito pystyttäisiin näkemään välttämättömän kustannuserän sijaan yhä enenevässä määrin yhteistyökumppanina ja tuotantolaitosten kehittäjänä.

4 KUNNOSSAPITO JA RCM

Laitteiden kunnossapito on muuttunut vuosikymmenten saatossa yhä haastavammaksi laitteiden monimutkaistuessa. Samalla kunnossapidon pääpaino korjaavasta kunnossapidosta on siirtynyt yhä enemmän ennakoivan kunnossapidon suuntaan. Laitteita ei enää haluta ajaa loppuun vaan niiden toiminta on pidettävä maksimaalisella tasolla koko laitteen elinkaaren ajan. Toimintakunnon takaamiseksi laitetta on huollettava riittävästi ja oikein. Kunnossapitäjän on siis tiedettävä laitekannan toimintatapa ja toimintaympäristö niin hyvin, että hän pystyy huoltamaan sitä oikein. Yksi tämän päivän suurimmista haasteista kunnossapidon osajalla onkin tehokkaan ennakkohuolto-ohjelman laatiminen.

Aiemmin ennakkohuolto on ollut pitkälti laitetoimittajan sanelema tai pitkän kokemuksen tulos. Kaikille laitteille on tehty ennakkohuolto, koska sitä ”kuuluu tehdä” ja tämä on ajanut pahimmassa tapauksessa kunnossapitäjän ylihuoltamaan laitteistoja. Ennakkohuolto on ollut enemmän tai vähemmän sanahelinää, eikä siihen oikein ole suhtauduttu vakavasti. Koska kaikkia laitteita on huollettu, on tähän joukkoon mahtunut suuri määrä laitteita, joilla ei ole suoranaista vaikutusta tuotantoprosessiin tai laatuun. Tämä on tietenkin vienyt lisää pohjaa ennakkohuollon toteuttamiselta, koska on nähty, että huollolla ei ole ollut juurikaan, jos lainkaan vaikutusta laitosten tuotantotehokkuuteen tai laitteiden luotettavuuteen. (Lehtiö & Järviö 2012, 168–169)

4.1 RCM: Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Työkalu, jolla kunnossapito pystyy luomaan toimivan ja tehokkaan kunnossapidon kunnossapidettävälle laitokselle tai kohteelle on nimeltään RCM. Se tarkoittaa luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa ja on suora suomennos englanninkielen sanoista *Reliability Centered Maintenance*. Alun perin RCM kehitettiin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvulla parantamaan lentokoneiden turvallisuutta ja luotettavuutta. Erinäisten vaiheiden kautta se on jalostunut niin, että sitä on alettu käyttämään myös tehdas- ja laitekunnossapidon työkaluna. Tässä mallissa pyritään optimoimaan kunnossapito niin, että huolletaan oikeita laitteita ja tehdään se niin, että laitteita ei yli- tai alihuolleta. Väärin kohdistettu huolto ei vähennä häiriötilastoja, joka näkyy laitosten huonompana tehokkuutena ja kunnossapitokustannuksina. Ylihuoltaminen tulee kalliiksi ja on turhaa resursseja

syövää toimintaa. Alihuoltaminen aiheuttavaa pahimmassa tapauksessa laitteen vikaantumisen pysäyttäen pääprosessin, joka tuotantolaitoksissa tarkoittaa yleensä merkittäviä tappiota tuotannonmenetyksinä ja esimerkiksi ilmailualalla henkilöiden menehtymisiä. (Parida 12.4.2011, luento)

RCM:n keskeiset päämäärät ovat seuraavat:

- Prosessin laitteille annetaan kriittisyysluokat eli ne priorisoidaan. Priorisointikriteerit ovat turvallisuus, kustannukset, ympäristövaatimukset ja laatu.
- Laitteen vikaantumismekanismit selvitetään, joka toimii pohjana oikein aikaistetuille ja oikein kohdistetuille ennakoivalle kunnossapidolle.
- Saatetaan kunnossapidon piiriin myös sellaiset laitteet, jotka prosessin toimiessa ovat ”passiivisia”.
- Laitteille, joille ei löydy tehokkaita ennakoivia toimenpiteitä, laaditaan toimenpidesuunnitelma häiriötilasta toipumiseksi.
- Opetetaan koneiden käyttöhenkilöstö seuraamaan kriittisten laitteiden toimintaa = käyttäjäkunnossapito.
- Luodaan edellytykset analysoida kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta sekä laitteiden luotettavuutta.

(Lehtiö & Järviö 2012, 163; Parida 12.4.2011, luento)

4.2 RCM kategorioi ja antaa vastauksia

Kun vikaantumismekanismit ovat selvillä, voidaan siirtyä vikojen seurauksien kategoriointiin. RCM jaottelee eli kategorioi vikojen seuraukset neljään ryhmään, joita käytetään apuna kunnossapidossa strategiselle päätöksenteolle. Jako on seuraava:

- *Piilevien vikojen seuraukset:* Ei suoranaista vaikutusta, mutta käynnistävät ketjureaktioita, jotka kehittyvät vikajoukoiksi aiheuttaen vakavia seurauksia.
- *Turvallisuus- ja ympäristöseuraukset:* Vikaantumisella on turvallisuusseurauksia, jos se aiheuttaa tapaturman tai altistaa tapaturmalle.
- *Toiminnalliset seuraukset:* Vaikuttaa tuotannon määrään, laatuun tai aiheuttaa merkittäviä kustannuksia (käyttö- ja korjauskustannukset)

- *Ei- toiminnalliset seuraukset:* Korjauksista aiheutuvat välittömät kustannukset. (Lehtiö & Järviö 2012, 166)

RCM kategorioi vikojen seurauksen niin, että se pakottaa jakamaan kaikki viat tiettyihin lokeroihin. Tällainen jaottelu taas helpottaa kunnossapitoa päättämään ja suunnittelemaan ne ennakoivat toimet, joilla eniten hävikkiä ja kunnossapitokustannuksia aiheuttavat viat saadaan hallintaan. Tämä taas johtaa vääjäämättä tehottomien kunnossapitotoimien vähenemiseen ja edelleen tehokkaampaan kunnossapitoon. (Lehtiö & Järviö 2012, 166)

Se millaisia toimia tai tehtäviä vikaantumisten hallintaan käytetään, riippuu monesta eri tekijästä. Nämä tekijät käydään systemaattisesti lävitse RCM-päätöksentekokaaviolla (liite 1). Periaate kaavion läpikäynnissä on hyvin yksinkertainen. Vastamalla kysymyksiin *kyllä* tai *ei*, edetään aina seuraavaan kysymykseen kunnes päädytään johonkin seuraavista toimenpiteistä:

- jaksotettu ennakkohuoltotoimenpide
- jaksotettu kunnostaminen.
- jaksotettu uusiminen
- jaksotettu vian etsintä (Kunnonvalvonta)
- yhdistelmä eri toimenpiteitä
- uudelleen suunnittelu
- RTF; Run To Failure (Annetaan laitteen vikaantua).

(Lehtiö & Järviö 2012, 170–173)

4.3 RCM-menetelmä työkaluna

Työkaluna RCM-prosessilla pyritään löytämään sellaiset kunnossapidolliset toimenpiteet, että laite suoriutuu sille tarkoitetusta toiminnosta häiriöttä. Häiriöttä toimimiseen lukeutuvat niin määrälliset kuin toiminnollisetkin tavoitteet. Mikäli pumppu vielä pyörii, mutta tuotto on syystä tai toisesta hiipunut, on pumpussa toiminnallinen häiriö eli se ei pysty enää suoriutumaan sille annetusta tehtävästä 100 %:n teholla. Samalla, kun mietitään laitteistoille kriittisyysluokituksia ja huoltosuunnitelmia, täytyy miettiä millä

toimenpiteillä prosessia uhkaava häiriö saadaan rajattua niin, että vaikutukset pääprosessiin olisivat mahdollisimman minimaaliset. Tosiasiaan on, että kaikkia häiriöitä ei saada kitkettyä pois. Näiden häiriöiden varalle on tehtävä suunnitelma, miten sattuneiden häiriöiden vaikutukset saadaan hallintaan. (Lehtiö & Järviö 2012, 161, 164)

Laitteita arvioitaessa ja kriittisyysluokituksia määritettäessä on käytävä seuraava kysymyslista lävitse erikseen jokaisen laitteen kohdalla:

1. Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkisessä toimintaympäristössä?
 2. Mitä tapahtuu, kun laite rikkoontuu (Mitkä toiminnot jäävät suorittamatta)?
 3. Mikä aiheuttaa kunkin laitteen toiminnon puuttumisen/vajaatoiminnan?
 4. Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?
 5. Mitä vahinkoja kukin vikaantuminen aiheuttaa?
 6. Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumismallin havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
 7. Mitä tehdään, jos sopivaa ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?
- (Lehtiö & Järviö 2012, 164)

Kuten listasta voidaan huomata, on omattava riittävästi tietoa, jotta kysymyksiin voidaan vastata. Jos kysymyksessä on suuri tuotantolaitos, on edellä mainitun listan läpikäyminen jokaisen laitteen osalta työläs, aikaa ja resursseja vaativa toimenpide. Mitä suurempi laitos on kysymyksessä, sitä laajemmaksi RCM-prosessi muodostuu. Jo yhdessä paperikonelinjassa on tuhansia läpikäytäviä laitteita. Jotta kysymyksiin löydetään oikeat vastaukset ja oikeat toimenpiteet, on prosessiin valittava varmasti oikeat henkilöt. Jos RCM-prosessin henkilövalinnat menevät pieleen, on koko prosessin tulos vaarassa. Tämä näkökohta on tärkeä, koska itse prosessissa mukana olleena voidaan todeta, että jos satsauksena RCM on suuri kustannuserä yritykselle. Näin ollen onnistumiseen kannattaa panostaa ja uhrata muutama ajatus organisointiin heti prosessin alkumetreillä. Myös projektisuunnitelma on hyvä suunnitella ja jaotella yhdessä RCM-organisaation kanssa. Henkilövalinnat kannattaa tehdä harkiten, mieluiten haastattelujen kautta. Kun valinnat on tehty, valitut henkilöt on koulutettava ja sitoutettava tekemään parhaansa prosessin hyväksi ja viemään prosessi päättäväisesti läpi. Kun henkilöstöllä on selkeä käsitys siitä, mitä ollaan tekemässä ja mihin ollaan pyrkimässä, on heidän paljon helpompi ottaa tehtävä omakseen ja sitoutua yhteisen päämäärän saavuttamiseen. Huonosti onnistunut prosessi ei palvele ketään ja voi pahimmassa tapauksessa ajaa käyttäjän ja kunnossapitä-

jän toiminnan ojasta allikkoon. Parhaita henkilöitä RCM-prosessia suorittamaan ovat laitteiden käyttäjät ja kunnossapitäjät. He tietävät miten laitteen tulisi toimia, jotta se tuottaa parhaan mahdollisen tuotteen ja tuloksen tuotantolaitokselle.

Kuviossa 5 on jaoteltu mihin edellisen sivun kysymyslistan kysymyksillä pyritään vaikuttamaan tai mihin kysymyksiin niillä haetaan vastauksia.



Kuvio 5. RCM-kysymysten kohdistuminen laitearvioinnissa.

4.4 FMEA RCM:n työkaluna

RCM- prosessia helpottamaan kehitetty, yksi monista työkaluista on vikavaikutusanalyysi, joka lyhennetään FMEA. Suomeksi lyhenne on VVA (Vika- vaikutusanalyysi). Englanninkielinen lyhenne tulee sanoista:

Fault Mode Effective Analysis

Analyysissä pyritään tunnistamaan, määrittämään ja eliminoimaan mahdollisia vikoja, ongelmia ja virheitä laitteistoista. Analyysi ei kuitenkaan keskity ainoastaan löytämään mahdollisia vikamoodeja vaan myös niiden seurauksia. Vikoja voidaan löytää niin suunnittelusta, prosessista kuin kunnossapidon toiminnoistakin. Kaikkiin ongelmiin pyritään löytämään ratkaisu niin, että mahdollisesta ongelmasta ei aiheudu kustannuksia asiakkaalle. Liitteen 2 taulukkoon on laadittu pienimuotoinen esimerkki siitä, miten FMEA- taulukko voidaan muodostaa esimerkiksi taulukkolaskenta sovelluksen avulla. Toki vikavaikutusanalyysiin on olemassa valmiitakin sovellutuksia, jotka nopeuttavat analyysin tekemistä, mutta tässä halutaan osoittaa, että taulukko voidaan laatia myös

itse. Toisin sanoen ylitsepääsemättömän vaikeasta prosessista ei ole kysymys. Ainoana edellytyksenä on, että perusteet FMEA:sta ovat hallinnassa. (Parida 12.4.2011, luento)

Liitteen 2 taulukossa on määritetty erään kuivausryhmän käyttömoottorin vikavaikutusanalyysi. Kuten taulukosta voidaan huomata, voi vikaantumisen syitä olla monia ja niiden vaikutukset voivat olla moninaiset. Kyseisessä esimerkissä ei ole inhimillisistä puutteista johtuvia vikamoodeja, mutta joissain tapauksissa, myös nämä tulevat kysymykseen. Inhimilliset tekijät ovat paljon vaikeampi ja haastavampia hallita, koska niihin vaikuttavat ”ei tekniset seikat”, jolloin vian toistuvuus ei ole monestikaan jaksottainen kuten teknisessä ongelmassa usein on. Tekniikan keinoin voidaan saada vikaantuminen hallintaan heti, kunhan se vain löydetään, mutta ihmisen toimintaa ei voida muuttaa silmänräpäyksessä vaikka ongelma tiedettäisiinkin. Kyseessä voi olla jopa opetettu ”väärä tapa” tehdä jotain asiaa, joka sitten aiheuttaa ongelmia esimerkiksi laitteiden kestävyudessa. Jos tällaista tapaa on opastettu kerta toisensa jälkeen aina uudelleen, uusille työntekijöille, on väärä työskentelymenetelmä niin syvällä toiminnassa, että uuden suunnan hakeminen sormia napsauttamalla saattaa olla haasteellista. Tässäkin tilanteessa FMEA on tehnyt tehtävänsä, koska ongelman ydin on löytynyt.

Aina, kun ongelma tai vika löydetään, mahdollisuudet sen poistamiseen ovat olemassa. Mikäli vikavaikutusanalyysia ei olisi tehty, olisi mahdollisesti vaihdettu laitteita ja luotu lisää kustannuksia sekä aiheutettu prosessikatkojen kautta tuotantotappioita vain sen vuoksi, että laitteita on ”opittu” ajamaan väärin. Ainahan tilanne ei ole tämä, mutta esimerkin opetuksena on, että jonkin tai jonkun on käynnistettävä sellainen prosessi, jossa asioita tarkastellaan niin, että jokainen joutuu katselemaan peiliin ja menemään aivan alkujuurille hakemaan ongelmaan ratkaisua. Sekin näkökohta tässä on otettava huomioon, että ihmiset monesti pahoittavat mielensä, kun ongelma löytyykin omalta vastuualueelta tai omasta toiminnasta. Tässä tapauksessa ei kenenkään tarvitse potea huonoa omatuntoa tai alkaa murjottamaan kenellekään, koska syyllinenhän on työkalu eli vikavaikutusanalyysi. Esimerkki on hieman teknisen alueen ulkopuolelta, mutta tosiasia, jota työyhteisöissä esiintyy.

Vikavaikutusanalyysia ei kuitenkaan käytetä vain vanhaa laitekantaa arvioitaessa vaan FMEA tulisi käynnistää aina kun:

- uusi systeemi käynnistyy
- vanhaa muutetaan
- uusia sovellutuksia lisätään vanhoihin
- olemassa oleviin laitteistoihin lisätään parannuksia.

(Parida 12.4.2011, luento)

Hyvin tehdyllä vikavaikutusanalyysillä pystytään tunnistamaan mahdolliset viat laitteistoissa, jolloin niihin voidaan varautua tai ehkäistä kokonaan oikealla huollolla. Lisäksi FMEA tunnistaa syyt vikaantumisille ja vaikutukset laitteiston toimintaan. Analyysi priorisoi laitteet riskiluvun (Liite 2, RPN) perusteella. Riskiluku annetaan vian esiintymistiheyden, vakavuuden ja havaittavuuden tulona. RCM-prosessin alussa laitteet jaotellaan kriittisyysluokkiin vika- vaikutus- ja kriittisyysanalyysin eli FMECA:n avulla. FMECA:n suomenkielinen termi on VVKA. Kriittisyysluokittelun luokkajako on hyvin usein jaettu A, B ja C- luokkiin. Tässä jaottelussa A on luokan kriittisin laite ja C luonnollisesti ei kriittinen laite. Tämän jaottelun lisäksi laitteille lasketaan riskiluvut FMEA:n avulla. Näiden kahden analyysin tuloksena saadaan paitsi kriittisyysluokka myös riskiluku, joiden perusteella tiedetään minne osa-alueelle prosessissa tai mille laitteille toimenpiteet olisi kohdistettava, jotta laite kykenee suoriutumaan sille suunnitellusta tehtävästä 100 %:n tehokkuudella. Vikavaikutusanalyysi ei kerro miten huolletaan, mutta se kertoo millaisten vikamahdollisuuksien varalle olisi varauduttava tai ehkäistävä niiden toteutuminen kokonaan esimerkiksi ennakoivalla kunnossapidolla. FMEA tai FMECA ei ole kertaluonteinen suoritus, vaan sitä olisi ylläpidettävä ja päivitettävä jatkuvasti. Mikäli näin ei toimita, tietokannassa olevalla datalla on vaarana vanhentua esimerkiksi päivitysten, laiteuusintojen ja prosessien muuttuessa. (Parida 12.4.2011, luento)

4.5 FMEA ja historiadatan tärkeys

Vikavaikutusanalysointia startatessa, kun kyseessä on olemassa oleva tuotantolaitos, jonka tehokkuutta yrityksen johto on päättänyt nostaa satsaamalla RCM-prosessiin, tulee kysymykseen laitteiston häiriödata. Mitä kattavampi ja täsmällisempi häiriödata on

käytettävissä, sen täsmällisempi analyysistä tulee. Lisäksi olemassa oleva data jouduttaa prosessia huomattavasti. (Härkönen 2012, 11)

Kuitenkin valitettavan usein laitteen vikaantumismuotoja arvioitaessa haasteeksi muodostuu usein juuri historiadatan saatavuus ja ennen kaikkea oikeellisuus. Laitteen häiriödata antaa kuvan siitä, millaisia vikoja laitteessa on esiintynyt, millä taajuudella ja mitkä ovat olleet vikaantumisen seuraukset. Peruslähtökohdathan selvitetään analyysillä eli mitä vikoja laitteessa voi ilmetä, mutta hyvin raportoidun vikahistorian avulla kaikkea ei tarvitse päätellä vaan päätökset voidaan perustaa faktatietoon eli dataan. Tämä säästää paitsi aikaa, niin myös sellaiset vikaantumismuodot tulevat ilmi, joita ei välttämättä muuten tulla ajatelleeksi. Mitä enemmän ja mitä tarkemmin laitteiden häiriöt kirjataan ja raportoidaan kunnossapitojärjestelmiin, sitä paremmin kunnossapito, yhdessä asiakkaitensa kanssa, pystyy kohdentamaan työpanoksensa oikein ja tekemään oikeita päätöksiä tuotantolaitosten luotettavamman toiminnan ja tätä kautta paremman tuloksen saavuttamiseksi. Raportointiin tulisikin satsata niin asiakkaan kuin kunnossapidon puolella. Toiminta pitäisi kokea ponnisteluna yhteisen tulevaisuuden eteen eikä niinkään vain toisen tehtäväksi. Hyvät vikailmoitukset hyvin raportoituna toimivat nyt ja tulevaisuudessa kunnossapitäjän kristallipallona, josta vikojen ennustettavuus vikavaikutusanalyysia tai jotain muuta RCM-työkalua apuna käyttäen saadaan aivan uudelle tasolle.

Laitteistolle kertyvä data voi olla epäkuranttia monesta syystä. Kunnossapitojärjestelmät ovat monesti monimutkaisia sovelluksia, koska niiden on taivuttava monenlaiseen ympäristöön. Tämä voi tehdä myös raportoinnista, jos ei vaikeaa, niin ainakin monimutkaista. Laitteiston käyttäjä voi kokea vikailmoituksen täyttämisen kaukaiseksi eikä anna sille juurikaan painoarvoa. Usein tähän on syynä, että tällainen toiminta on vielä suhteellisen uutta, eikä sitä alun alkaen otettu niin ”tosissaan” tuotantolaitoksen toiminnan kannalta. Ennen asiakkaalle riitti, että viat tulevat korjatuksi, kuten se riitti pari vuosikymmentä takaperin myös kunnossapidolle. Näin ollen ilmoitusten tarkkaa täyttämistä ei ole vaadittu tai sille ei myöskään yrityksen johto ole antanut tarpeeksi suurta panostaan. Tällöin kukaan muukaan ei koe asiaa tarpeelliseksi. Osin on havaittu myös, että ilmoitukset kyllä täytetään, mutta tarkkuus on suorastaan surkealla tasolla, mikä taas tekee kertyvästä datasta käyttökeltotonta. Vaikka data ei olisi täysin käyttökeltotonta, jouduttaisiin sitä ainakin stilisoimaan runsaasti ennen kuin sitä voitaisiin käyttää apuna vikavaikutusanalyysia tehtäessä. (Härkönen 2012, 11)

Tänä päivänä tilanne on onneksi kuitenkin toinen. Vaikka häiriöilmoitusten täyttäminen ei olekaan vielä aivan täysin uomissaan, on se kehittynyt huomattavasti, kun katsotaan ilmoitusten laadukkuuden lähihistoriaa. Raportointiin panostetaan niin asiakkaan kuin kunnossapidon puolellakin. Tähän on sitouduttu ja suunta on kääntymässä oikeille raitteille, jolloin ”kunnossapitäjän kristallipallon” luomiseen nyt ja tulevaisuudessa on hyvät edellytykset.

4.6 RCM-projekti päättyy, mitä nyt?

Päämääränä RCM-projektilla on nostaa laitoksen turvallisuutta, käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä alentaa kunnossapitokustannuksia. Kun RCM-projekti päättyy, pitäisi laitteilla olla kriittisyysluokitukset, riskiluvut ja näiden mukaan tehdyt ennakkohuollot eli huoltosuunnitelmat. Lisäksi henkilöstöllä tulisi olla toimintamalli, jossa he toteuttavat RCM:ää jokapäiväisessä työssään. Voidaan olettaa, että päämäärään pääsemiselle on nyt hyvät lähtökohdat olemassa. Laatu riippuu toki RCM:n onnistumisesta. Pitkäjänteinen ja raskaaksikin koettu RCM työ odottaa palkitsemistaan.

Vaikka RCM on raskas menetelmä, antaa se hyvin tehtynä tekijälleen paljon. Lisäksi täytyy muistaa, että prosessi on raskas vain ensimmäisellä kerralla, jos tuotantolaitoksen laitteistolle ei aiemmin ole tehty RCM-prosessia. Kerran tehtynä se kantaa hedelmää pitkälle tulevaan edellyttäen, että laitehierarkia pidetään ajan tasalla ja päivitetään. Laittehierarkian lisäksi huoltosuunnittelua eli ennakkohuolto-ohjelmia on pidettävä yllä, päivitettävä ja muutettava tarpeen vaatiessa. Tällaisia tarpeita tulee eteen esimerkiksi ennakkohuoltoa toteutettaessa. Esimerkissä 1 kuvataan RCM-prosessin tulemana luotua ennakkohuoltoa, jossa huomataan olevan hieman muutettavaa.

Esimerkki 1:

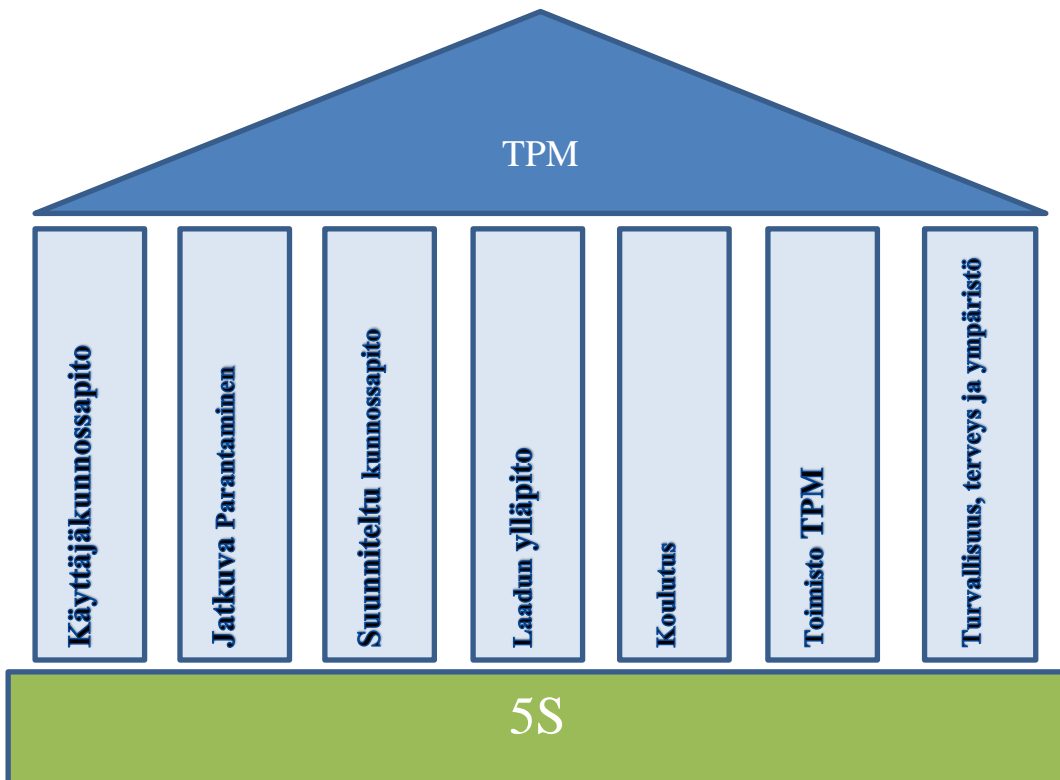
Laitteelle laaditaan ennakkohuolto-ohjelma RCM-prosessin tuloksena. Ennakkohuoltoa tehdään huoltosuunnitelman määräämällä aikavälillä ja todetaan, että laitteelle ei olekaan tarpeen tehdä huoltoa näin tiheällä välillä tai laitteelle olisi tehtävä jotain muita toimenpiteitä, jotta se pysyisi kunnossa. Tässä tilanteessa huoltosuunnitelmia voidaan muuttaa uudelleen tarkastelun tuloksena. Tällaiseen toimintaan pitäisi kunnossapitäjiä kannustaa ennakkohuoltoja tehtäessä. Täytyy muistaa, että kunnossapitäjällä

ja käyttäjällä on parhain tietämys laitteistosta ja sen toiminnoista ja tätä asiantuntemusta kannattaa ehdottomasti hyödyntää.

Esimerkissä 1 muutetaan RCM-ryhmän laatimaa huoltosuunnitelmaa. Tämä on oikea tapa toimia, jos huollon havaitaan olevan jollain muotoa puutteellinen. Huoltosuunnitelman puutteeksi luetaan myös liian tiheään tehty huolto tai ylihuoltaminen. RCM-prosessin tuloksia ei pidä pitää kiveen hakattuina totuuksina vaan on ymmärrettävä, että prosessi antaa loistavat lähtökohdat uuden toimintamallin oppimiselle ja ennakoivan kunnossapidon kehittämiseksi. Muussa tapauksessa, jos henkilöstö sokeasti alkaa noudattaa annettuja huoltosuunnitelmia, eikä samalla mieti huollon antamaa lisäarvoa, ollaan väärillä jäljillä. Tällöin kaikki potentiaali, asiantuntijuus ja ammattitaito, joka henkilöstössä on jää käyttämättä. Viesti on, että ei kannata viedä RCM:n tuloksia ainoana totuutena kentälle vaan esittää ne mieluummin uuden alkuna ja kannustaa henkilöstöä muuttamaan niitä. Sen verran on otettava takaisin, että tietenkään kaikki RCM-prosessin tuloksena laaditut huoltosuunnitelmat eivät ole väärin ja väärin ajoitettu, mutta pitkässä prosessissa virhelyöntejäkin voi tulla. Täytyy muistaa, että ideat kehittävät toimintaa ja jokainen muutosehdotus on puntaroitava tapauskohtaisesti.

5 TPM: TUOTTAVA KUNNOSSAPITO

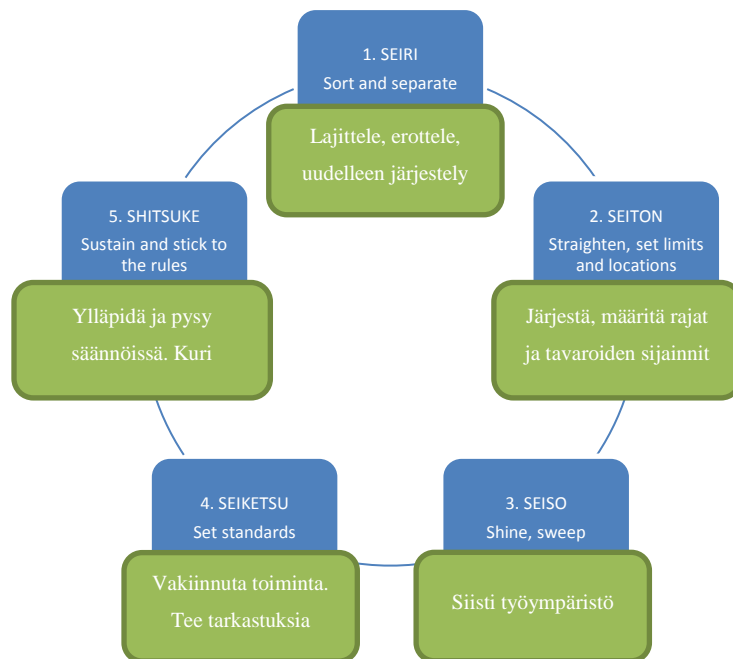
TPM eli tuottava kunnossapito keskittyy pienin askelin parantamaan taloudellista tulosta. TPM sai alkunsa Japanista vuonna 1971 ja tähtää parempaan laitteiston käytettävyyteen kunnossapidon ja tuotannon resursseja hyödyntämällä. Tässä toiminnassa ei yritäkään löytää mitään suurta ja parantaa kerralla koko maailmaa, vaan päämääränä on tehdä pienillä parannuksilla parempi lopputulos. TPM pyrkii sitouttamaan koko organisaation tekemään parhaansa yhteisen tuotantolaitoksen tuloksen eteen. Se on paitsi työkalu, jolla johto pyrkii kehittämään tuotantolaitostaan vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin, myös keino KNL:n ja kustannustehokkuuden parantamiseen. Kuviossa 6 on esitetty TPM:n rakenne. (Parida 12.4.2011, luento)



Kuvio 6. TPM:n perustus ja pilarit. (Parida 12.4.2011, luento)

5.1 TPM:n perustus 5S

TPM makaa perustuksen päällä, joka on nimeltään 5S. 5S tulee viidestä japaninkielisestä sanasta, jotka sittemmin käännettiin istumaan samaan 5S termiin englanninkielelle. Suomi olikin ilmeisesti sitten sellainen kieli, jonka terminologiaan viittä s- kirjaimella alkavaa alkuperäistarkoitustaan vastaavaa sanaa ei löytynyt. Joka tapauksessa alla, kuviossa 7, on esitetty mitä nämä sanat ovat japanin kielellä, mitä englannin kielellä ja mitä suomen kielellä sekä mikä on niiden merkitys:



Kuvio 7. 5S:n merkitykset.

Lyhyesti selitettynä perustuksen merkitys on se, että kaikki on järjestyksessä, toiminta on kurinalaista ja kaikille ja kaikelle on oma paikkansa. Kun paikat on saatu järjestykseen kohtien 1-3 mukaan ja toiminta jalkautettua niin tuotantolaitoksessa kuin kunnossapidossakin, täytyy se vakiinnuttaa normaaliksi toiminnaksi. Tähän paneudutaan kohdassa 4, jossa on mietittävä, miten toiminta saadaan osaksi jokapäiväistä toimintaa ja valvoa, että sovitut uudet toimintamallit otetaan käyttöön kaikilla tasoilla. Tässä kohdassa tyypillistä toimintaa ovat erilaiset tarkastuskierrokset, joiden tulosta mitataan erilaisin mittarein. Tällainen mittari voi olla esimerkiksi siisteysindeksi, jota mitataan viikoittain. Mittarit näyttävät miten hyvin toiminta on käytössä. Kohdassa 5 toteutetaan ja ylläpidetään kurinalaisesti edellisissä kohdissa toteutettuja ja jalkautettuja asioita. Kuten Laine kirjassaan toteaa: ”Tarkempi tutustuminen TPM:ään osoittaa, että se on itse asias-

sa käytännön järkeä järjestäytyneessä muodossa”. Tällä ”järjestäytyneellä järjellä” pyritään parantamaan kustannustehokkuutta ja kokonaistehokkuutta. Kokonaistehokkuuteen eli OEE:hen tai KNL:ään paneudutaan jäljempänä. (Laine 2010,42)

5.2 TPM muutoksen suunnannäyttäjänä

Monesti kuullaan puhuttava kunnossapitokulttuurin näivettymisestä. Sanan varsinainen merkitys tässä yhteydessä käytettynä tarkoittaa, että jotain on totuttu tekemään tiettyyn tapaan, tämä tapa on tullut kunnossapidon kulttuuriksi ja siitä pidetään kiinni. Siitä pidetään kiinni vaikka huomattaisiin, että asiat menevät huonompaan suuntaan mikäli näin jatketaan. Jos asiat eivät mene huonompaan suuntaan, niin mikään ei ainakaan kehity. TPM on yksi tapa, jolla kulttuuria pyritään muuttamaan ottamalla muutokseen mukaan koko henkilöstö viimeistä osastoa myöten.

TPM on hidas kulttuurin muutos, joka pyrkii saamaan henkilöstön tekemään oikeita asioita oikeaan aikaan. Muutokseen tarvitaan halua ja kykyä, jos jompaakumpaa ei ole, ei muutostakaan synny. Tämä taas tekee toimintamallien muuttamisesta haasteellista. Se tekee muutoksen aikaansaamisesta haasteellisen, vaikka meillä olisi valmis työkalu kunnossapitokulttuurin muuttamiseen, kuten TPM on. Jos kellään ei ole halua muuttaa mitään, ollaan ongelmassa. Tähän hyvä vertauskuva löytyy raamatusta. *Vaikka minä puhuisin ihmisten ja enkelien kielillä mutta minulta puuttuisi rakkaus, olisin vain kumiseva vaski tai helisevä symbaali* (Raamattu, 1. Kor. 13:1). TPM johtamisessa ja johtamisessa yleensä pätee samat teesit, mutta rakkauden tilalla käytetään sanaa sitoutuminen ja motivaatio. Ensin on saatava henkilöstö sitoutumaan ja motivoitumaan ja haluamaan muutosta, ennen kuin saadaan heidät tekemään yhtään mitään. Toisin sanoen olisi hyvä kertoa muutoksen syyt, mihin suuntaan halutaan mennä ja miksi. Miksi ollaan muutosten edessä? Mitä paremmin johtajana tai esimiehenä tässä onnistuu, sitä helpommin ja paremmin kulttuuri muutos saadaan ajettua läpi. Sitä enemmän saadaan henkilöstöltä ideoita yhteisen päämäärän saavuttamiseksi ja sitä varmemmin lopputulos on halutunlainen. Tässä onnistuvat parhaiten ne johtajat, jotka osaavat asettua itse muutoksen mylerryksen silmässä oleva henkilön asemaan ja samaistumaan heihin. Omaa etuaan ajavat narsistiset johtajat näkevät hyvin nopeasti, että läheisen kunnioitus ja huomioon ottaminen antaa paljon paremmat lähtökohdat muutoksen aikaan saamiseen kuin piiskan sivalukset. Mennäksemme takaisin raamatusta lainattuun vertauskuvaan voisi se tässä yh-

teydessä olla muunneltuna esimerkiksi: ”Vaikka minulla olisi TPM, RCM ja kaikki maailman työkalut kunnossapitoyritykseni toiminnan tehostamiseksi, mutta minulta puuttuisi sitoutunut ja motivoitunut henkilöstö tekisi se ponnisteluni täysin tyhjäksi”. Yhdessä tekemisen meininki on saavutettava saavuttaakseen tuloksia suurissa organisaatioissa.

5.3 TPM:n peruspilarit

TPM ei ole ainutkertainen prosessi vaan se on tapa toteuttaa kunnossapitoa. Kun TPM on omaksuttu tavaksi tehdä kunnossapitoa, pidetään siitä kiinni ja huolehditaan, että toimintamallimme toteutuu ja sitä toteutetaan sekä kehitetään kaikilla tasoilla, kaikilla osastoilla ja koko henkilöstön voimin. Kun perusta TPM:n toteutukselle on kunnossa, voidaan siirtyä eteenpäin eli toteuttamaan TPM:n seitsemää pilaria. Pilarit on esitetty aiemmin tässä luvussa sivulla 26, joita alla selvitetään.

Pilari 1. Itsenäinen kunnossapito / Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapito

Itsenäinen kunnossapito, jota kutsutaan tuttavallisemmin käyttäjäkunnossapidoksi, perustuu siihen, että itse laitteen käyttäjä eli operaattori huoltaa kykyjensä mukaan laitteita. Laitteen käyttäjällä on paras tietämys siitä, missä tilassa prosessi milläkin hetkellä on. Jos jokin prosessiosa ei enää toimi kunnolla, on käyttäjä ensimmäinen, joka huomaa ongelman. Ongelman tai vian ei tarvitse pysäyttää tuotantolinjaa kokonaan, kun siihen voidaan jo puuttua. Tuotantoteho on voinut laskea, mutta tuotantoprosessi ei ole kokonaan pysähtynyt. Käyttäjäkunnossapidon päämääränä on, että operaattorit tekisivät pääosan rutiinin omaisesta kunnossapidosta, jolloin syvempää asiantuntemusta vaativien kunnossapitotehtävien hoitamiseen jää enemmän aikaa kunnossapidon osaajille. (Laine 2010, 44-46; Parida 12.4.2011, luento)

Jatkuva parantaminen

Pilari 2. Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on yksi avaintekijä onnistuneeseen TPM:ään. Jatkuvan parantamisen avulla etsitään pieniä tekijöitä, joilla parannetaan toimintoja, prosesseja ja tätä kautta koko tuotantolaitoksen tehokkuutta. Pieniin investointeihin lähdetään helpommin mukaan ja niihin ei vaadita suurta organisaatiota hyväksymään niitä. Toiminta haastaa ja kannustaa oman henkilöstön miettimään kehitysideoita. Kun ideat tulevat omalta henkilöstöltä, on ne helpompi toteuttaa ja ottaa käyttöön ja haastaa henkilöstö miettimään, mitä parannuksia omassa työssään voisi tehdä tai miten hallitsemaansa prosessia voitaisiin parantaa. Tällaista toimintaa on esimerkiksi aloitetoiminta.

(Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

Suunniteltu kunnossapito

Pilari 3. Suunniteltu kunnossapito

Suunnitellulla kunnossapidolla pyritään pois häiriökorjauksista eli suunnittele mattomasta kunnossapidosta. Sillä pyritään suuntaamaan kunnossapito enemmän ennakoivaan kunnossapitoon, joka taas tähtää häiriöiden ennalta havaitsemiseen ja tätä kautta niiden suunnitelmalliseen korjaamiseen huoltoseisokissa. Suunnitelmallisella kunnossapidolla pyritään vähentämään hukka-aikoja, parantamaan laitteiden käytettävyyttä ja luotettavuutta.

(Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

Laadun ylläpito

Pilari 4. Laadun ylläpito

Laatukunnossapito varmistaa laadun niin laitteistoissa, operaattoreissa kuin kunnossapitäjissäkin. Laatu näkyy häiriöttöminä laitteistoina. Henkilöstön laadukasta osaamista ja tekemistä pidetään yllä esimerkiksi koulutuksin ja perehdytyksin. Laatukunnossapito keskittyy vikojen estämiseen, kun viat havaitaan ja erotellaan jo ennen kuin ne pysäyttävät tuotantoprosessin. Vähentää ongelmia prosessissa, takaa laadukkaan tuotteen ja vähentää tuotanto kustannuksia.

(Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

Harjoitus ja koulutus

Pilari 5. Harjoitus ja koulutus

Tällä tähdätään siihen, että asiantuntijuus on vähintään riittävällä tasolla laitteiden huoltamiseen ja operoimiseen. Henkilöstö opiskelee itse ja perehdyttää uutta henkilöstöä. Harjoittelemalla ja kouluttautumalla työhyvinvointi paranee, kun ymmärtämys omasta työstä syvenee. Hyvällä tasolla oleva osaaminen vähentää tuotantolaitoksen häiriöseisokkeja. Kun taso on saavutettu, se säilytetään parantuneen osaamisen, ymmärryksen ja laitehallinnan kautta. (Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

Toimisto TPM

Pilari 6. Toimisto TPM

Toimisto TPM optimoi tekemistä. Varastot käydään läpi ja optimoidaan. Tilaus-toimitus- prosessit käydään läpi ja karsitaan hukka-aikoja, välikäsiä ja yleensä turhia kustannuksia. Hyvin organisoitu toiminta tähtää tyytyväiseen henkilöstöön, joka näkyy parantuneena asiakastyytyväisyytenä. Työympäristöstä pyritään saamaan stressitön. (Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

Turvallisuus, Terveys ja ympäristö

Pilari 7. Turvallisuus, terveys ja ympäristö

Yrityksessä on nollatoleranssi tapaturmille. Turvallisuus tai terveysriskejä, eikä materiaali tai ympäristöonnettomuuksia hyväksytä. Organisaatiossa on käytössä riskin- ja vaaranarviointimenetelmät ja niitä valvotaan. Turvallisuutta mitataan ja sille on asetettu tarkat tavoitteet. (Laine 2010, 44–46; Parida 12.4.2011, luento)

5.4 TPM- kunnossapito

Menetelmänä tai tapana tehdä kunnossapitoa TPM antaa hyvät lähtökohdat kunnossapidon tekemiselle. On päivänselvää, että siistissä ympäristössä ensinnäkin kunnossapidon tärkein voimavara eli sen henkilöstö voi hyvin. Toiseksi laitteet ja tavarat löytyvät sieltä, mistä niiden pitääkin löytyä, työskentely-ympäristö on siisti. Tämä kaikki lyhentää kunnossapitoaikoja esimerkiksi yllättävän häiriön sattuessa. Odotusajat lyhenevät, kun voidaan ryhtyä heti toimiin ja napata mukaan ne työkalut ja tarvikkeet mitkä kyseisen vian korjaamiseen tarvitaan. Siisteys luo turvallisuutta ja näkyy ulospäin järjestelmällisenä toimintana, jolloin asiakas kokee hänelle kunnossapitoa tekevän yrityksen luotettavaksi. Siistissä työympäristössä myös viat havaitaan helpommin ja ne voidaan korjata ennen kuin ne ehtivät vikaantumaan. Joku on joskus sanonut, että henkilön työpöydästä näkee miten asiat henkilöllä itsellään on. Tämä pätee myös esimerkiksi kunnossapidon huoltotilojen ulkoasussa. Mikäli koko huoltotila on yhtä kaatopaikkaa, ei sieltä löydy mitään, tapaturmia sattuu, henkilöstö kärsii ja tehokkuus on huonolla tasolla. Toisin sanoen kunnossapito on yhtä sekaisin, kuin sen omistama sekaisin oleva verstaas on.

Vaikka kaikki em. toiminta tuntuu päivän selvältä ja järkeen käyvältä, ei suurin osa henkilöstöstä koe asiaa näin. Ei ainakaan muutoksen alkaessa. Kuten sanottu, prosessi on hidas ja näin sen on todettu myös käytännössä olevan. Alkukangerteluista huolimatta, kun tuloksia alkaa tulla, henkilöstö huomaa viihtyvänsä työssään paremmin ja tapaturmataajuudetkin laskevat. Työpaikka on muuttunut turvallisemmaksi ja kaikki tekevät työtään paremmalla mielellä. Työhyvinvointi on parantunut. Tämän seurauksena kunnossapitoyritys saa parempaa tulosta aikaiseksi ja asiakkaankin tuotantolaitoksen tuottavuus sekä tehokkuus paranevat. Tällainen hiljalleen tapahtuva hyväksyminen kuvaa hyvin sitä, miten muutoksen edessä jokainen henkilö tulee kokemaan jonkin asteista muutosvastarintaa. Tätä muutosprosessia kuvamaan on piirretty erinäisiä kuvia ja käyriä, jotka auttavat henkilöitä ymmärtämään sisällämme tapahtuvan prosessin. Tällaisesta kuvauksesta on esitetty yksi esimerkki sivulla 14 kuviossa 4.

Kuviossa 4 on käyty pääpiirteittäin läpi, miten henkilö kokee muutosprosessin. Kuvien lisäksi muutosprosessin eri vaiheita on pyritty sanoin selventämään, kuinka hyvin henkilöstö selviää muutosprosessista ja kuinka ”syvällä” hän kussakin laatikossa käy, riippuu yleensä tai lähes aina lähimmästä esimiehestä ja siitä kuinka hän pystyy tilanteen hallitsemaan. Toisin sanoen, miten esimies pystyy tiukassa tilanteessa pelastamaan dep-

ressiolaatikkoon uppoamassa olevan huippuosaajan. Lamaantuuko esimieskin vai toimiiko oikealla tavalla? Muutoksien myllertäessä on annettava tilaa liikkua, ja hyvän esimiehen ”kuunneltava” ja tunnusteltava tilannetta. Äkkinäiset päätökset ja mustavalkoiset tulkinnat voivat johtaa lukkotilanteisiin. Tällä ei tarkoiteta sitä, että annetaan täysin vapaat kädet toimia miten halutaan, vaan enemmänkin ohjaamalla ja sovitut tavoitteet mielessä pitäen luotsataan muutosprosessin yli pitämällä yllä positiivista työilmapiiriä. Tavoitteet voidaan saavuttaa monella tapaa, mutta paras tapa on saavuttaa ne yhdessä. TPM:ää käyttöönotettaessa onkin tärkeää valita oikeat ihmiset implementoimaan uutta toimintamallia. Tässä on johdolla haasteellinen ja ennen kaikkea vastuullinen tehtävä, sillä siitä riippuu kuinka hyvin TPM toimintatapaa aletaan kussakin yrityksessä toteuttaa.

5.5 TPM:n taloudelliset tavoitteet

Mitään toimintaa ei johdeta ilman päämäärää. Mitään ei tehdä ilman, että tähdätään johonkin parempaan. Näin myös tuottava kunnossapito toimii. Kaiken uuden tekemisen, vaikkapa toimintamallien muutoksen päätavoitteena on hävikkien pienentäminen, jolla taas saavutetaan taloudellista hyötyä. Tuotantolinjojen käynnin kannalta on jaoteltavissa kuusi suurinta ongelmaa joihin TPM:llä pyritään vaikuttamaan:

1. Seisokit

Tuotantolinjoilla on kahdenlaisia seisokkeja, suunnittelemattomia häiriöseisokkeja ja suunniteltuja huoltoseisokkeja. Suunnittelemattomien häiriöseisokeiden määrä pyritään minimoimaan, joskaan tosiasiassa niistä ei koskaan päästä kokonaan erilleen. Lisäksi häiriöseisokeista kokonaan eroon pääseminen maksaa niin paljon, että se ei ole taloudellisestikaan järkevää. Suunniteltujen huoltoseisokkien suunnitelmallisuuteen panostetaan niin, että varaosat, resurssit ja kaikki huollon kannalta oleellinen on valmiiksi varattuna huoltoseisokin alkaessa.

Onnistuneen huoltoseisokin suunnittelemiseen panostaminen ja ennen kaikkea sen onnistuminen näkyy vähentyneinä huoltoseisokkeina ja luonnollisesti pienentyneinä häiriöseisokkimäärinä.

2. Aloitus, lopetus ja asetusajat

Näihin hukka-aikoihin kuuluu merkittävä määrä muun muassa kunnossapitoaika, mikäli niitä ei ole missään vaiheessa optimoitu.

3. Vajaateholla käynti ja lyhyet seisokit

Lyhyet seisokit johtuvat muusta kuin laitehäiriöstä. Tällaiset häiriöt syntyvät prosessissa itsessään. Esimerkiksi paperitehtaan hiomon pöllikuljettimella pöllikampea ketjun pois paikoiltaan pysäyttäen puiden sisään syötön kokonaisuudessaan.

4. Alentunut nopeus

Vajaatehoon voi olla paperikonelinjalla syynä esimerkiksi ratavikaisuus tai radan heikko vetolujuus, joka johtuu esimerkiksi raaka-aineiden väärästä suhteesta.

5. Prosessivioista johtuvat laatutappiot

Laatutappiot aiheuttavat yleensä tuotteen hylkäämisen. Paperiteollisuudessa niin sanottu hylky voidaan käyttää lähes poikkeuksetta uudelleen, mutta tuotteesta tulee kallista.

6. Laadun takia vähentynyt tuotanto

Tuotteessa on jokin laadullinen virhe, jonka vuoksi se joudutaan ajamaan uudelleen prosessin läpi. Tämä syö tuotantoaika. (Laine 2010, 48)

Kun hävikkejä pienennetään pienin askelin, kohteita löytyy useita ja niitä ennen kaikkea etsitään esimerkiksi jatkuvan parantamisen ryhmissä, saadaan taloudellista hyötyä aikaan. Kuten sanottu TPM- kunnossapito tähtää suurien investointien sijaan pitkällä aikavälillä tapahtuvaan, pienten askelten kautta kaikilla tasoilla tapahtuvaan parantamiseen.

5.6 OEE/KNL Tuotannon kokonaistehokkuus

OEE tulee sanoista Overall Equipment Effectiveness ja tarkoittaa tuotannon kokonaistehokkuutta. Suomennettuna OEE- lyhenteestä käytetään kirjain yhdistelmää KNL, joka tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu. Tuotantolaitosten tehokkuutta mitattaessa käytetään usein termejä aikahyötysuhde ja määrähyötysuhde. Näiden tulona saadaan kokonaishyötysuhde. Sinänsä molemmat mittaustavan tähtäävät samaan eli tehokkuuden mittaamiseen, mutta KNL ottaa huomioon myös nopeuden ja on näin ollen tarkempi tehokkuudenmittari tässä suhteessa. (PSK 7501, 19.2.2013; Siimes 12.4.2011, luento)

Kaiken kaikkiaan KNL laskennalla tai mittarilla on monta käyttöominaisuutta. Sillä pyritään paljastamaan ja etsimään tuotantolinjaston häviöitä aiheuttavia tekijöitä. Kun jatkuvia häviöitä aiheuttavat tekijät on löydetty, pystytään arvioimaan häviöiden taustalla olevat tekijät ja ryhtyä toimiin niiden poistamiseksi. Tämän lisäksi KNL- laskennalla voidaan myös löytää parhaiten kokonaistehokkuutta parantavat toimet, osoittaa tuotantoprosessin pullonkaulat ja löytää vaikkapa vääristä toimintatavoista johtuvat hävikit. KNL- mittari on oikein käytettynä hyvä työkalu tuotantotehokkuuden parantamiseen. (Laine 2010, 27; Siimes 12.4.2011, luento)

KNL on käyttökelpoinen mittari, mutta sen heikkoudeksi on luettava, että se ei ota millään tapaa huomioon kustannuksia. Esimerkiksi paperikoneen nopeutta joudutaan pudottamaan, koska raaka-aineissa on säästetty ja paperi ei kestäkään enää aiempaa suurempaa nopeutta. Näin ollen nopeuden tippuessa, myös KNL tippuu. Mikäli haluamme ajaa taas nopeampaa, ovat tuotteen massasuhteet palautettava aiemmalle tasolle, joka taas nostaa raaka-aineiden kautta kustannuksia. Tarinan opetus on siinä, että KNL- lukua ei pidä pyrkiä nostamaan keinoilla millä hyvänsä ja uskoa, että tämän luvun ollessa mahdollisimman suuri, teemme mahdollisimman paljon tulosta. Myös kustannukset hyvän KNL- luvun takana on otettava huomioon. (Lehtiö & Järviö 2012, 137–138)

5.7 KNL- tekijät: käytettävyys, nopeus ja laatu

Käytettävyystekijä (K): Käytettävyystekijää laskettaessa otetaan huomioon tuotantoon käytettävissä olevat tunnit. Käytettävissä olevat tunnit riippuvat suunniteltujen seisokkien määrästä ja käytössä olevasta vuorojärjestelmästä. Esimerkiksi 3-vuorosysteemissä

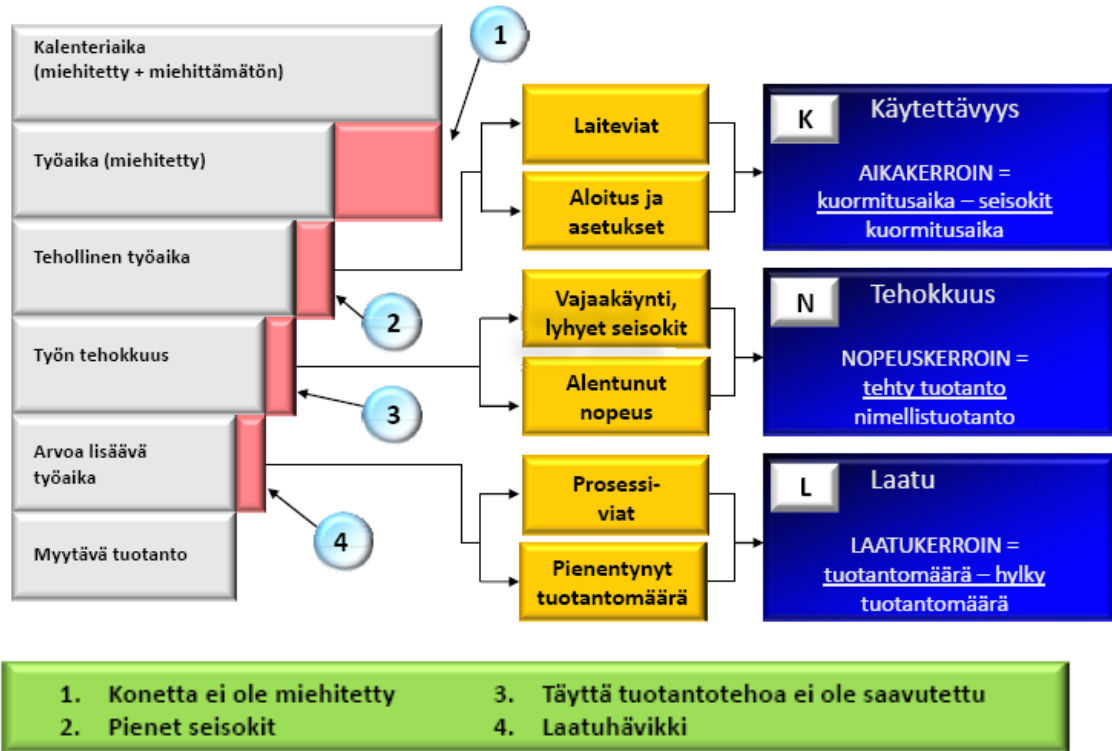
on käytössä kaikki vuorokauden tunnit, kun taas 2- vuorojärjestelmässä on käytössä vain 16 tuntia vuorokaudesta. K-tekijä saadaan laskettua, kun käytettävissä olevista tuotantotunneista vähennetään suunnittelemattomat seisokit ja jaetaan erotus käytettävissä olevilla tunneilla.

Nopeustekijä (N): Yksinkertaisuudessaan nopeustekijä on toteutuneen tuotantomäärän ja maksimituotannon osamäärä. Ongelmia teoreettisen huipputehokkuuden laskentaan aiheuttavat muun muassa tuotantoprosessien tuotejakaumat eli samalla tuotantolinjalla valmistetaan useita eri tuotteita. Esimerkiksi paperikonelinjalla ajetaan monta erilaista paperilajia. Lisäksi haasteita laskentaan tuovat ympäristöolosuhteet, raaka-aineiden laadut ja ihmisten erilainen toiminta.

Laatutekijä (L): Laatukerroin näyttää kuinka suuri osa valmiista tuotteista on laadultaan myyntikelpoisia. Se saadaan, kun kokonaistuotantomäärästä vähennetään hylätty tuotantomäärä ja jaetaan saatu tulos kokonaistuotantomäärällä. Jotta laadullisiin ongelmiin on mahdollista puuttua pitkissä valmistusprosesseissa, on tuotantolaitoksessa toteutettava sisäistä laadunvalvontaa. Tällaisessa toiminnassa jokainen tuotantovaihe on asiakas edelliselle tuotannon osaprosessille ja valvoo vastaanottamansa tuotteen laatua. Poikkeamista on heti raportoitava edelliselle osaprosessille. (Laine 2010, 23)

Eri tekijöitä tarkasteltaessa huomataan, että absoluuttisen oikeata KNL- lukua on vaikea määrittää. Helpoiten se tapahtuu sellaisessa tuotantolaitoksessa, jossa valmistetaan samaa tuotetta, sitä valmistavat samat henkilöt ja olosuhteet ovat jatkuvasti samat. Toisin sanoen muuttuvat tekijät ovat minimaaliset. Vaikkakaan KNL-luku ei olisi absoluuttinen, mutta sitä mitataan kokoajan samalla tavalla, voidaan sitä edelleen hyödyntää. Itse asiassa absoluuttisen oikeata KNL-lukua paljon tärkeämpää on, että kyetään seuraamaan tehokkuuden kehitystä pidemmällä aikavälillä. Moninaisten tekijöiden seurauksena on hyvä pitää mielessä, että esimerkiksi kahden eri paperikonelinjan KNL-lukuja ei pitäisi verrata keskenään toisiinsa. Jos mietitään esimerkiksi paperikonelinjaa, jossa on yksi pituusleikkuri, kun toisella samanlaisella paperikonelinjalla niitä on kaksi. Tässä tilanteessa paperikonelinjat eroavat tyystin muun muassa läpäisevyydeltään. Lisäksi toinen paperikonelinja, jossa on vain yksi pituusleikkuri, on paljon häiriöherkempi kuin kaksi pituusleikkuria omaava linja. Tämä sen vuoksi, että häiriö yhden pituusleikkurin omaavalla paperikonelinjalla, pysäyttää tuotanto prosessin nopeammin. Mikäli päädytään vertaamaan tällaisten linjojen KNL- lukua keskenään, voidaan hyvinkin ajautua teke-

mään vääriä johtopäätelmiä. Summattuna KNL-lukua pitäisi käyttää tuotantolinja- ja yrityskohtaisesti tehokkuuden ja tuottavuuden seurantaan. Kuviossa 8 on esitetty KNL-aikakäsitteet ja mistä ne koostuvat. (Laine 2010, 21; Siimes 12.4.2011, luento)



Kuvio 8. Laskennassa käytetyt KNL aikakäsitteet. (Laine 2010, 20; Siimes 12.4.2011, luento)

6 LINJAKÄYTTÖJEN HÄIRIÖIDEN KARTOITUS

Ennakkohuollolle muutos- tai lisäystarpeita linjakäyttöjen osalta lähdettiin lähestymään häiriötilastojen ja tuotantohävikkejä aiheuttaneiden vikojen kautta. Vikadata ajettiin TIPS:stä sekä SAP R/3- toiminnanohjausjärjestelmästä. Ajo suoritettiin molemmista järjestelmistä, jonka jälkeen tehtiin yhteenveto saaduista tuloksista.

Jos häiriöilmoitusdata olisi SAP- järjestelmässä eksaktia ja häiriöilmoitukset oikein täytetty, voitaisiin johtopäätelmät perustaa vain SAP:n vikahistoriaan. Kuitenkin vikailmoitusten kohdistuminen väärille toimintapaikoille, sekä vajaan täytön vuoksi ilmoitusten ja häiriöiden perkaaminen osoittautuikin haasteellisemmaksi, mitä alun perin oli kuviteltu. Häiriöiden kestoa ei voida SAP:iin kertyneistä vikailmoituksista määrittää, koska kenttiä ei ole täydennetty. Häiriöiden kestot ovat kuitenkin löydettävissä TIPS-datasta. TIPS- järjestelmään ei taas kirjata kaikkia häiriöitä vaan ne ovat löydettävissä SAP- datasta. Näiden kahden järjestelmän vikahistoriat yhdistämällä mahdollistettiin riittävän laaja tarkastelu linjakäyttöjen häiriöiden osalta. Lisäksi voitiin erotella suurimmat tuotantohävikkejä aiheuttavat häiriöt tuntitasolla sekä eniten kunnossapitokustannuksia aiheuttavat häiriöt kappale määrien mukaan.

6.1 TIPS- Tehdastietojärjestelmä

TIPS on tehdastietojärjestelmä, jonka kautta kulkee kaikki tuotannollinen tietoliikenne. Se on tietokanta, joka muodostuu useammasta eri osakokonaisuudesta. TIPS tehdasjärjestelmällä tehdään tuotannonsuunnittelu sekä sinne kirjataan kaikki päivittäiset prosessitapahtumat. Järjestelmästä on nähtävissä valmistuneiden paperirullien liikenne, valmiit tuotteet ja tuotantoluvut. Pääsääntöisesti tuotantolaitoksen henkilöstö käyttää TIPS-järjestelmää.

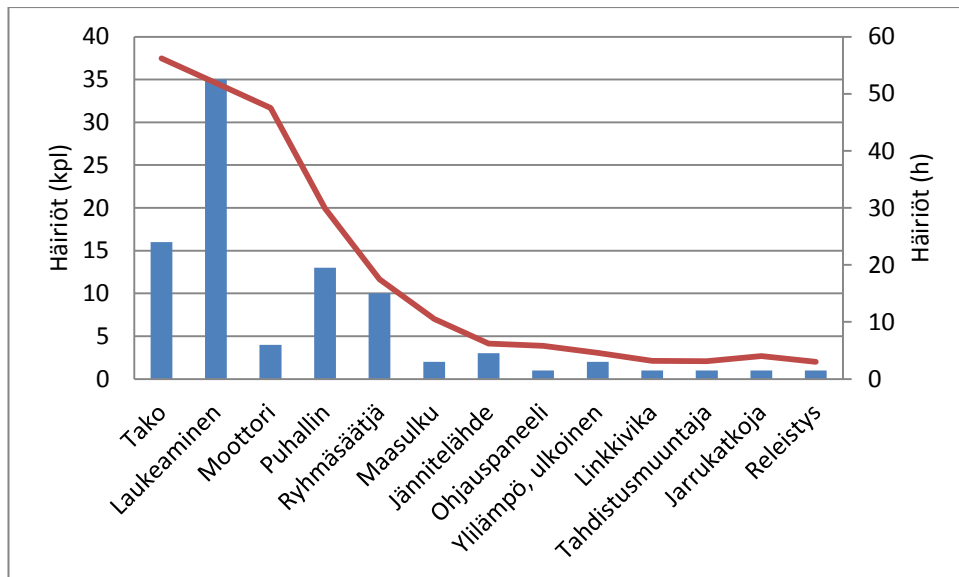
6.2 SAP R/3- Toiminnanohjausjärjestelmä

SAP on toiminnanohjausjärjestelmä, joka sanan mukaisesti ohjaa toimintaa kunnossapidossa. Sen kautta kunnossapito hoitaa häiriökorjaukset, hallinnoi laitekantaa sekä varas-

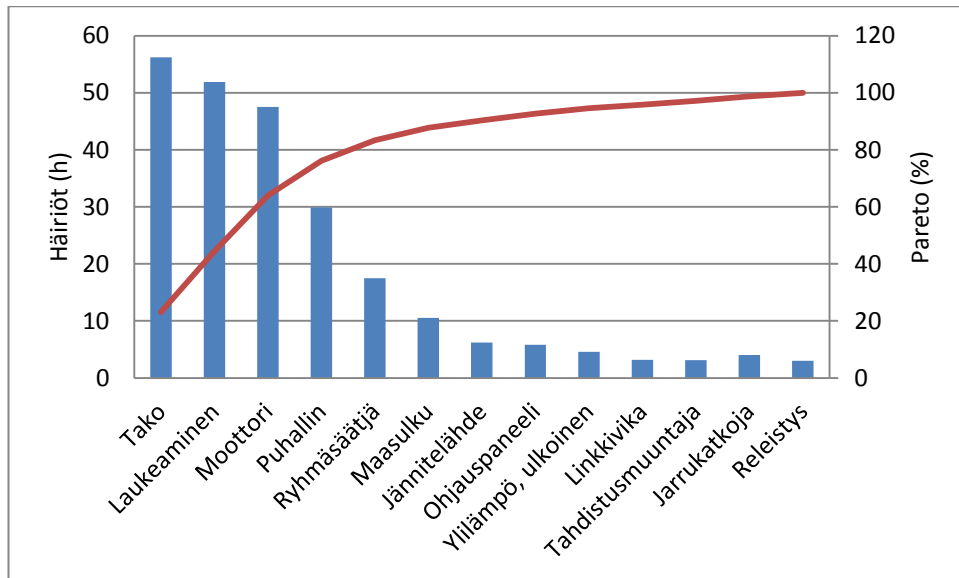
toja, ylläpitää tehtaan toimintopaikkahierarkiaa ja niin edelleen. Käytännössä kaikki kunnossapidon toiminnot kulkevat SAP- toiminnanohjausjärjestelmän kautta.

6.3 TIPS- datan purku

TIPS- järjestelmästä ajettiin kaikki häiriöseisokit aikavälillä 01/2009 – 03/2013. Listaukseen otettiin mukaan kaikki suunnittelemattoman seisokin aiheuttaneet sähköviat. Sähkövika- kategoriaan kuuluvista vioista poimittiin linjakäyttöjen aiheuttamat häiriöseisokit ja luokiteltiin ne eri vianaiheuttajiin. Vianaiheuttajat ja tuntimäärät ovat esitetty kaaviossa 1 ja tuntimäärät sekä Pareto- kuvaaja kaavioissa 2.



Kaavio 1. Linjakäyttöjen häiriöt 01/2009-03/2012 syyryhmittäin (kpl vs h).



Kaavio 2. Eniten häviöitä aiheuttaneet häiriöt linjakäytöissä syyryhmittäin ja Pareto-kuvaaja.

6.3.1 TIPS- datan analysointi

Sähkövian aiheuttamaksi häiriöseisokiksi, jonka oli aiheuttanut linjakäyttö, oli kirjattu yhteensä 90 kpl. Tunteina linjakäyttöjen aiheuttamiin häiriöseisokkeihin on menetetty tehokasta ajoaikaa yhteensä 243,4 tuntia.

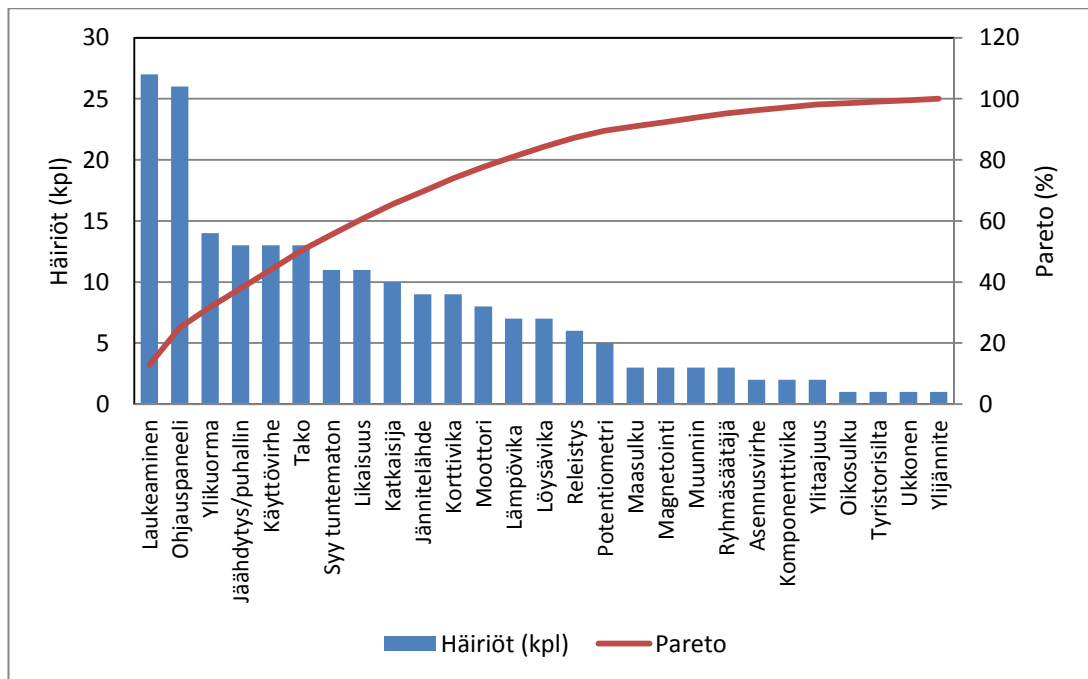
Suurimmat tuotantohävikkejä aiheuttaneita vikatyyppejä kaaviosta voidaan jaotella neljä:

1. Tako: Pulssianturi- tai nk. ”Takoviat” pysäyttävät sähkökäytön. Moottorin nopeuttamittaava anturi eli pulssianturi on vaurioitunut niin, että käyttö ei ole enää toiminut. Vikatyypit näissä ovat yleensä laakerin hajoaminen.
2. Laukeaminen: Sähkökäytön laukeamiset johtuvat usein ylikuormitustilanteesta tai käyttöä on voitu ajaa väärin. Näihin syyt lähes poikkeuksetta löytyvät moottorin akselipuolipään jälkeen eli käyttö on syystä tai toisesta ylikuormittunut, jolloin suojaustoiminnot laukaisevat käytön pois päältä.

3. Moottori: Sähkökäytön laukeamisen ohella moottorin palaminen tai sen laakerivauriot ovat yksi suurimmista hävikkien aiheuttajista konelinjoilla. Toisin kuin laukeamisiin, jossa mukana ovat inhimilliset tekijät, moottorin luotettavaan toimintaan voidaan vaikuttaa ennakkohuollolla ja juurisyyanalyysillä. Mainittakoon, että moottorivaurioiden ehkäisemiseksi on käynnistetty oma selvitystyö niin ikään opinnäytteenä.
4. Puhallin: Sähkökäyttöjen puhaltimien vaurioituminen pysäyttää sähkökäytön. Yleensä puhaltimen toiminnasta tuodaan tieto käytölle, jolloin käyntitiedon puuttuminen aiheuttaa sähkökäytön alasajon. Osassa sähkökäytöistä laukaisu tehdään viimeistään lämpötilan noustessa. Niin tai näin, aiheuttaa puhallinvaurio aina sähkökäytön alasajon.

6.4 SAP- datan purku

SAP R/3 toiminnanohjausjärjestelmästä ajettiin vikalista kaikkien paperikonelinjojen linjakäyttöjen toimintopaikoilta. Häiriöilmoituksia tuli yhteensä 394 kpl. Lista ajettiin Excel- taulukkoon, jossa viat luokiteltiin ja väärin kohdistetut ilmoitukset poistettiin. Luokittelu oli tehtävä käsin antamalla syy kullekin häiriölle, koska ilmoituksen objektiosa oli täyttämättä. Ilmoituksen objektiosassa annetaan häiriön aiheuttajan syy, jolla olisi suoraan voitu lajitella erilaiset vikaluokat. Tällainen menettely on luonnollisesti raskas ja aikaa vievä tapa lajitella ilmoituksia, mutta pakollinen niin kauan kunnes ilmoitusten kentät täydennetään oikein. Vianaiheuttajat ja Pareto- kuvaaja on esitetty kaaviossa 3 seuraavalla sivulla.



Kaavio 3. Linjakäyttöhäiriöt 01/2009 - 03/2012 kpl syyryhmittäin ja Pareto- kuvaaja.

6.4.1 SAP- datan analysointi

SAP- datan perkauksen jälkeen lopulliseksi vikasaldoksi saatiin 211 häiriöilmoitusta, jotka koskivat tavalla tai toisella linjakäyttöjä. Tuntiaikaa ilmoituksista ei saatu, koska häiriön alkamis- ja päättymisaikoja ei ollut kirjattu lainkaan ilmoituksiin. Näin ollen joudumme tyytymään kpl määriin, mutta todettakoon, että nekin antavat hyvää osviittaa esimerkiksi siitä, minne kunnossapitokustannukset linjakäyttöjen osalta menevät. Toisin kuin TIPS- datan analysoinnissa, tässä on otettu 6 suurinta häiriötekijää analysoitaviksi. Näin päädyttiin tekemään sen vuoksi, että kolme viimeisintä ovat lähes samanarvoisia.

1. Laukeaminen: *Hetkellisen tai jatkuvan mekaanisen kuormituksen seurauksena.*
2. Ohjauspaneeli: *Suuri kuluerä kunnossapitokustannuksiin.*
3. Ylikuorma
4. Jäähdytys/puhallin: *Käytön likaisuus tai puhallinvaurio*
5. Käyttövirhe
6. Tako

6.5 Johtopäätelmät häiriödatasta

Tarkastellessamme häiriödatasta saatuja kuvaajia, on niistä löydettävissä yhtäläisyyksiä häiriöaiheuttajissa. Sekä TIPS- että SAP- datassa on löydettävissä kohteita, jotka aiheuttavat suurimmat häviöt tuotantolinjoille ja kustannukset kunnossapidolle. Molempia häiriöaiheuttajia löytyy listojen kärkipäästä. Näin ollen on syytä miettiä, millä toimenpiteillä saamme häiriöt vähenemään näiden listojen kärjessä olevien vikojen osalta.

Poimitaan listasta sellaiset häiriöt, joihin pystytään linjakäyttöjen huoltotoimenpiteillä vaikuttamaan. Näin ollen esimerkiksi laukeaminen, joka pääsääntöisesti johtuu mekaanisesta ongelmasta, jätetään tämän tarkastelun ulkopuolelle. Häiriödatan yhteenvetona pääaiheuttajat, joista on aiheutunut eniten hävikkejä, voidaan jakaa neljään pääryhmään.

1. Tako: Pulssianturiviat ovat aiheuttaneet eniten hävikkiä tuotantoajanmenetyksinä. Kitkemällä nämä viat pois kokonaisuhyötysuhde kasvaa.
2. Jäähdytys/puhallin: Puhaltimien yllättävät vaurioitumiset voidaan ehkäistä esimerkiksi määräaikaivaihoilla ja seuraamalla myös näiden vaihtojen välillä kuuntelemalla laakeriäänet. Jäähdytykseen vaikuttaa myös kojeiston puhtaus tai, kuten kuvaajissa on mainittu likaisuus. Näin ollen kojeistojen puhtaudesta on huolehdittava ja suoritettava puhdistus toimenpiteet määräajoin.
3. Ohjauspaneeli: Ohjauspaneeliviat eivät ole TIPS- data-analyysin mukaan aiheuttaneet merkittävästi häviöitä tuotannolle. Kuitenkin SAP:sta ajetut häiriömäärät ovat merkittävät. Ohjauspaneelien huolto on kallista, joten nämä häiriöt näkyvät eniten kunnossapitokustannuksina, paneelien huoltojen kautta. Näin ollen näiden häiriöiden ennaltaehkäisemiseen on syytä kiinnittää huomiota. Ennakoimisen lisäksi olisi syytä miettiä huoltojen kilpailuttamista kunnossapitokustannusten alentamiseksi.

Näiden em. häiriöaiheuttajien poiskitkemisellä saadaan varmasti parannusta aikaan. Kuitenkaan ei ole syytä unohtaa listan välillä ja häntäpäässä olevia vikatyyppejä, jotka ovat selkeästi ennakoivalla toiminnalla estettävissä olevia häiriöitä. Nämä häiriöt eivät yksinään aiheuta suuria häviöitä, mutta yhdessä niistä kertyy melkoinen hävikkimäärä.

7 LINJAKÄYTTÖJEN ENNAKKOHUOLTO

Linjakäyttöjen ennakkohuolto kartoitettiin SAP R/3- toiminnanohjausjärjestelmästä. Oletamus oli, että paperikoneiden linjakäyttöjen ennakkohuolto-ohjelmien eli huoltosuunnitelmien pitäisi Veitsiluodossa olla hyvällä tasolla, koska sinne on vastikään tehty laajamittainen kriittisyysanalyysi jokaiselle paperikonelinjalle. Tutkinnat osoittivat kuitenkin toisin ja puutteita huoltosuunnitelmista löytyi sekä AC- että DC- linjakäyttöjen osalta.

Paperikoneiden linjakäyttöjen huoltosuunnitelmien huoltotekstit eivät ole linjassa keskenään paperikonelinjojen välillä. On ymmärrettävää, että AC- DC käyttöjen huollot eroavat tietyiltä osin toisistaan, mutta myös DC- käyttöjen huoltosuunnitelmien huoltotekstit eroavat konelinjoittain jopa täysin toisistaan vaikka kyseessä on samanlaiset käytöt. Niin ikään AC- käyttöjen huoltotekstit ovat ainakin osittain puutteelliset. Huoltosuunnitelma on kyllä olemassa, mutta huolto-ohjeet ovat suppeat tai huolto kehoitetaan tekemään toimittajan ohjeen mukaan. Tällainen huolto-ohje ei ole hyvä, koska jokainen kerta joudutaan etsimään huolto-ohje suoritettaessa huoltoa. Vaaranarvointilomakkeet puuttuvat kaikista huoltosuunnitelmista. Reititykset linjakäyttöjen ennakkohuollon osalta on tekemättä kaikilla muilla paitsi PK1 ja PPK1 konelinjoilla. Merkittäväksi puutteeksi on katsottava, että varastoitujen yksiköiden elvyttäminen puuttuu järjestelmästä kokonaan.

7.1 Ennakkohuoltojen suunnittelu

Ennakkohuoltoa suunniteltaessa yksi tärkeimmistä tiedonlähteistä on laitteen historia: Mitä laitteelle on tapahtunut, kuinka tiheään se on ajautunut häiriöön ja mitä häiriö on aiheuttanut tuotantolinjalle. Historiatiedon keruu tuokin omat haasteensa ennakoivaan kunnossapitoon, johon oman lisämausteensa tuo historiatiedon keräämisen mahdollisuuksien rajallisuus toiminnanohjausjärjestelmässä. Ennakkohuoltojen historiatiedot eli data on juuri niin tarkkaa, mitä sen kerääjä eli tässä tapauksessa kunnossapitäjä on sen kirjannut. Tämä tarkoittaa sitä, että ennakkohuoltotoiminta on saatava vakioitua ja jalkautettua tehokkaasti käyttöön. On valvottava, että toiminta toteutuu käytännössä ja on jatkuvaa. Kun dataa alkaa kertyä, pystymme tarkalleen tietämään laitteistojemme tilan, mitä laitteistolle on tehty ja mitä laitteistolle on tehtävä, jotta se kestäisi koko elinka-

rensa ajan ja palvelisi omistajaansa mahdollisimman luotettavasti. Toimintaa voidaan verrata esimerkiksi henkilöauton määräaikaishuoltojen kirjaamiseen auton huoltokirjaan. Toimintopaikkana on auto ja sillä on oma huoltokirjansa, joten data kohdistuu aina oikealle toimintopaikalle. Datan perusteella voidaan päätellä, miten laitetta on huollettu ja mitä huoltoja meidän tulee tehdä, jotta auto pysyy kunnossa elinkaarensa loppuun saakka.

Ennakkohuollot elävät jatkuvasti ja niin niiden tuleekin elää. Elämisellä tarkoitetaan sitä, että ennakkohuollon suorittanut henkilö voi huomata epäkohtia tai jopa puutteita tekemässään huollossa. Nämä puutteet on raportoitava organisaatiossa huoltosuunnitelmia päivittävälle henkilölle tai ne on itse muutettava ko. laitteen huoltosuunnitelmaan. Muussa tapauksessa teemme jatkuvasti ”väärää” huoltoa. Ensimmäiset toimintopaikalle luodut huoltosuunnitelmat määrittävät punaisen langan, jota seurata, mutta lopullisen silauksen hyvään huoltoon tekee ennakkohuollon toteuttaja eli kunnossapitäjä kentällä. Näin ollen ennakkohuoltoa ja huoltosuunnitelmia ei pidä koskaan pitää ainoana totuutena vaan sitä on pystyttävä muokkaamaan laitteen elinkaari statuksen, riskiluvun, prosessivaatimusten, ympäristö olosuhteiden tai jonkin muun laitteen toimintaan oleellisesti vaikuttavan tekijän muuttuessa.

7.2 Linjakäyttöjen huoltosuunnittelu

Nykyisen huoltosuunnitelmien statuksen huomioiden, uusien huoltosuunnitelmien luominen on tehtävä joko päivittämällä jo olemassa olevat huoltosuunnitelmat asianmukaisiksi tai luomalla huoltosuunnittelu kokonaan uudelleen. Pienempien tai vähemmän työaikaa ja resursseja vievien huoltojen tekeminen voidaan reitittää ennakkohuoltokokonaisuuksiksi, jolloin toiminta tehostuu ja selkeytyy myös huollon suorittajan näkökulmasta katsottuna. Huoltosuunnitelmien huoltotekstien on oltava huolto-ohjeessa, jolloin niitä ei tarvitse enää lähteä ”metsästämään” toisesta tai kolmannelta paikasta. Lisäksi nykyisissä huoltosuunnitelmissa on huomattavaksi puutteeksi katsottava mittautulosten kirjaamisen puuttuminen. Esimerkissä 2 selkeytetään, mitä tällainen puute tarkoittaa:

Esimerkki 2:

Huolto pitää sisällään jännitelähteen mittaamisen. Huollossa ei merkata jännitelähteestä saatuja mittaustuloksia lainkaan ylös. Jotta ennakoivien toimenpiteiden tekeminen häiriön ehkäisemiseksi olisi mahdollista, olisi kunkin mittauskerran tulokset merkattava ylös. Näin toimimalla myöhempi tarkastelu ja johtopäätelmien tekeminen olisi mahdollista. Jännitteiden mittaamisessa voidaan havaita esimerkiksi jännitteen hiipumista, joka taas kertoo jännitelähteen kunnan heikkenemisestä. Tässä tapauksessa voitaisiin esimerkiksi mittaustulosten perusteella suositella jännitelähteen vaihtamista tai kondensaattoreiden uusimista seuraavassa linjaseisokissa. Historiatietojen puuttuessa vastaavaa ennakkointia on lähes mahdotonta tehdä. Hiipuminen havaitaan vasta, kun se on jo mahdollisesti aiheuttanut linjakäytön pysähtymisen.

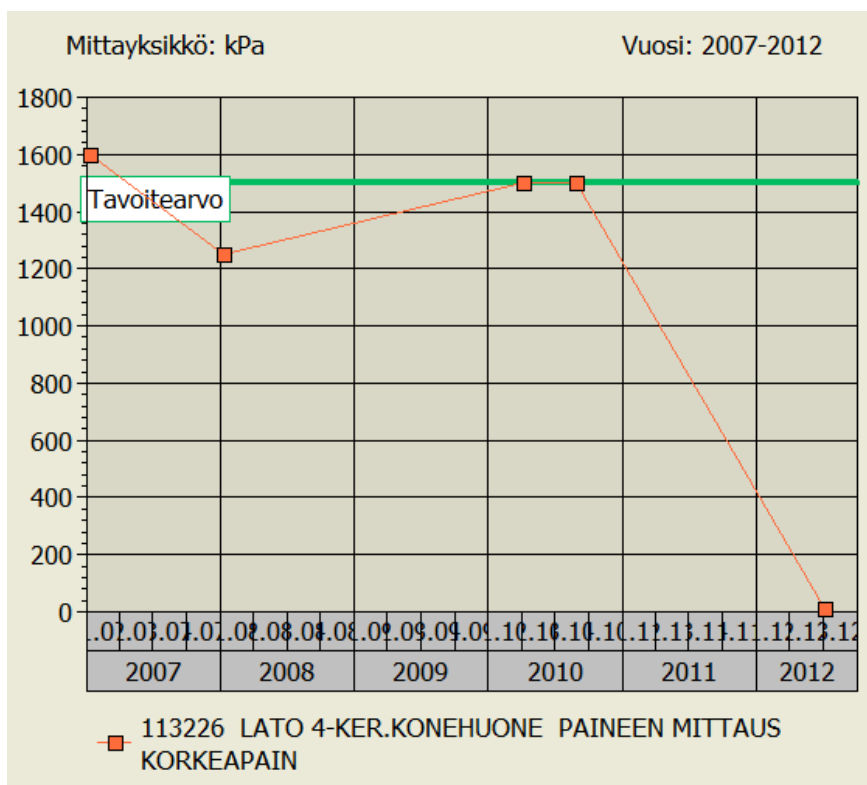
Parantavat toimenpiteet:

1. Paperikonelinjojen DC- linjakäyttöjen ennakkohuollon tilan huomioiden olisi järkevintä ja kustannustehokkainta luoda näiden osalta huoltosuunnitelmat kokonaan uudelleen. Tällä saavutetaan muun muassa harmonisoitu ennakkohuolto samanlaisten laitteiden kesken ja tekeminen yhtenäistyy. Samanlaisten laitteiden osalta, tekemisen yhtenäistämällä, työsisältö ei muutu konelinjasta riippumatta, joka taas mahdollistaa resurssien helpomman liikuttamisen ennakkohuoltoja tehtäessä. Samaa ennakkohuoltoa voidaan soveltaa kautta linjan samantilaisiin ja jopa samankaltaisiin linjakäyttöihin DC- käyttöjen osalta.
2. Nopeutta mittaavien pulssiantureiden määräaikaivaihdot on saatettava kaikille linjoille ennakkohuollon piiriin. Kaiken kaikkiaan ”Takovika” on yksi merkittävimmistä häviöiden aiheuttajista, joka selittyy osittain sillä, että ne eivät tällä hetkellä ole kuin yhdellä paperikonelinjalla ennakkohuollon piirissä.
3. AC- linjakäyttöjen ennakkohuoltoa on päivitettävä ja lisättävä. AC- linjakäyttöjen osalta huoltotekstissä on usein viitattu toimittajan huoltosuosituksiin. Nämä huollot on saatettava kaikilta osin järjestelmään.

4. Tietoa mittauksista on saatava talteen, muuten mittaaminen on lähes turhaa työtä. Mittaamisen talteen saamiseksi on kaksi mahdollisuutta. Joko luodaan dokumentti, joka linkitetään huoltosuunnitelman toimintopaikalle tai aletaan käyttää laajemmin SAP- järjestelmässä olevaa mittauspisteen luontimahdollisuutta. Liite 3 on esimerkki taulukosta, jonka voisi linkittää jännitelähteiden, maasulkujännitteiden, virran oloarvojen ja muiden suureiden mittaamiseen. Taulukossa 1 on esitetty eräästä kylmälaitteesta suoraan SAP- järjestelmästä ajettu mittapistedata, josta on edelleen ajettu kaavio 4. Kaaviosta on nähtävissä asetettu tavoitearvo sekä mitatut arvot. Tosin vuoden 2012 mittaustulos tuskin pitää paikkansa. Joka tapauksessa taulukosta ja kaaviosta käy hyvin ilmi mittauspisteiden toimintaperiaate.

Taulukko 1. Mittapistetaulukko.

Mittauspiste	Mittaustositte	Pvm	MitAr/LaskKokLu	Omin. yksikkö
113226	211574	06.07.2012	12,00	kPa
113226	179242	29.08.2010	1 500,00	kPa
113226	170108	07.04.2010	1 500,00	kPa
113226	119058	11.01.2008	1 250,00	kPa
113226	88528	11.01.2007	1 600,00	kPa



Kaavio 4. Mittapistetaulukosta ajettu kaavio.

Molemmat edellä esitetyistä mittaustoimenpiteistä on mahdollista toteuttaa ja niillä päästään yhtä hyvään lopputulokseen. Kuitenkin esimerkiksi Efora Engineeringin henkilöt ovat enemmän taulukon luonnin kannalla, koska kokemukset mittapisteiden luomisesta ovat huonot. Mittapisteiden luominen on työlästä, joka taas tarkoittaa suurempia kustannuksia. Lisäksi linjakäyttöjen osalta toimintopaikkojen alle täytyisi luoda laitteet, jotta mittapisteitä voidaan luoda. Toisaalta mittapisteiden käytöstä ei ole paljoakaan kokemusta, koska niitä ei ole käytössä kuin kylmälaitehuollossa. Tämä voi osaltaan selittää pienen vastarinnan toiminnan käyttöönoton osalta. Joka tapauksessa mittapisteiden toiminnasta, luomisesta ja käytöstä on erillinen SAP- ohje, jota noudattamalla mittapisteiden luominen onnistuu varmasti.

7.3 Ennakkohuollon organisointi ja johtaminen

Ennakkohuollosta, sen toteuttamisesta ja määrittelemisestä on tehty jo useita tutkimuksia. Tutkimuksia on tämän päivän tiedonvaltatie eli ”netti” pullollaan. Tutkimukset ovat kohdistuneet pääsääntöisesti ennakkohuollon luomiseen erilaisiin kunnossapidon tietojärjestelmiin. Niissä on keskitytty selvittämään mitä ennakkohuolto on ja mitä se sisältää. Keskeisin havainto on, että tuloksena eri tutkimuksissa esitetään ehdotelma toteutuksesta. Ehdotus on kuitenkin valitettavan monessa tutkimuksessa kohdistettu ainoastaan niin sanotusti tekniselle puolelle. Toisin sanoen on ratkaistu, miten huoltosuunnitelmat suunnitellaan, saadaan järjestelmiin ja niin edelleen, mutta valitettavan harvassa tutkimuksessa on otettu huomioon ennakkohuollon organisoinnin suunnittelu ja ennakkohuoltotoiminnan jalkautus kentälle. Koulutukseen on otettu kantaa tuskin ollenkaan. Vaikkakin monessa tutkimuksessa mainitaan, miten huoltosuunnitelmiin on tärkeää suunnitella työkuorma ja sen suorittava resurssi sekä huoltotekstit, on itse ennakkohuollon suorittavaan organisaatioon otettu liian vähän kantaa.

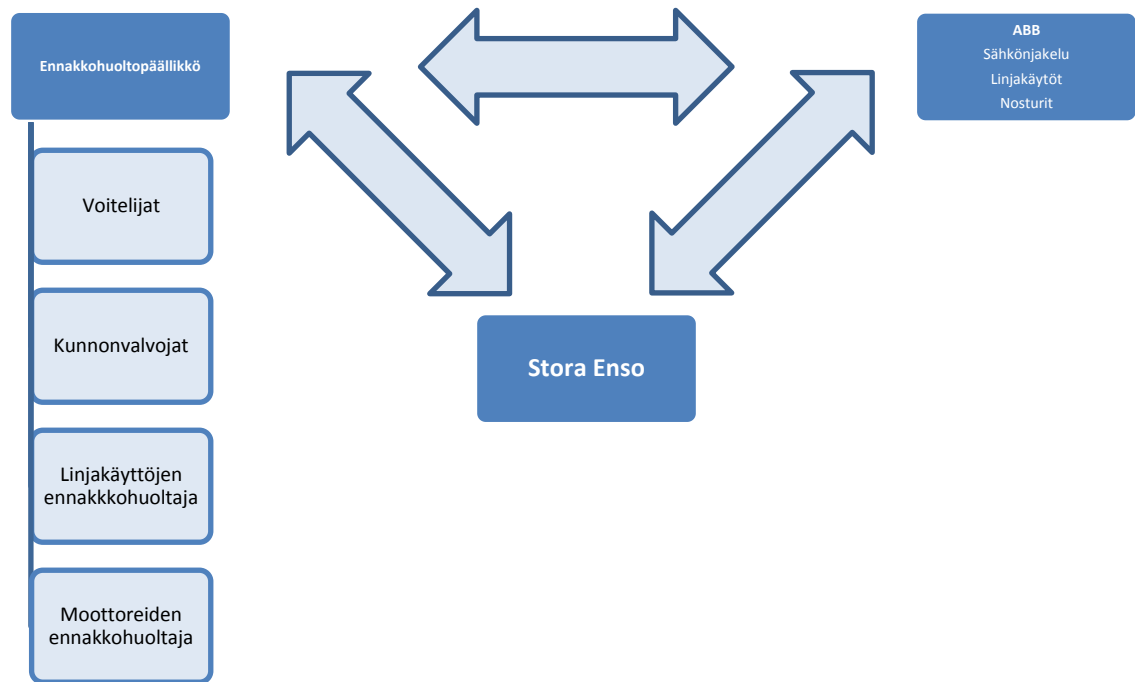
Monessa kunnossapitoyrityksessä ennakkohuoltoa ja korjaavaa kunnossapitoa tekevät samat henkilöt. Tämä lienee käytäntö osittain sen vuoksi, että resurssit ovat rajalliset ja osittain sen vuoksi, että korjaavaa kunnossapitoa tekevällä henkilöllä on monesti paras asiantuntemus laitteistosta. Tämä koetaan kuitenkin työnsuunnittelun kannalta osin mahdottomaksi toteuttaa ja taas suorittavalla portaalla sen koetaan sekoittavan päivittäistä työtä. Esimerkiksi mikäli kunnossapitohenkilö vastaa tuotantolinjan sekä häiriökorjauksesta että ennakkohuollosta kokee hän, että häiriökorjauksien määrästä johtuen

ei ole aikaa suorittaa oman vastualueensa ennakkohuoltoa. Taas, jos ennakkohuolto kierrokselle on lähdetty aamulla, voi sen keskeyttää yllättävä laitevaurio, jota on heti lähdettävä korjaamaan.

Kokemus, sekä ennakkohuoltoa ja häiriökorjausta tekevien kunnossapitäjien haastattelut ovat osoittaneet, että kunnossapitäjiä on kahta lajia. On ennakkohuoltajia ja on häiriökorjaajia. Näin ollen näiden yhdistäminen ei ole suotavaa, mikäli halutaan päästä hyvään lopputulokseen. Toisin sanoen ennakkohuoltoa ei pitäisi suorittaa häiriökorjauksen ohessa. Tämä tarkoittaa sitä, että häiriökorjausta ja ennakkohuoltoa suorittava kunnossapitäjä ei saisi olla sama henkilö. Valitettavan usein näin kuitenkin on. Tähän on voinut johtaa supistetut kunnossapitoresurssit tai siihen ei ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Väite vaatinee hieman perusteluja. Perusteeksi riittää jo henkilöiden valikoituminen tehtäviinsä. Kaikista ei ole nopeaa toimintaa ja päätöksentekokykyä vaativaan häiriökorjaukseen. Toisaalta kaikista henkilöistä ei ole pitkäjänteistä ja samaa rutiinia toistavaan ennakkohuoltotyöhön. Työhön sitoutuminen on toinen seikka, joka puoltaa kappaleen alkupuolella esitettyä väittämää. Oletetaan, että henkilö tekee organisaatiossaan sekä korjaavaa että ennakoivaa kunnossapitoa. Hän lähtee aamulla ennakkohuoltokierrokselle, joka keskeytyy tuotantolinjan pysähtyessä häiriöseisokkiin. Tässä tilanteessa, koska linja on alhaalla, prioriteettina on häiriön korjaaminen ja linjan saattaminen mahdollisimman nopeasti uudelleen tuotantotilaan. Henkilö kokee aivan oikeutetusti, että ennakkohuolto ei ole niin tärkeää kuin häiriökorjaus, koska hänethän juuri siirrettiin, ennakkohuoltokierros keskeyttäen, suorittamaan häiriökorjausta. Summattuna voidaan todeta, että näiden kahden kunnossapitolajin yhdistäminen voi olla halvempaa, mutta pitkässä juoksussa se ei ole kannattavaa. Muistetaan, että hyvää ja halpaa voi ostaa, mutta ne kannattaa ostaa erikseen.

Mietitäänpä edellistä esimerkkitapausta niin, että kunnossapitoa tarjoavalla yrityksellä on organisoiduttu siten, että häiriökorjausta ja ennakoivaa kunnossapitoa suorittavat eri organisaatiot. Tuotantolinjan tullessa alas ennakkohuoltokierrokselle lähtenyt henkilö jatkaa kierrostaan keskittyneesti ja tarkkaillen ilman häiriötekijöitä. Samalla häiriökorjausta suorittava organisaatio on hälytetty korjaamaan tuotantolinjan häiriöseisokin aiheuttanut vika. Tähän esimerkkiin nojaten, olen sitä mieltä, että paras lopputulos ennakkohuollolle saataisiin, jos sitä suorittaisi oma organisaationsa, jolla olisi oma vetäjä. Puhuttaisiin ennakkohuoltotiimistä ja ennakkohuoltotiiminvetäjästä. Tiimi perustettaisiin tarkoin valituista henkilöistä, jotka valittaisiin haastattelujen kautta eli tiimiin täy-

tyisi hakeutua. Näin saataisiin juuri ennakkohuoltotoimintaan haluavia kunnossapitäjiä ja meillä olisi oikeat henkilöt oikeassa paikassa töissä. Kuviossa 9 on esitetty esimerkki miltä tällainen organisaatiokaavio Eforassa voisi näyttää.



Kuvio 9. Ennakkohuoltotiimin organisaatiokaavio.

Kuviossa 9 on ennakkohuoltotoiminnan lisäksi kuvattu molemminpuolista tiedon siirtoa ABB:n ja Eforan välillä. Toisin sanoen toimintaa koordinoitaisiin puolin ja toisin. Ennakkohuoltopäällikkö voisi toimia koordinaattorina lisäksi Eforan asiakkaan eli Stora Enson ja ABB:n vastuuhenkilöiden välillä, jolloin tämä toiminta ennakkohuoltotoiminnan ohella tehostuisi ja selkeytyisi huomattavasti.

Ennakkohuoltotoiminnan organisoituminen omaksi osastoksi toisi ennakkohuoltotoimintaan enemmän ohjautuvuutta ja ohjattavuutta. Kehitys kulkisi eteenpäin ja se olisi jatkuvaa toimintaa. Organisaatiolla olisi omat tiimipalaverit ja siellä käytäisiin pääsääntöisesti ennakkohuoltoon liittyviä asioita lävitse. Tämä ei tarkoita sitä, että ennakkohuoltajat eivät tekisi yhteistyötä linjaorganisaatioiden kanssa. Päinvastoin kommunikointi olisi linjaorganisaatioiden ja ennakkohuoltajien välillä selkeämpää ja hallitumpaa, kun se tapahtuisi yhden henkilön kautta. Toiminnan mittaaminen olisi jatkuvaa toimintaa ennakkohuoltopäällikön toimesta ja huoltosuunnitelmia tarkasteltaisiin tiiviimmin. Organisaatiolla olisi aikaa paneutua ennakkohuollon purevuuteen ja häiriödatan seurantaan. Näin se voisi tarpeen vaatiessa korjata toimintaansa. Henkilöstön osaamisen kan-

nalta katsottuna ennakkohuoltajien koulutustarpeet tulisivat selkeämmin esille. Lisäksi henkilöhaastattelut ovat osoittaneet, että ennakkohuoltajat, jotka tällä hetkellä ovat linjaorganisaatioiden alla, kokevat olevansa irrallaan toiminnasta. He kokevat, että heillä ei ole omaa esimiestä ja toimintaa ei kehitetä eteenpäin. Summattuna ennakkohuollon organisoitumisella omaksi osastokseen saavutettaisiin kokonaisvaltaisesti tehokkaampi ennakoivan kunnossapidon osaajaryhmä. (Nimetön 2011, kehityskeskustelu)

8 TOIMENPITEET ENNAKKOHUOLTOTOIMINNAN PARANTAMISEKSI

Tämän osion loppuun on koottu yhteenveto toimenpidesuosituksista linjakäyttöjen ennakko­huollon parantamiseksi. Ennen parannussuosituksia on esitetty muutamia perusteita liitteessä 5 esitetyille huoltosisällöille. Huoltosuunnitelmien huoltotekstien luomissa on käytetty kokemusperäisen tiedon lisäksi aiempia tutkimuksia sähkökäyttöjen ennakko­huollosta, asiantuntijoiden lausuntoja ja laitetoimittajan huoltosuositusta. (Raivio 12.2.2012, haastattelu; Angeria 13.2.2013, haastattelu; Haapaniemi 13.10.2012, haastattelu; Miettunen 13.10.2012, haastattelu; Tiensuu 5.9.2011, haastattelu)

8.1 Elektrolyyttikondensaattorin käyttöikä ja huolto

Elektrolyyttikondensaattoreiden käyttöikä riippuu käyttöolosuhteista. Lämpötila on merkittävin kondensaattorin ennaikainen vanhentaja ja lämpötilaan vaikuttaa ratkai­sevasti linjakäytön puhaltimien kunto ja käytön puhtaus. Laitteistojen jäähdytysrivat ja – säleiköt keräävät pölyä, joka pienentää käytön läpivirtaavan jäähdytysilman määrää. Kun ilmamäärä pienenee, alkaa laitteen lämpötila kasvaa vanhentaen elektrolyyttikon­densaattoreita ja muita elektronisia komponentteja laitteiston sisällä. Näin ollen voidaan todeta, että tärkein huoltotoimenpide käytöille on tehdä puhallinvaihdot ja puhdistukset riittävän tiheällä huoltovälillä. Riittävä huoltoväli määräytyy käytön ympäristön olosuh­teiden ja laitevalmistajan suositusten mukaan. (Raivio 12.2.2012, haastattelu, Romppai­nen 2002, 69)

Paperitehtaalla linjakäytöt ovat hyvin ilmastoiduissa sähkötiloissa, jotka siivotaan vii­koittain. Tilojen puhtauden ollessa hyvällä tasolla riittää, kun linjakäytöt puhdistetaan puhallinvaihtojen yhteydessä. Tämän lisäksi puhtaus voidaan todeta silmämääräisin tarkastuksin muiden tarkastusten ohessa. Kun laitteet pidetään puhtaana ja puhallinhuol­lot suoritetaan oikea aikaisesti, on kondensaattoreiden vaihtoväli keskimäärin 9 - 10- vuotta.

Käyttämättömänä, toisin sanottuna laitteen ollessa pitkään jännitteettömänä, elektrolyyt­tikondensaattoreiden vuotovirta kasvaa. Tämä johtuu siitä, että elektrolyyttikondensaat­torin kondensaattorilevyjen välissä oleva oksidikerros katoaa. Oksidikerros toimii kon­densaattorilevyjen välisenä eristeenä, jolloin sen haihtumisen seurauksena elektrolyytti-

kondensaattori lyö läpi ja vaurioituu. Oksidikerros voidaan palauttaa syöttämällä elektrolyyttikondensaattoriin tasajännitettä vastuksen läpi. Tätä toimenpidettä kutsutaan huoltajien ja kunnossapitäjien keskuudessa taajuusmuuttajan elvyttämiseksi. Elvyttäminen on välttämätön toimenpide, jotta varaosalaitteet ovat käyttökelpoisia. (Raivio 12.2.2012, haastattelu; Romppainen 2002, 69–70)

8.2 Vaihtovirtakäyttöjen ennakoivat mittaukset

Vaihtovirtakäyttöjä mittaamalla pyritään saamaan kiinni mahdolliset alkavat viat ennen kuin ne pysäyttävät laitteen. Tällaisia mittauksia ovat taajuusmuuttajan tulevan- ja lähtevän sillan virranmittaukset, sekä elektrolyyttikondensaattoreiden purkaus- ja latauskäyrämittaukset. Vaikkakin elektrolyyttikondensaattorit vaihdetaan määräajoin, on niille hyvä tehdä mittauksia myös vaihtojen välillä. Näin toimimalla pyritään saamaan esille kondensaattoreiden ennenaikainen vaurioituminen, joka voi johtua huonosta tuotantoerästä tai ympäristöolosuhteiden äkillisestä muuttumisesta. Taajuusmuuttajalle ja moottorille syötettävän virran käyrämuodosta voidaan päätellä missä kunnossa taajuusmuuttaja ja moottori mittaushetkellä ovat. (Saarenpää 2006,48; Angeria 13.2.2013, haastattelu)

Mittauksia ja huoltotöitä suoritettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota mahdollisiin staattisen sähköön purkauksiin. Staattinen sähkö aiheuttaa laitteistoon vikoja, jotka voivat tulla ilmi vasta pitkänkin käyttöajan jälkeen huollon suorittamisesta. Tällaisessa tapauksessa, jossa laitteeseen on huollossa aiheutettu piilevä vika, huollon hyöty kääntyy päälleen eli laatuun on kiinnitettävä huomiota. Staattiselta sähköltä suojautumista varten linjakäyttöjen keskuksiin on asennettu ESD- rannekkeet, joilla voidaan suojautua staattiselta sähköltä. Työkalujen on niin ikään syytä olla ESD- merkittyjä. (Saarenpää 2006, 49)

8.3 Toimenpidesuosituksukset

1. Mittaustulosten kirjaamisen käyttöönotto:
 - a. SAP- mittauspisteiden tai mittauspöytäkirjatoiminnan (liite 3) käyttöönottaminen toimintopaikalle.
2. Reititetään huoltosuunnitelmat
3. Koulutetaan mittaamisen raportointi kunnossapitäjälle/kunnossapitäjille
4. Koulutetaan uudet henkilöt linjakäyttöjen ennakkohuoltotoimintaan
5. Lisätään liitteen 4 mukaiset huoltosuunnitelmat linjakäyttöihin
6. Varataan aika linjakäyttöjen ennakkohuollon toteuttamiselle siirtämällä linjakäyttöjen ennakkohuoltaja erilliseen ennakkohuolto- organisaatioon. (Kuviossa 9 on esitetty organisointimalli sivulla 47).
7. Seurataan häiriötilastoja ja niistä aiheutuvia hävikkitilastoja. Analysoidaan tilastot säännöllisesti. Tehdään tarvittaessa korjauksia huoltosuunnitelmiin tai laaditaan uusia.
8. Mitataan ennakkohuoltojen toteutumista ja mittausdatan kertymistä SAP- mittapisteille tai mittauspöytäkirjaan.
9. Ohjauspaneelihuollon kilpailuttaminen.

Kaiken kaikkiaan ennakkohuolto on ensiarvoisen tärkeää. Kuitenkin sen tekemistä ei pitäisi suorittaa konemaisesti toistamalla samaa mittaus- tai huoltotoimenpidettä uhraamatta toiminnalle yhtään ajatusta enempää, kuin sen suorittamiseen viime tai sitä edelliselläkään kerralla on uhrattu. Ennakkohuoltajan tulisi, arvokasta työtä suorittaessaan, jatkuvasti miettiä ovatko toimenpiteet riittävät, tai mitkä suunnitelluista huolloista on järkevää ja kustannustehokasta toteuttaa. Esimerkiksi linjakäyttöjen osalta voitaisiin vetää raja käytön kokoluokkaan, mitä ei huolleta vaan vaihdetaan. Pienimmät taajuusmuuttajat ovat kustannustehokkaampaa vaihtaa tai uusia kuin huoltaa vanhaa. Samalla myös laitekanta päivittyisi automaattisesti ja varastossa olevat varaosat saataisiin kiertoon. Toki tässäkin on mietittävä, onko uusiminen teknisesti mahdollista. Ajatuksen takana on kuitenkin se, että ennakkohuoltajan on oltava jatkuvasti ajan hermolla, seurattava mahdollisia ympäristöolosuhteiden muutoksia ja kehitettävä huoltotoimintaa jokaisella ennakkohuoltokierroksellaan. (Angeria 13.2.2013, haastattelu)

Opinnäytetyön teko hetkellä ABB on kartoittamassa kaikkia sähkökäyttöjä Efora tasolla. He eivät paneudu häiriödataan vaan kartoittavat sähkökäyttöjen tämän hetkisen tilan. Näin ollen, ennen toimenpiteitä ennakkohuollon parantamiseksi linjakäyttöjen osalta, on syytä tehdä yhteenveto löydöksistä. Tällöin päästään parhaimpaan lopputulokseen ja saadaan kattavat ennakkohuollot käyntiin myös linjakäyttöjen osalta. (Raivio 12.2.2012, haastattelu)

9 KOULUTUS

Lähtökohtaisesti linjakäyttäjien huoltajaksi tulee valita kunnossapidon ammattilainen, jolla on jo suhteellisen vankka kokemus linjakäytöistä. Vähintään perusteet tulee olla hyvin hanskassa. Ihanne henkilö linjakäyttäjien ennakkohuoltajaksi olisi kunnossapitäjä, jolla on jo suhteellisen vankka kokemus huollettavista laitteistoista esimerkiksi häiriökorjauksen kautta. Koulutuksen laajuus riippuu luonnollisesti näistä em. seikoista. (Rai-vio 12.2.2012, haastattelu)

Mikäli perusteet ovat hallinnassa, voi koulutus olla keveimmillään työnopastuksen ja perehdytyksen kautta tapahtuva toiminnan käyntiin saattaminen. Riippuen siitä, mitä kehitysehdotuksista otetaan käyttöön, vaikuttaa siihen mitä kunnossapitäjille koulutetaan ja opastetaan. Ottaen huomioon Efora Oy:n Kemin toimipisteen kunnossapitäjien osaamistason linjakäyttäjien osalta, tulee kysymykseen mittauspöytäkirjojen täyttämisen koulutus. Koulutuksen sisältö taas riippuu siitä, valitaanko mittauksen raportointiin vaihtoehto 1 vai 2.

1. Mittauspöytäkirja linkkinä toimintopaikalla
2. SAP:n mittauspöytäkirjojen täyttäminen toimintopaikalle.

Tilanne on luonnollisesti toinen, mikäli linjakäyttäjien ennakkohuoltoa tulee tekemään henkilö, jolla ei ole aiempaa kokemusta linjakäytöistä. Tällöin koulutus suunnitelma on huomattavasti laajempi. Perehdytys ja työnopastus on tehtävä perusteellisesti kokeneen alueasentajan toimesta.

Olipa linjakäyttäjien ennakkohuoltoa tekevä henkilö kokenut asiantuntija tai uraansa aloitteleva kunnossapitäjä on koulutuksessa hyvä käydä ainakin seuraavat asiat lävitse.

1. Perehdytysosio ja luokkahuonekoulutus
 - a. Vaarojenarviointi on suoritettava linjakäyttäjien ennakkohuoltotöissä.
 - b. Esitellään linjakäyttäjien häiriöiden aiheuttamat häviöt (SAP- ja TIPS-data).
 - c. Miten ennakkohuollon puuttuminen, esimerkiksi pulssiantureiden osalta, näkyy häiriötilastoissa?

- d. Miten linjakäyttöjen käytettävyyttä pyritään parantamaan huollon keinoin?

2. Työnopastus ja mittauspöytäkirjan käyttöönotto

- a. Riippuen käyttöönotetusta toimintatavasta koulutetaan mittautulosten kirjaaminen järjestelmään.
- b. Selvennetään mittausten merkitys häiriöiden havaittavuuden kannalta.

Linjakäyttöjen ennakkohuoltaja on vasta-alkaja: (Ei suositeltava)

3. Käytännön toteutus

- a. Käydään lävitse vastualueen linjakäytöt.
- b. Opetetaan linjakäyttöjen mittaustoiminta.
- c. Opetetaan linjakäyttöjen puhdistaminen ja puhdistus menetelmät.
- d. Jokaisella kierroksella aistinvarainen havainnointi on jatkuvaa toimintaa.

10 POHDINTA

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelmaan pääseminen ja sen läpikäyminen kokonaisuutena oli mielenkiintoinen prosessi. Koulutus avasi silmiä muun muassa kunnossapidon toteuttamisen suhteen. Lisäksi se toisaalta syvensi aiempaa osaamista ja toisaalta antoi uusia näkökulmia sekä perusteita asioiden erilaiseen toteuttamiseen. Opimisprosessina itse opinnäytetyö syvensi koulutusohjelmassa käsiteltyjä aiheita ja edelleen käsitystä niistä periaatteista ja metodeista, joilla tänä päivänä kunnossapitoa johdetaan. Eritoten opinnäytetyön häiriödatan kaivaminen järjestelmistä ja edelleen sen systemaattinen analysointi osoitti, että hävikinaiheuttajat ovat löydettävissä. Vaikkakin datan kaivaminen ja siitä tehtävä yhteenveto oli työläs prosessi, oli se palkitseva ja kannattava. Tällaisella toiminnalla on löydettävissä todellisia parannuskeinoja ja kustannussäästöjä yritysalasta riippumatta, joten tällaiseen toimintaan kannattaa panostaa.

Jotta ennakkohuolto puree häiriötä ehkäisevästi, on sen oltava oikein tehty, oikein kohdistettu ja oikealla aikavälillä suoritettu. Vaikka järjestelmässä olisi kuinka hyvin tehty huoltosuunnitelma, mutta ennakkohuollolle ei oikeasti ole varattu aikaa päivittäisessä kunnossapidossa on huolloilla taipumus viivästyä tai jäädä tekemättä kokonaan. Tämä osaltaan vie pohjaa koko ennakoivalta kunnossapidolta ja toisaalta puoltaa ennakkohuoltajien organisoitumista omaksi osastokseen. Yksi organisoinnilla saavutettava kunnossapitoyrityksen kannalta merkittävä lisäarvo on, että yritykselle kehittyy syvempi asiantuntijuus linjakäyttöihin ja pidemmässä juoksussa yrityksellä tulee olemaan oma linjakäyttöasiantuntija.

Opinnäytetyön tavoiteasetanta ja tulokset saavutettiin. Häiriödatan analysoinnin tuloksena pystyttiin määrittämään ne linjakäytöissä esiintyvät häiriöt, jotka tällä hetkellä aiheuttavat suurimman osan tuotantolinjojen sekä kunnossapidon häviöistä. Tätä kautta voitiin osoittaa, että puutteet huoltosuunnittelussa ovat linjassa näihin häviöihin. Tuloksina häiriödatan analysoinnista tuotettiin esityksiä niin huoltosuunnitelmien parantamiseksi kuin ennakkohuollon tehostamiseksi. Parannusesitykset käyttöönottaessa, on niistä saatavissa konkreettista hyötyä niin kunnossapidon kuin Efora Oy:n asiakkaankin kannalta katsottuna. Tulokset huomioiden voidaan todeta, että opinnäytetyön aihe oli hyvin valittu ja tutkimus oli enemmän kuin ajankohtainen toteuttaa.

LÄHTEET

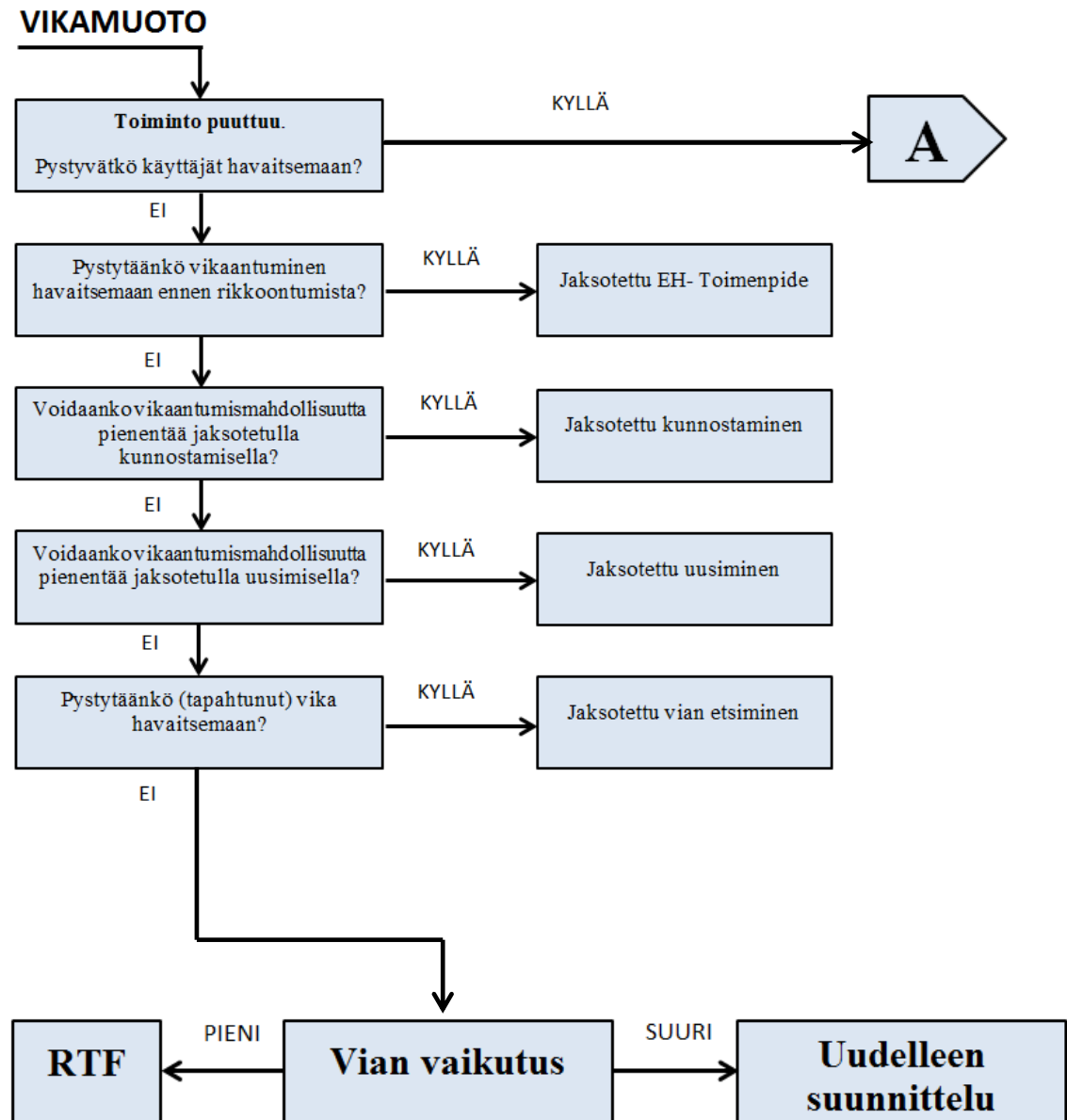
- Angeria, Kimmo, toimitusjohtaja/huoltopäällikkö, Tiltek Oy. Haastattelu 13.2.2013.
- Haapaniemi, Teuvo, kunnossapitoasentaja, Efora Oy. Haastattelu 13.10.2012.
- Härkönen, Tuomo 2012. Kunnossapidon johtaminen, luotettavuustietoa hyödyntäen. Promaint 3/2012, 11.
- Järviö, Jorma, TkT, Dos, Service Management Solutions Oy. Luento 16.12.2010.
- Järviö, Jorma 2008. Ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu. Promaint 3/2008, 14.
- Laine, Hannu S, 2010. Tehokas Kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla, 1. painos, Helsinki:KP-Media Oy
- Lehtiö, Taina & Järviö, Jorma, 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen, 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy
- Miettunen, Martti, kunnossapitoasentaja, Efora Oy. Haastattelu 13.10.2012.
- Nimetön, Efora Oy. Kehityskeskustelut 03/2011.
- Parida Aditya, professori, Luleå yliopisto. 2010, luento. 24–25.11.
- Penttilä, Juha, RCM- kouluttaja, ABB Oy 2012, luento 5.9.2012.
- Piirainen, Antti 2011. Muutosprosessi- stabiilista tilasta vihan kautta hyväksyntään. Hakupäivä 3.12.2012.< <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkeli/muutosprosessi>>
- PSK 7501,2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK Standardisointiyhdistys ry. Hakupäivä 19.2.2013. www.psk-standardisointi.fi
- Raivio, Petteri, tuotepäällikkö, ABB Oy. Puhelinhaastattelu 12.2.2012.
- Romppainen, Juha 2002. Linjakäytön ennakkohoolto. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Lappeenranta.
- Saarenpää, Jari 2006. Sähkötekniisten laitteiden kunnossapidon kehittäminen sinkkitehtaalla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Kokkola.
- Siimes Aslak, projektipäällikkö, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. 2012, luento 23-24.9.2010.
- Takkula Tuija, lehtori, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, 2012, luennot 27.1, 25.2, 1.4.2011.
- Tiensuu Jukka, myyntipäällikkö, Leine & Linde. 5.9 2011, haastattelu.

LIITTEET

- Liite 1. Haapaniemi, RCM-päätöksentekokaavio
- Liite 2. Haapaniemi, FMEA-taulukko
- Liite 3. Haapaniemi, Linjakäytön mittauspöytäkirjat
- Liite 4. Haapaniemi, Linjakäyttöjen huoltosuunnitelmat

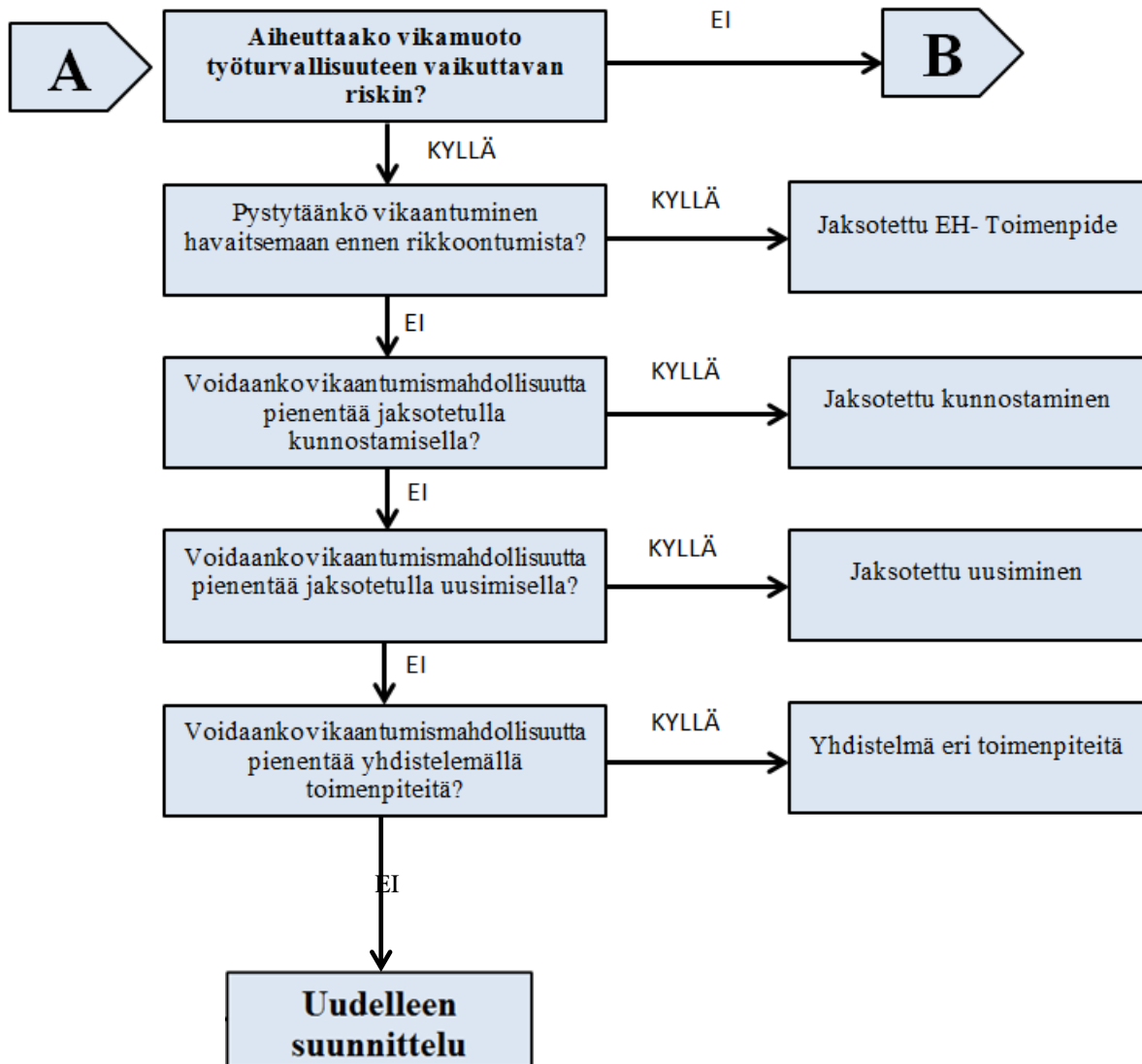
LIITE 1(4)

RCM-päätöksentekokaavio, 1. vaihe.



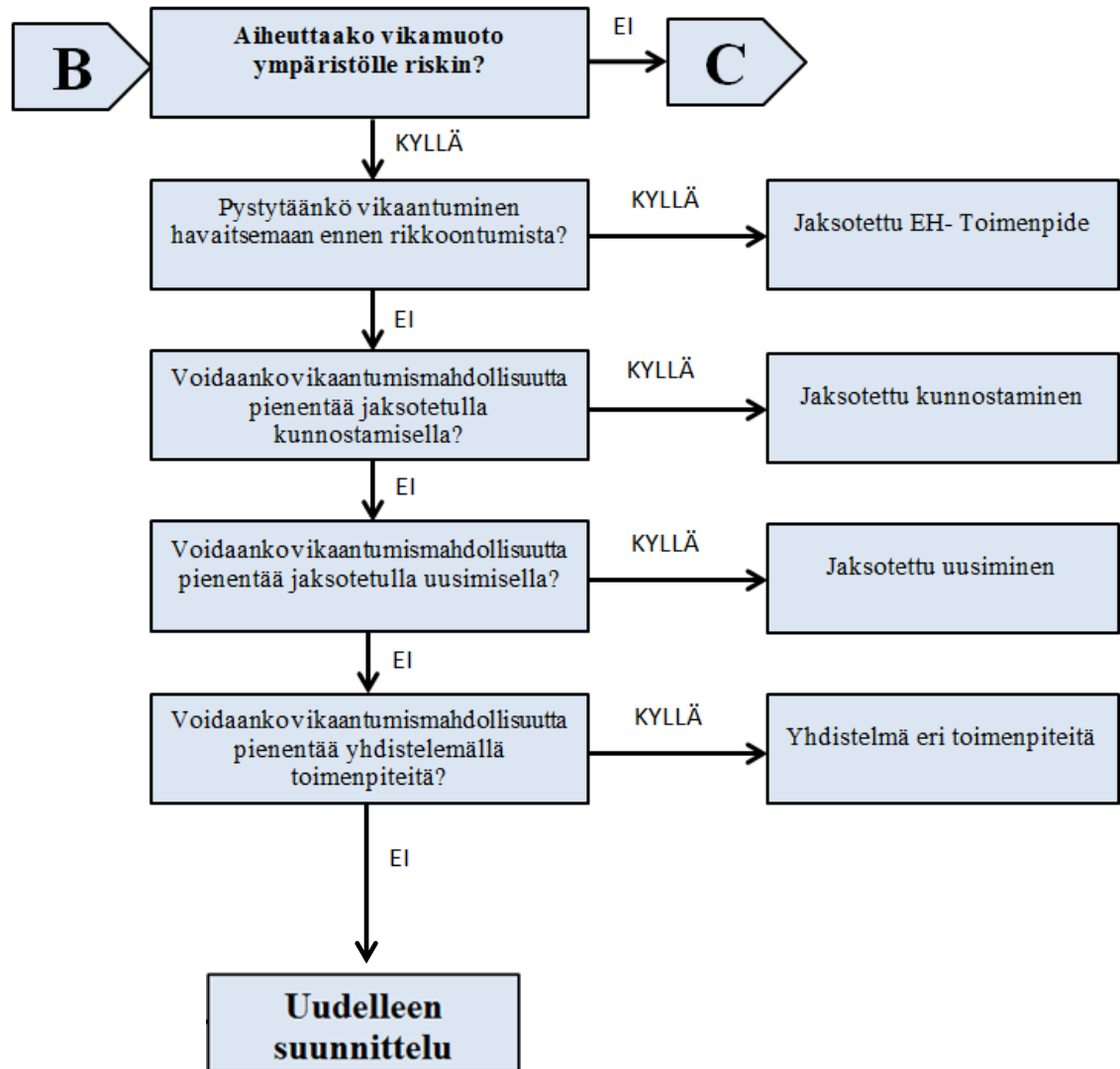
LIITE1 2(4)

RCM-päätöksentekokaavio, 2. vaihe.



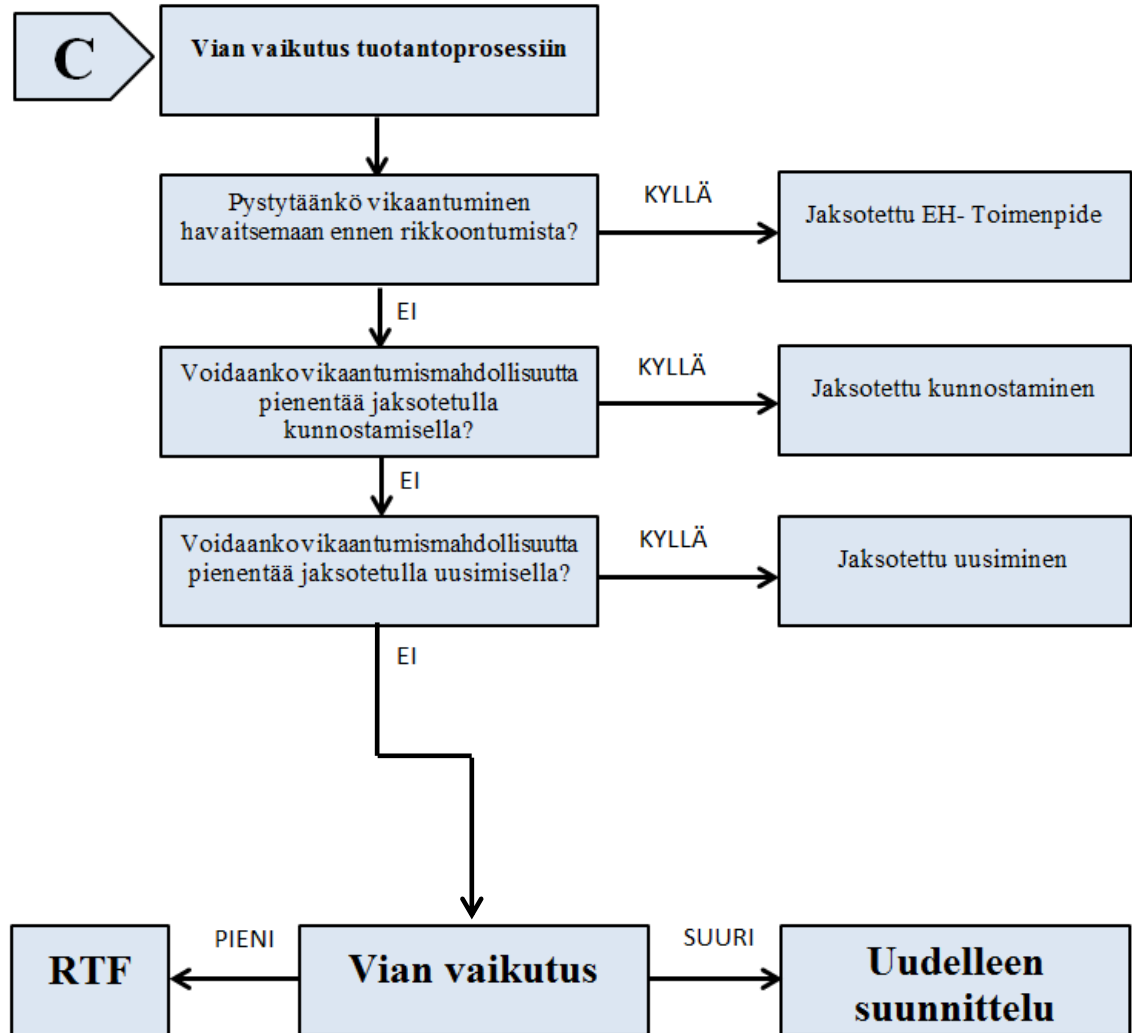
LIITE1 3(4)

RCM-päätöksentekokaavio, 3. vaihe.



LIITE1 4(4)

RCM-päätöksentekokaavio, 4. vaihe.



LIITE2

FMEA-taulukko

Component	Function	Characteristics of failure		Control	Detection	Occ.	Sev.	Det.	RP						
		Functional failure	Failure mode							Failure effect					
Tachometer of motor	Measure the speed of motor	1. Unable to measure the speed of motor at all	1. Bearing is jammed	Inspection in cycle of 4 months	Operator / Service staff	8	8	2	128						
			2. Caple damage							Measure pulses in cycle of 2 months	Service staff	2	8	1	16
			3. Electricity malfunction												
		2. Motor speed varies	1. Bad connection	Measure pulses in cycle of 2 months	Service staff	8	8	1	64						
			B. Production loss							Periodic replacement (5 years)	Service staff	9	8	2	144
			2. Component brakedown												
		3. Clutch is loosen	A. Paper web brake	Inspection in cycle of 4 months	Service staff	8	8	1	64						
			B. Production loss							Production loss	Service staff	8	8	1	64
			A. Paper web brake												

LIITE 4 1(3)

Linjakäyttöjen huoltosuunnitelmat

VAKIOTEKSTITUNNUS	TYÖ	TEKSTI	SYKLI (VKO)
Z_EF_SAH_SKA_0014	PULSSIANTURINVAIHTO (akselitako)		260
Z_EF_SAH_SKA_0015	PULSSIANTURINVAIHTO (reikätakko)		260
Z_EF_SAH_PRS_0009	TASAVIRTAMOOTTORIN SEISOKKIHUOLTO		8
EI VAKIOTEKSTINÄ	KÄYTÖN TARKASTUS KUUNTELU (AC/DC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Ilmottaudu valvomoon mennessäsi kierrokselle. Kuuntele moottorin äänet. Kuuntele käytön puhaltimen äänet. Ilmoita käyttöhenkilölle lopettaessasi huoltokierroksen. Tee havainnoistasi ilmoitus SAP-järjestelmään.	52
EI VAKIOTEKSTINÄ	APUJÄNNITTEIDEN MITTAUS (AC/DC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Mittaa käytön apujännitteet ja kirjaa tulokset mittauspöytäkirjaan. Vertaa mittaustulokset aiempiin tuloksiin. Mikäli jännitteen hiipumista on havaittavissa, vaihdetaan jännitelähde seuraavassa mahdollisessa seisokissa. (C:\mittauspöytäkirja_linjakäytöt_KON EXXX)	26
EI VAKIOTEKSTINÄ	MAASULKUJÄNNITTEEN MITTAUS (DC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Mittaa maasulkujännite ja kirjaa mitattu arvo mittauspöytäkirjaan. Vertaa mittaustulokset aiempiin tuloksiin. Mikäli maasulkujännite on noussut, tee häiriöilmoitus SAP:iin. (C:\mittauspöytäkirja_linjakäytöt_KON EXXX)	26
EI VAKIOTEKSTINÄ	LINJAKÄYTÖN PUHDISTUS (DC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Irroita tyristorisilta ja puhalla se kevyesti paineilmalla puhtaaksi sähkötilan ulkopuolella. Imuroi kiinnittynyt lika pois. Puhdista kuristimet harjaa ja imuria apunäköä käyttäen. Imuroi kojekaapit sisältä ja päältä. Varmista lopuksi, että kaikki on kunnolla paikoillaan eikä kojeistoon ole jäänyt tai irronnut osia. Aseta käyttö käyttövalmiuteen ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	260
	DC-LINJAKÄYTÖN PUHALLINHUOLTO	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Irroita käytön puhallin ja vaihda se. Totea pois otetun puhaltimen moottorin kunto ja vaihda laakeri. Huollon päätteeksi yksi puhaltimen moottori on jäätävä huollettuna varastoon. Aseta käyttö käyttövalmiuteen ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	260

LIITE 4 2(3)

Linjakäyttäjien huoltosuunnitelmat

VAKIOTEKSTITUNNUS	TYÖ	TEKSTI	SYKLI (VKO)
EI VAKIOTEKSTINÄ	LINJAKÄYTÖN JÄNNITELÄHDEHUOLTO (DC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee jännitelähde jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Vaihda elektrolyyttikondensaattorit. Kytke jännite ja totea jännitelähteen toiminta. Aseta käyttö käyttövalmiuteen ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	468
EI VAKIOTEKSTINÄ	LINJAKÄYTÖN PUHDISTUS (AC)	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Käytä työssä ESD-imuria. Imuroi suodatinnitilät ja puhdista tai vaihda suodattimet. Imuroi kojekaapit sisältä ja päältä. Tarkista puhaltimien puhtaus. Varmista lopuksi, että kaikki on kunnolla paikoillaan eikä kojeistoon ole jäänyt tai irronnut osia. Aseta käyttö käyttövalmiuteen ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	260
EI VAKIOTEKSTINÄ	AC-LINJAKÄYTÖN PUHALLINHUOLTO	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Irrota käytön puhallinpuhaltimet ja vaihda. Aseta käyttö käyttövalmiuteen, totea toiminta ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	312
EI VAKIOTEKSTINÄ	AC-LINJAKÄYTÖN KONDENSAATTORIHUOLTO	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Vaihda käytön elektrolyyttikondensaattorit. Aseta käyttö käyttövalmiuteen, totea toiminta ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	468

LIITE 4 3(3)

Linjakäyttäjien huoltosuunnitelmat

VAKIOTEKSTITUNNUS	TYÖ	TEKSTI	SYKLI (VKO)
EI VAKIOTEKSTINÄ	TAAJUUSMUUTTAJIEN ELVYTYKSI	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Elvytä varastoidut taajuusmuuttajat.	52
EI VAKIOTEKSTINÄ	AC-LINJAKÄYTÖN MITTAUS	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Ilmottaudu valvomoon mennessäsi työkohteeseen. Mittaa tulosillan vaihevirrät L1, L2, L3. Vertaa virtojen symmetrisyys. Jos virrat poikkeavat merkittävästi toisistaan tee häiriöilmoitus. Kirjaa mittaustulokset pöytäkirjaan. (C:\mittauspöytäkirja_linjakäytöt_KON E\XXX)	26
EI VAKIOTEKSTINÄ	AC-LINJAKÄYTÖN MITTAUS	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Ilmottaudu valvomoon mennessäsi työkohteeseen. Mittaa lähtösillan vaihevirrät kahdelta vaiheelta. Mittaus suoritetaan oskilloskoopilla, kahta virtamittaussilmukkaa apuna käyttäen. Vertaa virran oloarvokäyrien muodot. Niissä ei saa ilmetä merkittävästi rosoisuutta tai pulsseja ei saa puuttua. Jos virrat eivät ole normaalit, tee häiriöilmoitus. Kirjaa mittaustulokset pöytäkirjaan. (C:\mittauspöytäkirja_linjakäytöt_KON E\XXX)	26
EI VAKIOTEKSTINÄ	AC-LINJAKÄYTÖN MITTAUS	Suorita vaaranarviointi ohjeen mukaan. Varmista, että käyttöhenkilöstö on lukinnut pääkytkimen ja lukitse kytkin myös omalla lukolla, jossa on yhteystietosi. Tee käyttö jännitteettömäksi ja totea jännitteettömyys. Tarkista kondensaattoreiden lataus- ja purkausikäyrät. Tee poikkeamista häiriöilmoitus. Aseta käyttö käyttövalmiuteen, totea toiminta ja ilmoita työn valmistumisesta käyttöhenkilöstölle.	260