

# AUTOMAATIOKUNNOSSAPITOTOIMIN- TOJEN OPTIMOINTI

Henri Tonder

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014

Teknologiaosaamisen johtaminen  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Tonder, Henri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 08.03.2014
	Sivumäärä 75	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi AUTOMAATIOKUNNOSSAPIDON OPTIMOINTI		
Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen		
Työn ohjaaja(t) Niininen, Kirsi Fonselius, Jaakko		
Toimeksiantaja(t) Ahava, Olli		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella UPM-Kymmene Oyj:n Kaukaan sellu- tehtaan sähkö- ja automaatiokunnossapidon toimintaa ja verrata sitä UPM-Kymmenen kunnossapi- tostrategiaan. Kunnossapito käsittää päivä- ja vuorokunnossapidon, kunnossapitosopimukset, varas- toinnin sekä varastointisopimukset.</p> <p>Työssä käytiin läpi kaikki keskeiset sähkö- ja automaatiokunnossapidon toiminnot ja sopimustyyppit, sekä verrattiin kunnossapidon toimintatapoja kunnossapitostrategian vaatimaan toimintatapaan. TPM ja RCM teorialat toimivat kunnossapidon kehitysehdotusten teoriapohjana. Lisäksi esitellään ne lait, asetukset ja standardit, jotka säätelevät kunnossapito-ohjelmaa.</p> <p>Keskeisenä tutkimusmenetelmänä oli ydinosaamisalueiden kartoitus, jossa verrataan nykyistä toi- mintatapaa UPM-Kymmenen kunnossapitostrategian mukaiseen tahtotilaan. Tämän pohjalta luotiin ehdotus automaatio-organisaation uudelleenryhmittelystä, tarpeellisista ulkoistus- sekä varastointi- sopimuksista.</p> <p>Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli luoda malli siitä analyysistä, jota käytetään tarkasteltaessa mitä tahansa kunnossapito-organisaatiota ja sen toimintaa. Työ antaa esimerkit niistä analyyseistä, joita tarkastelussa tarvitaan, jotta toiminnan kokonaisuus saadaan analysoitua.</p> <p>Työn alussa esitellään kunnossapitostrategia kahdesta eri näkökulmasta, joista merkittävämpi on UPM-Kymmenen nykyinen kunnossapitostrategia. Tämä strategia toimii koko tarkastelun viiteke- hyksenä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) ennakkohuolto, automaatiokunnossapito, optimointi, huoltosopimukset, teollisuuslaitos		
Muut tiedot		



Author(s) Tonder, Henri	Type of publication Master's Thesis	Date 08.03.2014
	Pages 75	Language Finnish
		Permission for web publication ( X )
Title OPTIMISATION OF AUTOMATION MAINTENANCE		
Degree Programme Master of Engineering		
Tutor(s) Niininen, Kirsi Fonselius, Jaakko		
Assigned by Ahava, Olli		
Abstract <p>The ambition of this Master's thesis was consider functions of electrical and automation maintenance at UPM-Kymmene, Kaukas Pulp Mill and assimilate operations to maintenance strategy of UPM-Kymmene. Maintenance includes day and shift maintenance, the contract of maintenance, warehouse activities and the contracts of the spare parts. This Master's thesis includes all important electrical and automation maintenance activities and contract types which exist at Kaukas Mills.</p> <p>The proposals of maintenance functions are based on TPM and RCM theories. The most important laws, government regulations and standards in electrical works are introduced.</p> <p>The crucial research method has been a core competence study investigating how well the present procedure of maintenance fits to the UPM-Kymmene maintenance strategy. Based to this research some proposals for organizational renewals has been created such as out sourcing areas and the contract of spare parts.</p> <p>One target of this thesis was to create a model to analyze any maintenance organization and its functions anywhere. This work gives examples of analyzes which are needed to consider the whole function of maintenance activities.</p> <p>At the beginning of this report is presented a maintenance strategy theory from two different points of view. More important of these is the present UPM-Kymmene strategy. This strategy will be the context of this research.</p>		
Keywords preventive maintenance, automation maintenance, optimization, maintenance contract, factory		
Miscellaneous		

## Termit ja niiden määritelmät

SFS	Suomen standardoimisliitto
EN	Eurooppalainen standardoimisjärjestö
PSK	Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus
PF-käyrä	Potential Failure, oirehtiva vikakäyrä
MTBF	Mean Time Between Failures, Keskimääräinen vikaväli
MTTF	Mean Time to Failure, Keskimääräinen vikaantumisaika
MTTR	Mean Time to Restoration, Keskimääräinen toipumisaika
MDT	Mean Down Time, Keskimääräinen seisokkiaika
MWT	Mean Waiting Time, Keskimääräinen odotusaika
MRT	Mean Repair Time, Keskimääräinen korjausaika
KTM	Kauppa ja teollisuusministeriö
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
TUKES	Turvatekniikan keskus
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization, eurooppalainen standardisoimisjärjestö
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähkötekniinen toimikunta
SESKO	Suomen kansallinen sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö
FAA	Federal Aviation Agency, Yhdysvaltain ilmailuvirasto
RCM	Reliability Centered Maintenance, luotettavuus keskeinen kunnossapito
SRCM	Streamlined RCM, kevennetty RCM
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

### **Merkinnät**

$\lambda$ , h	vikataajuus
A	käytettävyys
$N_f$	esiintyneiden vikojen lukumäärä
N	normaalitilojen kesto
V	vikatilojen kesto

## Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	5
1.1.	Työn tausta ja lähtökohdat.....	6
2.	Nykyaikaisen kunnossapidon teoriaa.....	8
2.1.	Keskeiset kunnossapidon käsitteet.....	8
2.1.2.	Käyttövarmuus.....	8
2.1.3.	Käytettävyys.....	12
2.1.4.	Vikataajuus.....	13
2.1.5.	Vikaantumisen ja vian havaitseminen.....	14
2.1.6.	Kunnossapitolajit.....	17
2.2.	Standardit, lait ja määräykset sähkölaitteistojen kunnossapidossa.....	18
2.2.1.	Sähköturvallisuuslaki.....	18
2.2.2.	Työ- ja elinkeinoministeriön päätökset.....	19
2.2.3.	Standardit ja Turvatekniikan keskus TUKES.....	20
2.3.	RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	21
2.3.1.	RCM:n päämäärät.....	22
2.3.2.	RCM prosessi.....	23
2.4.	TPM, Tuotantokeskeinen kunnossapito.....	24
2.4.1.	Miten TPM toimii.....	25
2.5.	Asset Management.....	27
2.6.	Kunnossapidon organisaatiomallit.....	28
2.6.1.	Linjaorganisaatio.....	28
2.6.2.	Matriisiorganisaatio.....	29
2.6.3.	Tiimityöskentelyn teoriaa.....	30
3.	Kunnossapidon strategia.....	31
3.1.	Kunnossapitostrategia toimintakehyksen näkökulmasta.....	32
3.2.	Kunnossapitostrategia oma ja ulkoistettu kunnossapito näkökulmasta.....	33
3.2.1.	Oma kunnossapito.....	33
3.2.2.	Osittain ulkoistettu kunnossapito.....	33
3.2.3.	Kokonaan ulkoistettu kunnossapito.....	34
4.	UPM-Kymmenen kunnossapitostrategia.....	34
4.1.	Yleistä.....	34
4.2.	Visio.....	35
4.3.	Kunnossapidon rooli ja vastuut.....	35
4.4.	Strategian implementointi.....	35
4.5.	Kunnossapitostrategian analyysi.....	36
4.6.	Varaosavarastointi.....	37
5.	UPM-Kymmene Kaukas sellutehdas, sähkö- ja automaatiokunnossapito.....	39
5.1.	Nykyinen kunnossapitomalli ja organisaatio.....	39
5.1.1.	Organisaatio.....	39

5.2.	Käynnissäpito ja osaamisen spesialiteetit .....	41
5.3.	Huolto-ohjelmat.....	43
5.4.	Keskeiset sähkö- ja automaation kunnossapitosopimukset ja niiden sisällöt	44
5.4.1.	Metso Prosess Automation Systems.....	44
5.4.2.	Metso Endress & Hauser .....	45
5.4.3.	Siemens osakeyhtiö.....	46
5.4.4.	Vacon .....	48
5.4.5.	Infratec.....	48
5.4.6.	Empower .....	49
5.4.7.	SLO .....	49
5.4.8.	VouTek .....	50
6.	Tutkimusmenetelmät ja aineisto.....	51
6.1.	Ydinosamisalueiden kartoitus tutkimus .....	51
6.2.	Tutkimuksen analyysi.....	52
7.	Kunnossapitoteorioiden soveltaminen.....	54
7.1.	TPM, RCM ja Asset management sovellukset .....	54
8.	Tulokset ja niiden tarkastelu.....	57
8.1.	Organisaation rakenne ja resurssien kohdentuminen.....	57
8.2.	Käyttäjäkunnossapito.....	59
8.3.	Osittaisulkoistuksien toteuttaminen .....	60
8.4.	Huolto-ohjelmien kehittäminen .....	61
8.5.	Organisaation kehittämisaalueet .....	61
8.6.	Tulevaisuuden rekrytoinnit .....	62
9.	Varaosavarastointi .....	63
10.	Yhteenveto .....	64
Lähteet	.....	65

## LIITTEET

Liite 1:	Ydinosamisalueiden kartoitus Kaukas 2013
Liite 2:	UPM-Kymmene Oyj Kaukaan sellutehdas sähkö- ja automaatio-organisaatio
Liite 3:	UPM-Kymmene Oyj Kaukaan sellutehdas sähkö- ja automaatio-organisaatio, optimoitu

## KUVIOT

Kuvio 2.1, Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät (Ramentor Oy 2013).....	9
Kuvio 2.2, Käyttövarmuuden aikamääreitä (Asp et al. 2013).....	11
Kuvio 2.3, Keskeisten käsitteiden kytkeytyminen toisiinsa (Kiiski 2012, 49.).....	12
Kuvio 2.4, Ammekäyrä (Järviö et al. 2011 59–60.).....	14
Kuvio 2.5, PF-käyrä (Nissinen 2012.).....	15
Kuvio 2.6, Netto P-F jakso (Nissinen 2012.).....	17

Kuvio 2.7, Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 (Järviö et al. 2011, 47.).....	18
Kuvio 2.8, Kunnossapitolajit PSK 7501 (Järviö et al. 2011, 48.).....	18
Kuvio 2.9, Ennakkohuolto-ohjelmaan vaikuttava lainsäädäntö.....	21
Kuvio 2.10, Asset Management pyramidi (© SAMI Corporation, 2013).....	27
Kuvio 2.11, Linjaorganisaatio.....	29
Kuvio 2.12, Matriisiorganisaatio.....	30
Kuvio 5.1, Henkilöstön sijoittuminen tehtävittäin.....	41
Kuvio 6.1, Kunnossapitotöiden analyysi.....	53
Kuvio 6.2, Nykytila verrattuna tavoitetilaan.....	54
Kuvio 8.1, Töiden jakauma tyypeittäin.....	59

## 1. Johdanto

UPM-Kymmene on vuoden 2012 aikana julkaisut uuden päivityksen kunnossapitostrategiaansa, jonka tarkoituksena on ohjata kaikkea kunnossapitotoimintaa konsernissa. Kunnossapito on merkittävässä roolissa etsittäessä tehokkaampia ja halvempia tapoja tuotannon ja tuotantokustannusten optimoimiseksi.

Myllykoskikaupan ansiosta UPM:lle tuli ainutlaatuinen tilaisuus vertailla oikeilla luvuilla ulkoistettua ja omaa kunnossapitoa, niin käytettävyyden kuin kustannusten kannalta. Metsäteollisuudessa on nykyisin ollut pääsuuntauksena kunnossapidon kokonaisulkoistaminen jonkin partneriyrityksen kanssa. Myllykoskesta saadut tulokset kuitenkin osoittavat, että toimintatapa ei välttämättä ole kustannustehokkain. Lisäksi yhteen sopimusosapuoleen sitoutuminen poistaa joitakin mahdollisuuksia kilpailuttaa erillisiä toimintoja ja sopimuksia.

Työn tavoite on ensinnäkin luoda malli automaatiokunnossapidon toteutukseen entistä pienempien resurssien ja toisaalta UPM:n uuden kunnossapitostrategian pohjalta. Toinen tavoite on kuvata menetelmät osittaisulkoistuksen toteuttamiseen, ei ydinliiketoimintojen tunnistamiseen, sekä luoda uusi organisaatiomalli sähkö- ja automaatiokunnossapidolle. Mallin perusajatus on henkilöresurssien entistä tehokkaampi käyttö ja ryhmitys organisaation sisällä.

Työn teoria pohjautuu RCM ja TPM teorioiden kautta nykyisen kunnossapitotoimintojen tarkasteluun UPM:n kunnossapitostrategian toimiessa tarkastelun viitekehystenä. Tätä mallia voidaan käyttää kehitettäessä automaatiokunnossapidon organisaatioita ja toimintatapoja tulevaisuudessa kaikissa yksiköissä.



## 1.1. Työn tausta ja lähtökohdat

Uuden kunnossapitostrategian käytännön toteutus on suoritettu hyvin pitkälle mekaanisen kunnossapidon näkökulmista. Sähkö- ja automaatiokunnossapidossa tehostuminen on näkynyt pääsääntöisesti resurssien vähenemisenä, toimintamallien pysyessä kutakuinkin samoina.

Sähkö- ja automaatiokunnossapidon organisaatiomallit ja toimintatavat ovat erittäin vanhoja. Laitosmiesten ammatillinen osaaminen perustuu pitkälti vankkaan kokemukseen niin prosessin kuin laitteidenkin alueella. Sama asentaja on voinut työskennellä kyseisellä osastolla tehtaan rakentamisesta lähtien, usein jopa kymmeniä vuosia. Tämä toisaalta antaa syvää alueellista osaamista, mutta toisaalta sitoo resurssien joustavaa käyttöä. Lisäksi alueiden työntekijöiden sijaisuusjärjestelyt ovat haasteellisia.

Kunnossapidossa painotetaan nykypäivänä voimakkaasti ennakoivaa kunnossapitoa. Sen resursointi on nykyisessä organisaatiomallissa usein samojen laitosmiesten varassa. Haasteena on turvata ennakkohuollon toimivuus tilanteissa, joissa nämä asiansa osaavat ammattimiehet eivät ole käytettävissä.

## 1.2. Aiheen rajaus ja työn tavoitteet

Työssä on tarkasteltu UPM-Kymmeneen Kaukaan sellutehtaan sähkö- ja automaatiokunnossapitoa. Työssä tarkastellaan organisaation toimintaa ja sen vastaavuutta kunnossapitostrategiaan, sekä ulkoistettujen toimintojen eri malleja.

Työssä tunnistetaan nykyisen toimintamallin heikkoudet ja annetaan kehitysehdotuksia, joilla organisaation toiminnasta saadaan tehokkaampi. Lisäksi analysoidaan erityyppisiä kunnossapitosopimuksia, sekä annetaan ehdotuksia kunnossapitosopimusten tekoon.

Työn tutkimusongelma voidaan tiivistää kysymykseen: kuinka sähkö- ja automaatiokunnossapito on mahdollista toteuttaa siten, että se tekee oikeita

asioita ja kuinka huoltosopimuksista saadaan paras mahdollinen hyöty UPM:n kunnossapitostrategian mukaisesti toteutettuna.

Työn lopputuloksena ovat toimenpide-ehdotukset, joilla automaatiokunnossapidon organisaation toimintaa saadaan tehokkaammaksi, sekä kustannusten että toiminnan kannalta, ja kuinka käyttäjäkunnossapito saadaan laajennettua automaatiokunnossapidon alueelle. Lisäksi etsitään parannuksia huolto- ja varastointisopimuksien toteutusmalleihin, tulevaisuuden rekrytointeihin sekä varastointiin.

## 2. Nykyaikaisen kunnossapidon teoriaa

### 2.1. Keskeiset kunnossapidon käsitteet

SFS-EN 13306 standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

*”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”* (Järviö et al. 2011, 33.)

Yksinkertaisimmillaan kunnossapito voidaan ymmärtää toiminnoksi, joka korjaa laitteet niiden vikaantuessa. Nykyaikana ymmärretään kuitenkin, että tämä ei ole missään tapauksessa kustannustehokasta kunnossapidon kannalta, eikä myöskään tuotannon kannalta.

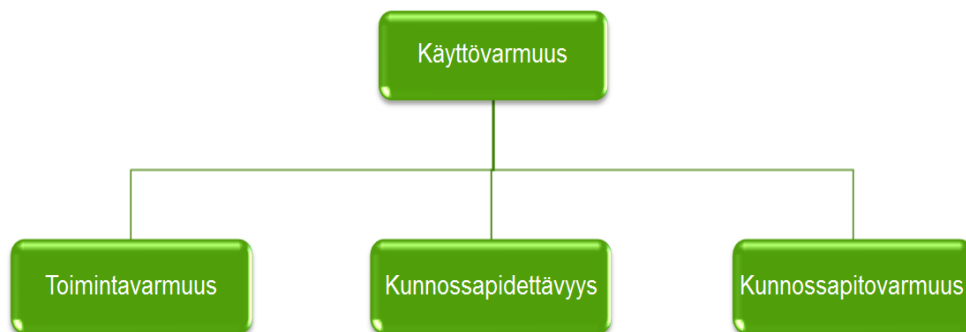
Tässä työssä on käytetty kahta kunnossapidon keskeistä teoriaa tarkastelun lähtökohdaksi, TPM- ja RCM- teorioita. Näillä teorioilla on mahdollista toteuttaa nykyaikainen ennakoivaan kunnossapitoon perustuva malli, joka kattaa organisaation toimintatavat sekä ennakoivaan huoltoon kuuluvat huolto-ohjelmat. Lisäksi työssä arvioidaan teorioiden soveltuvuutta tehdasympäristön automaatiokunnossapitoon.

Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat korkea tuotannon kokonaistehokkuus ja hyvä käyttövarmuus. Onnistuessaan nämä luovat mahdollisuuden korkeaan käytettävyyteen ja käyttöasteeseen (Järviö et al. 2011, 40.)

#### 2.1.2. Käyttövarmuus

PSK 6201 standardi määrittelee käyttövarmuuden seuraavasti:

*”Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla”* (Järviö et al. 2011, 36.)



Kuvio 2.1, Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät

Kuviossa 2.1 on kuvattuna käyttövarmuuden muodostuminen. Käyttövarmuus riippuu muustakin kuin pelkästään yksittäisten komponenttien tai laitteen toimintavarmuudesta. Käyttövarmuuden kannalta on olennaista ottaa huomioon myös kunnossapidettävyyys, eli kuinka nopeasti vikaantumisesta toivutaan. Kohtuuttoman monimutkaiset konstruktiot heikentävät kunnossapidettävyyttä olennaisesti. Lisäksi kunnossapitovarmuus eli kunnossapito-organisaation kyky suorittaa tarvittava kunnossapito on olennainen osa käyttövarmuutta. Kunnossapitovarmuuden kannalta olisi tärkeitä investoinneissa käyttää mahdollisimman pitkälle harmonisoituja komponentteja. (Ramentor Oy 2013)

Toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toimintavarmuutta voidaan määrittellä myös todennäköisyytenä. (Järviö et al. 2011, 36.)

Toimintavarmuuden mittarina käytetään vikaväliä, MTBF (Mean Time Between Failure) keskimääräinen vikaväli.

MTBF voidaan laskea kaavalla (1):

$$MTBF = \frac{t}{N_f} \quad (1)$$

jossa  $t$  = tarkasteluajanjakso  
 $N_f$  = Esiintyneiden vikojen lukumäärä

Toimintavarmuuteen vaikuttavia seikkoja ovat:

- konstruktio; koneen suunnittelun lähtötiedot, mitoitukset, suunnitteluperiaatteet
- rakenteellinen kunnossapidettävyys; kuinka helposti vika saadaan korjatuksi
- asennus; asennuksen tekninen toteutus, käyttöönotto, dokumentaatio
- huollot; ennakoiva kunnossapito, huollon toteutus
- käyttö; kuinka laitetta operoidaan
- varmennus; kuinka tuotannon jatkuvuus on varmennettu

Kunnossapidettävyydellä tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin vika on havaittavissa, kuinka hyvin laite on huollettavissa ja kuinka hyvin korjattavissa. (Järviö et al. 2011, 37.)

Kunnossapidettävyyden mittarina käytetään korjausaikaa, MTTR (Mean Time to Restoration).

Kunnossapidettävyyteen vaikuttavat seikat:

- Vian havaittavuus; testaukset, kunnonvalvonta, ennakointi käynnin poikkeamiin
- Huollettavuus; laitestandardointi, modulaarisuus, luokse päästävyys
- Korjattavuus; dokumentaatio, varaosat, materiaalit, standardointi, työturvallisuus

Kunnossapitovarmuudella tarkoitetaan kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa kunnossapitotoiminto tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona. (Järviö et al. 2011, 38.)

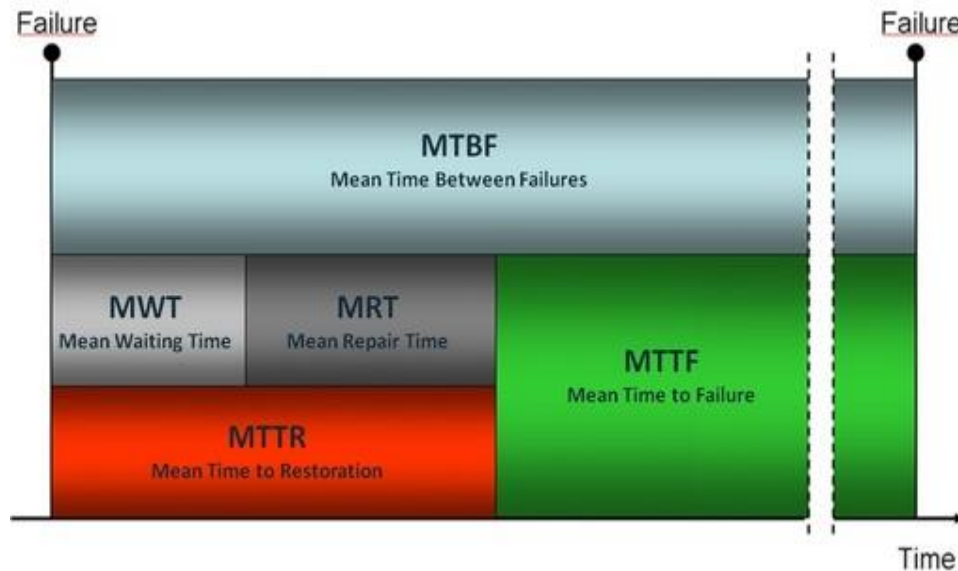
Kunnossapitovarmuuden mittarina käytetään logistista viivettä.

Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat seikat:

- Hallinto; organisaatio, ohjausjärjestelmät
- Rutiinit; toimintaohjeet, yhteistyö sidosryhmiin, kommunikointi
- Dokumentaatio; ohjeistus, vikahistoria

- Korjausvarusteet; työkalut, apulaitteet
- Varaosat ja materiaalit; varastointi, saatavuus, hallinta
- Kunnossapitäjät; osaaminen, motivaatio, kehittyminen

Kuviossa 2.2 on kuvattu keskeisiä käyttövarmuuden aikamääreitä



Kuvio 2.2, Käyttövarmuuden aikamääreitä (Asp et al. 2013)

Käyttövarmuuden aikamääreitä:

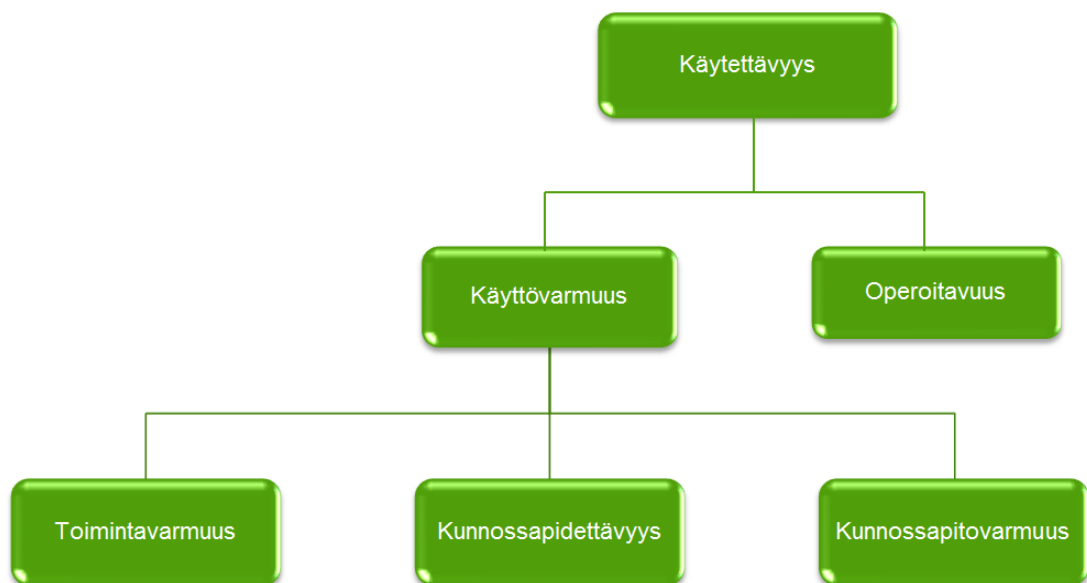
- MTBF, Mean Time Between Failures, Keskimääräinen vikaväli
- MTTF, Mean Time to Failure, Keskimääräinen vikaantumisaika
- MTTR, Mean Time to Restoration, Keskimääräinen toipumisaika
- MDT, Mean Down Time, Keskimääräinen seisokkiaika (usein sama kuin MTTR)
- MWT, Mean Waiting Time, Keskimääräinen odotusaika
- MRT, Mean Repair Time, Keskimääräinen korjausaika

### 2.1.3. Käytettävyys

Vaikka standardi SFS-EN-60300-1 tuntee vain käsitteen käyttövarmuus, sen rinnalla käytetään usein käsitettä käytettävyys.

Kuten aiemmin todettiin, standardin PSK 6201 mukaan käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajanhetkellä tai tietyn ajanjakson aikana, olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla. Käytettävyteen liittyy käyttövarmuuden lisäksi olennaisesti operoitavuus, joka kuvaa kuinka hyvin laitetta tai järjestelmää pystytään käyttämään. Kuviossa 2.3 on esitetty keskeisten käsitteiden kytkeytyminen toisiinsa. (Kiiski 2012, 49.)

Luotettavuustarkastelussa kohteen kyky määritellään todennäköisyydeksi, että se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon edellä mainituin lisämäärittelyin. (Järviö et al. 2011, 41.)



Kuvio 2.3 Keskeisten käsitteiden kytkeytyminen toisiinsa (Kiiski 2012, 49.)

Kohteen todennäköisyyteen perustuva käsite käytettävyys määritellään seuraavasti:

Käytettävyys (Availability)  $A(t)$  aikavälillä  $t_1..t_2$  on todennäköisyys, että laite on ehjä ajanhetkellä  $t_2$  edellyttäen, että ajanhetkellä  $t_1$  se oli uusi tai uudenveroinen. (Pernu 2010, 436.)

Laitteen keskimääräinen käytettävyys aikavälillä  $t_1..t_2$  voidaan esittää lausekkeella (2)

$$A(t_1..t_2) = \frac{N}{(N+V)} = \left(1 + \frac{V}{N}\right)^{-1} \quad (2)$$

jossa  $N$  = normaalitilojen kesto yhteensä aikavälillä  $t_1..t_2$   
 $V$  = vikatilojen kesto yhteensä aikavälillä  $t_1..t_2$

Normaalitilassa laite on toimintakykyinen ja tilan pituuteen vaikuttaa järjestelmän ja laitteen osien luotettavuus. Kun laite ei pysty suorittamaan vaadittua tehtäväänsä, on se vikatilassa, jonka pituuteen vaikuttaa korjaukseen liittyvät tekijät kuten kunnossapidettävyys ja kunnossapito-varmuus. (Pernu 2010, 436.)

Usein puhuttaessa vikaantumisesta käytettävyyden sijaan käytetään termiä epäkäytettävyys, jolla tarkoitetaan sitä todennäköisyyttä, että laite on vikaantuneena.

Epäkäytettävyys  $Q(t)$  voidaan laskea käytettävyydestä  $A(t)$  kaavalla (3)

$$Q(t) = 1-A(t) \quad (3)$$

#### 2.1.4. Vikataajuus

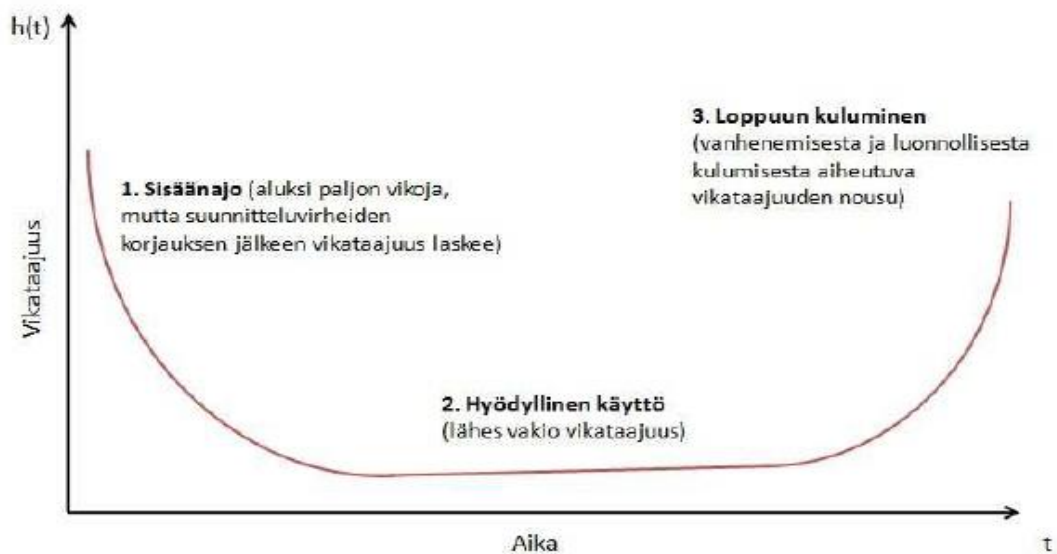
Vikataajuus kuvaa keskimääräistä vikaantumisen määrää, mitä suurempi vikataajuus sitä enemmän vikoja todennäköisesti esiintyy ja näin ollen laite on sitä epäluotettavampi. Vikataajuus on yleisesti käytetty kuvaamaan sähköistyksen ja instrumentoinnin komponenttien luotettavuutta.



Vikataajuus on keskimääräisen vikavälin MTBF käänteisluku. Vikataajuuden symbolina käytetään Kreikkalaista aakkosta lambda ( $\lambda$ ).

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF} \quad (4)$$

Vikataajuuden kuvaajana käytetään yleisesti niin sanottua ammekäyrää, joka kuvaa hyvin vikaantumisen käyttäytymistä laitteen käyttöiän funktiona.



Kuvio 2.4 Ammekäyrä (Järviö et al. 2011 59–60.)

Ammekäyrä kuvaa perinteistä käsitystä vikaantumisesta. Se toimii suurimpaan osaan monimutkaisia laitekokonaisuuksia, jotka koostuvat useista eri komponenteista. Kuitenkin osassa laitteistoja malli ei toimi oikein. Tästä johtuen pelkkä aikaan perustuva ennakkohuolto-ohjelmaa on täydennettävä mittaavalla kunnossapidolla. (Järviö et al. 2011 59–60.)

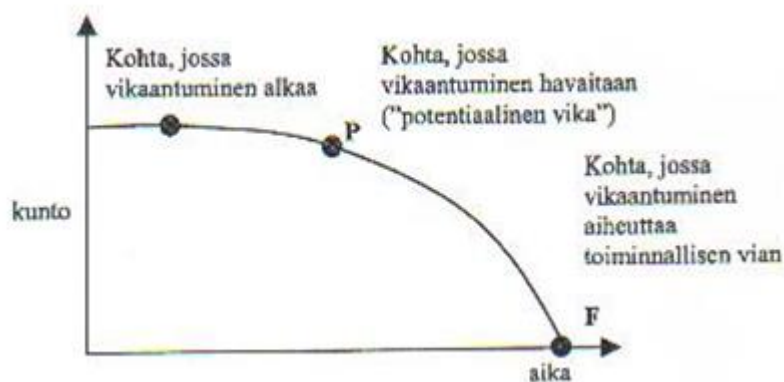
### 2.1.5. Vikaantuminen ja vian havaitseminen

Vikaantuessaan laite ei enää pysty suoriutumaan siitä tehtävästä, joka sille on määriteltä. Vikaantuminen jaetaan häiriöön ja vaurioon. Häiriössä laite ei ole rikki, mutta aiheuttaa tuotannon menetyksiä ja välittömän korjaustarpeen. Vauriossa laite on rikkoontunut ja korjataan korjaavan kunnossapidon toimin.

Lisäksi laiteen toimintakyky voi heiketä kulumisen ja piilevien vikojen yhteisvaikutuksesta. Tätä ei standardeissa varsinaisesti määritellä vikaantumiseksi, mutta esiintyessään se aiheuttaa tuotannon menetystä aivan samoin kuin varsinainen vikaantuminen. (Järviö et al. 2011, 34–35.)

Vikaantumista kuvataan useimmiten ns. PF-käyrällä. Käyrä saa erilaisia muotoja sen mukaan, mikä laite on kyseessä ja mikä on sen vikaantumismekanismi.

Vikaantumisen todennäköisyys on usein lähes riippumaton kohteen iästä. Yleensä vikaantumisessa oleva laite oirehtii ennen vaurioitumistaan, jolloin vian kehitystä voidaan hidastaa tai estää ja seurauksia lievittää. Kaaviossa 2.5 on esitetty, mitä vikaantumisen viimehetkillä tapahtuu. Käyrä kertoo, miten vikaantuminen alkaa ja etenee kohtaan, jossa se voidaan havaita. Jos vikaan ei puututa, se etenee toiminnalliseksi viaksi. Vikaantumisprosessissa kohtaa, jossa vikaantuminen on havaittavissa, nimitetään oirehtivaksi viaksi (Potential Failure). Oirehtiva vika on havainnoitavissa oleva tila, joka osoittaa, että toiminnallinen vika on tapahtumassa tai vikaantumisprosessi on alkanut. (Nissinen 2012.)



Kuvio 2.5, PF-käyrä (Nissinen 2012.)

Jos oirehtiva vika havaitaan pisteiden P ja F välillä, on tietyillä toimenpiteillä mahdollisuus estää sen kehittyminen häiriötilaksi ja estää vikaantumisen seuraukset. Toimenpiteitä, jotka tähtäävät oirehtivien vikojen havaitsemiseen, kutsutaan kunnonvalvontatoimenpiteiksi. (Nissinen 2012.)

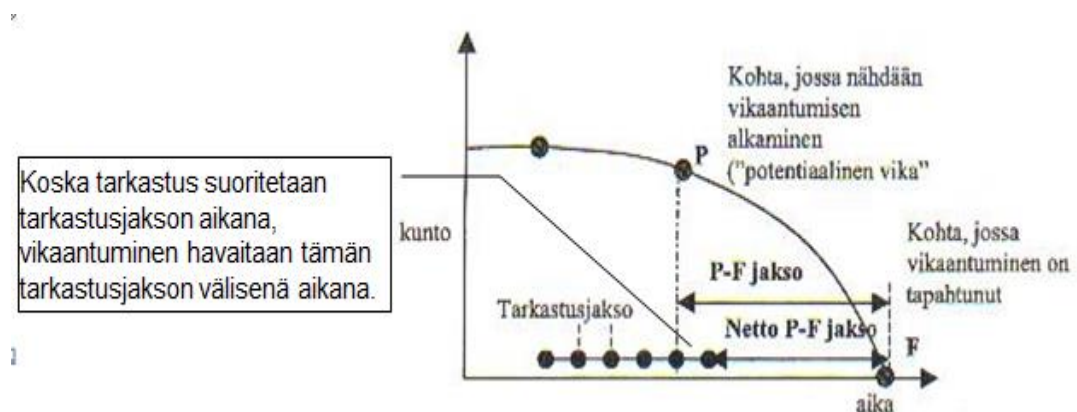
Kunnonvalvontatoimenpiteet tarkoittavat oirehtivien vikojen valvonta-, tarkastus- ja analysointitoimenpiteitä, joiden jälkeen voidaan ryhtyä toimeen ja estää toiminnalliset viat tai vikojen seuraukset.

Kunnonvalvontatehtäviä, joissa kohde jätetään jatkamaan määriteltyä toimintaansa, kutsutaan myös ennustavaksi kunnossapidoksi (Nissinen 2012.)

Pisteiden P ja F väliä kutsutaan PF -jaksoksi ajallisena tarkasteluna (PF-Interval), joka kertoo kuinka usein kunnonvalvontatehtäviä tulee tehdä. (Nissinen 2012.)

Jos oirehtiva vika halutaan havaita ajoissa, tarkastusjakson tulee olla lyhempi kuin P-F -jakso. Kunnonvalvontatoimenpiteet tulee tehdä lyhemmin välein kuin P-F -jakso (usein  $\frac{1}{2}$ ). Jos vian P-F -jakso on kaksi viikkoa, havaitaan vika ajoissa, jos tarkastusjakso on esim. viikko. P-F -jaksoa kutsutaan myös varoitussjaksoksi (warning period), vikaan johtavaksi ajaksi (lead time to failure) tai vian kehitysjaksoksi (failure development period). Jos P-F -jakso on hyvin lyhyt, tarvitaan reaaliaikainen kunnonvalvontamenetelmä. (Nissinen 2012.)

Netto P-F -jakso on sama kuin P-F -jakso vähennettynä tarkastusjaksolla. Netto PF -jakso kuvaa minimiaikaa vian havaitsemisesta toiminnallisen vian syntymiseen, eli tarkoittaa aikaa, joka on käytettävissä vian poistamiseen (Nissinen 2012.)



Kuvio 2.6, Netto P-F jakso (Nissinen 2012.)

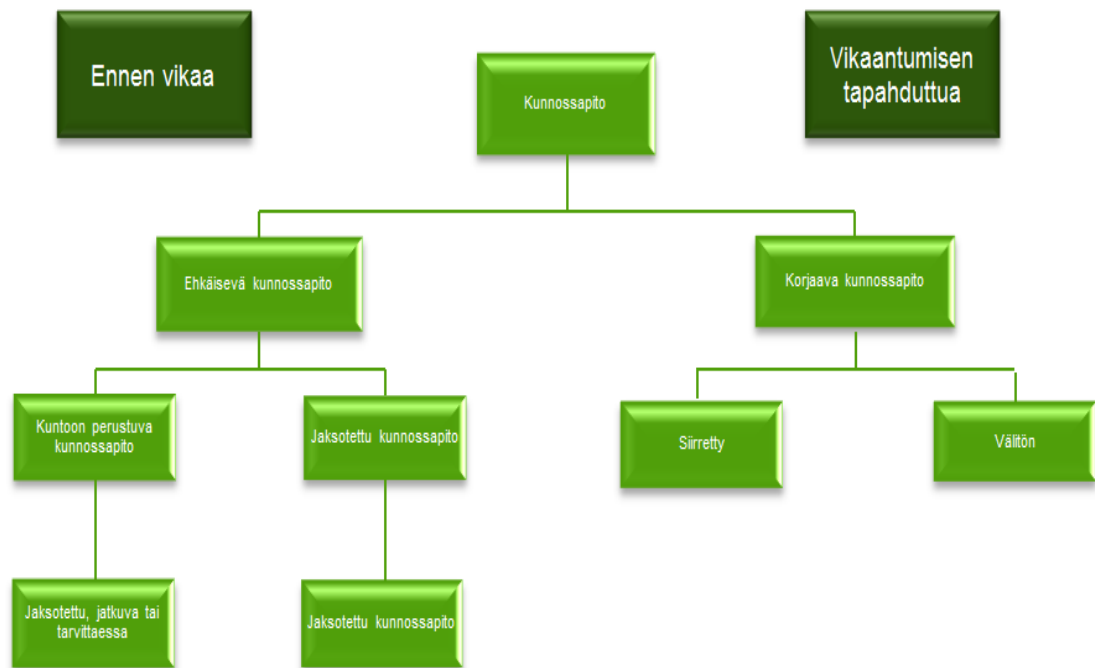
Sähkökomponenteille on tyypillistä, että vikaantuminen ei juuri oirehdi ennen kehittymistään viaksi. Tästä johtuen vikaantumista on erittäin vaikea havaita

tarkastuksilla. Mikäli kohde on kriittinen, tulee ennakkohuollon perustua johonkin muuhun mitattavaan suureeseen, jotta ennakoivan huollon toimenpiteet osataan kohdistaa oikein. Tällaisia ovat esimerkiksi käyttötunnit tai toimintakerrat.

### 2.1.6. Kunnossapitolajit

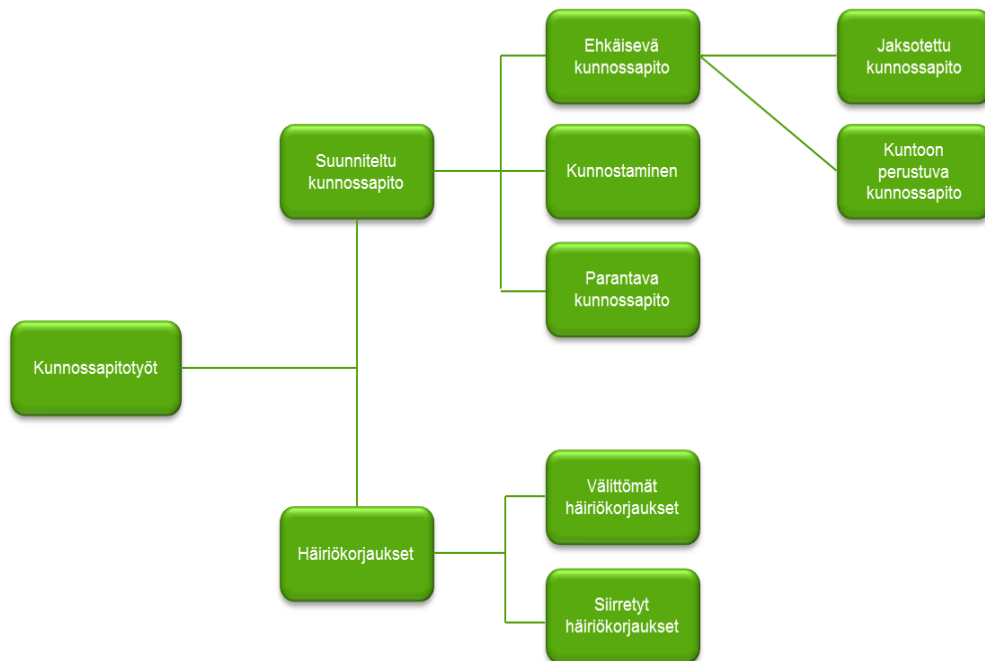
SFS-EN 13306 standardissa on määritelty kunnossapito jaoteltavaksi eri kunnossapitolajeihin. Jaottelu määräytyy sen mukaan, kuinka vika on havaittu ja vaikuttaako se laitteiston toimintaan. (Järviö et al. 2011, 47.)

Kuviossa 2.7 on esitetty eri kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaisesti.



Kuvio 2.7, Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 (Järviö et al. 2011, 47.)

PSK 7501 jaottelee kunnossapitolajit sen mukaan onko kunnossapito suunnitelmallista vai aiheuttaako se häiriön tuotantoon. Kuviossa 2.8 on esitetty kunnossapitolajit PSK 7501 mukaisesti. (Järviö et al. 2011, 48.)



Kuvio 2.8, Kunnossapitolajit PSK 7501 (Järviö et al. 2011, 48.)

Siitä, onko siirretyt häiriökorjaukset korjaavaa vai ehkäisevää kunnossapitoa, voidaan olla eri mieltä. Periaatteessa, jos häiriön korjaus voidaan siirtää ja se ei aiheuta tuotannon keskeytystä, sitä voidaan pitää ehkäisevänä kunnossapitona. Toisaalta taas laite on vikaantunut ja se on korjattava, joten se voidaan myös mieltää korjaavaksi kunnossapidoksi.

## 2.2. Standardit, lait ja määräykset sähkölaitteistojen kunnossapidossa

Sähkölaitteistojen kunnossapitoa ohjataan lainsäädännöllä, ministeriön päätöksillä, standardeilla sekä Turvatekniikan keskuksen ohjeistuksella. Tämä johtaa siihen, että teollisuuslaitoksen sähkökunnossapito on hyvin pitkälle viranomaisten ja lain säätäjän toimesta määritelty ja antaa hyvin vähän liikkumavaraa toteutustavassa.

### 2.2.1. Sähköturvallisuuslaki

Ylimpänä on sähköturvallisuuslaki, joka määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

*”Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:*

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
  - 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä*
  - 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.*
- (Sähköturvallisuuslaki 1996, 5§.)*

*”Ministeriö voi määrätä, että tietyntyyliset sähkölaitteistot on huollettava määrävällein sekä säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.” (Sähköturvallisuuslaki 1996, 21§.)*

Sähköturvallisuuslaissa ministeriö sana on määritelty tarkoittamaan Työ- ja elinkeinoministeriötä. (Muutossäännös 2010)

Vastuu määräaikaistarkastuksen järjestämisestä on sähkölaitteiston haltijalla. Käytännössä vastuu on haltian nimittämällä sähkölaitteiston käytön johtajalla, jolle haltia on antanut riittävät valtuudet huolehtia sähkölaitteistojen kunnosta. (Sähköturvallisuuslaki 1996, 20§.)

### **2.2.2. Työ- ja elinkeinoministeriön päätökset**

Sähkölaki antaa Työ- ja elinkeinoministeriölle mahdollisuuden tarkentaa sähkölaissa olevia säännöksiä.

Olennessa kunnossapito-ohjelmaan vaikuttava säännös määrittelee käytännössä huolto-ohjelman pakolliseksi kaikissa metsäteollisuuslaitoksissa:

*”Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla. (KTM asetus 2004, 11§.)*

Raskaassa teollisuudessa käytettävät sähkölaitteistot ovat väistämättä luokan 2 mukaisia:

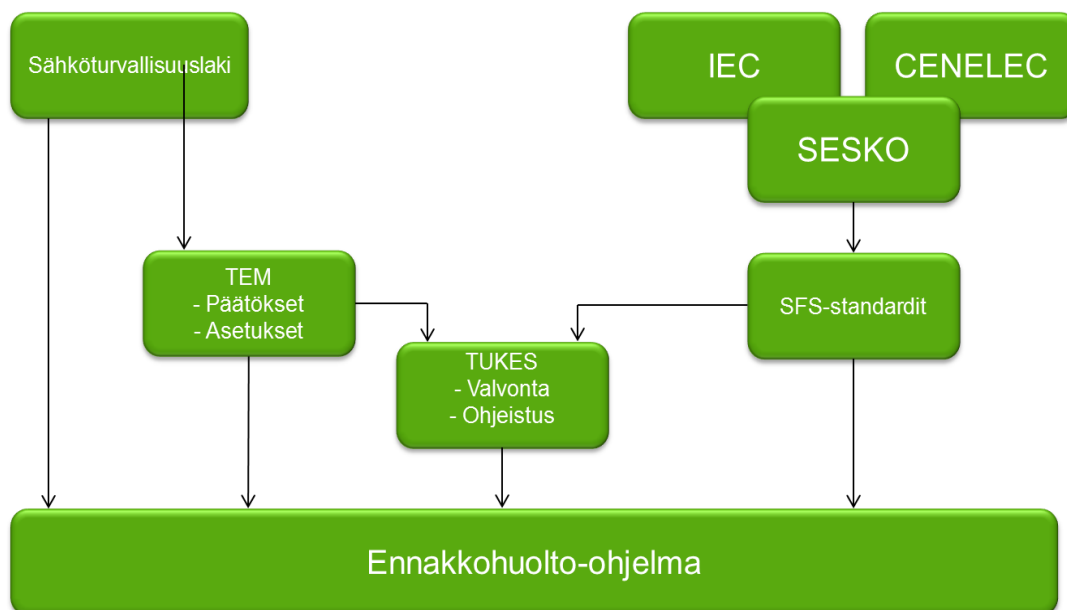
*”sähkölaitteistoa, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja; sähkölaitteistoa, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovolttiampeeria;” (KTM asetus, 2004, 2§.)*

### **2.2.3. Standardit ja Turvatekniikan keskus TUKES**

Sähköturvallisuutta valvova viranomainen on Turvatekniikan keskus TUKES. Turvatekniikan keskuksen tehtävänä on valvoa, että annettuja lakeja ja asetuksia noudatetaan. Lisäksi TUKES vahvistaa kulloinkin voimassa olevien standardien luettelon.

Luettelossa olevia standardeja ja julkaisuja noudattamalla Työ- ja elinkeinoministeriön päätöksissä sähkölaitteistojen turvallisuudesta esitettyjen olennaisten turvallisuusvaatimusten katsotaan tulleen täytetyksi. (TUKES 2010, 1.)

Standardit perustuvat kansainvälisiin IEC- ja CENELEC -järjestöjen standardeihin, jotka SESKO kääntää suomalaisiksi SFS-standardeiksi. Eri organisaatioiden väliset suhteet on kuvattu kuviossa 2.9



Kuvio 2.9, Ennakkohuolto-ohjelmaan vaikuttava lainsäädäntö

Kansallisista standardeista keskeisimmin sähköasennuksia koskevat standardisarja SFS6000-pienjännitesähköasennukset sekä standardit SFS6001-suurjänniteasennukset ja SFS6002-sähköturvallisuus. (Sähköinfo Oy, 2004)

Standardit antavat usein vain yleiskuvan siitä, kuinka ennakkohuolto-ohjelma tulisi laatia. Sähkölaitteiston haltia on kuitenkin viimekädessä vastuussa siitä, että ennakkohuolto täyttää ne vaatimukset, joita sähkölaitteistolle on asetettu.

### 2.3. RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

RCM (Reliability Centered Maintenance), luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä, jossa kunnossapidettävät laitteet järjestelmällisesti käydään läpi ja analysoidaan, mikä voi aiheuttaa vikoja, millaisia vikoja ja kuinka kriittisiä laitteita ne ovat. RCM- analyysin tarkoituksena on kohdentaa kunnossapito niihin laitteisiin, joiden huollolla on suurin merkitys käytettävyyden kannalta.

RCM-menetelmä kehitettiin 1960-luvulla Yhdysvaltain ilmailuviraston (FAA, Federal Aviation Agency) työryhmän toimesta. RCM menetelmän äärimmäis-



nen, yksityiskohtiin menevä tarkkuus juontaa juurensa siitä, mihin se alun alkaen on kehitetty. Lentokoneessa ei voida sallia minkäänlaista vikaa ohjauksilaitteissa. Mikäli huolto-ohjelma toimii kuten tarkoitettu, ei riskitilanteisiin johtavia vikoja koskaan esiinny.

RCM-menetelmään perustuvaa kunnossapito-ohjelmaa on käytetty myös prosesseissa, jotka voivat aiheuttaa mittavaa riskiä ympäristölle, kuten ydinvoimalat ja öljyteollisuus.

Alkuperäinen RCM-menetelmä on erittäin raskas ja tätä kautta sen soveltaminen on kallista. Lentokoneissa tällä ei ole juurikaan merkitystä, koska samaa ohjelmaa voidaan soveltaa kaikissa samaan tyyppin koneissa, jolloin työmäärä ja yksikkökustannus jäävät pieniksi.

Teollisuudessa kunnossapito-ohjelma on kuitenkin laadittava laitteistokohtaisesti ja sen kopioitavuus eri tuotantoyksiköiden välillä on hankalaa. Tästä johtuen teollisuuden käyttöön on kehitetty ”kevennetty” versio SRCM, Streamlined RCM. Tässä menetelmässä koko prosessia ei käydä läpi komponenttitasolla, vaan luotetaan eräänlaisiin olettamuksiin ja kerättyyn vikaan historiaan siitä, kuinka vikaantuminen voi tapahtua (Järviö et al. 2011, 125.)

### **2.3.1.RCM:n päämäärät**

RCM-menetelmän päämääränä on toimia työkaluna, jolla luodaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito-ohjelma.

Keskeisimmät päämäärät ovat (Järviö et al. 2011, 125.):

- Priorisoida prosessin laitteet ja kohdistaa kunnossapito niihin laitteisiin joissa sitä eniten tarvitaan. Priorisointikriteerejä ovat kustannus, turvallisuus, ympäristö ja laatu.
- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja luoda pohja kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Etsiä normaaliajossa passiivisina olevat komponentit, jotka kuitenkin tietyissä tilanteissa voivat vikaantuessaan aiheuttaa riskin, esimerkiksi turvalaitteet.

- Tunnistaa laitteet joille ei löydy ehkäisevää kunnossapitomenetelmää, Näille laitteille laaditaan valmiit korjaavan kunnossapidon toimintaohjeet.
- Oppia tunnistamaan kriittiset komponentit ja tätä kautta seuraamaan niiden tilaa.

RCM-menetelmän avulla luotu kunnossapito-ohjelma kohdistaa kunnossapidon oikeisiin laitteisiin ja tekee oikeita ennakoivan kunnossapidon huoltoja. Tätä kautta pystytään laskemaan kunnossapidon kustannuksia, parannetaan prosessin tuottavuutta, laitteiden luotettavuutta sekä parannetaan prosessin turvallisuutta.

### 2.3.2.RCM prosessi

RCM-prosessin tarkoituksena on luoda ohjelma, joka määrittelee, mitä on tarpeellista tehdä, jotta tuotantoväline tekee siltä haluttua toimintoa sen hetkessä toimintaympäristössä, eli toisin sanoen parantaa käyttövarmuutta. Vikaantumista ei voida aina välttää, mutta RCM-prosessin avulla pyritään välttämään vikaantumisen seuraukset niin hyvin kuin mahdollista.

Analyysi perustuu seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkessä toimintaympäristössä?
- Mitä tapahtuu, kun laite menee rikki?
- Mikä aiheuttaa laitteen toiminnon puuttumisen tai vajaatoiminnan?
- Mitä tapahtuu vikaantumisen yhteydessä?
- Mitä vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa?
- Mitä voidaan tehdä vikaantumisen havaitsemiseksi tai estämiseksi?
- Mitä tehdään, jos ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

Neljällä ensimmäisellä kysymyksellä selvitetään mihin kunnossapitotoimet kannattaa keskittää. Viidennellä priorisoidaan kohteet. Kahdella viimeisellä kysymyksellä etsitään tehokkaimmat toimintamallit, joilla vikaantumista ja vikojen vaikutusta voidaan hallita mahdollisimman hyvin. (Järviö et al. 2011,

127.)

RCM-analyysissä käytetään usein tietokonepohjaista mallinnusohjelmaa. Tällä tavalla on mahdollista laskea esimerkiksi vikapuuanalyysillä todennäköisyydet eri vikaantumisille halutulla ajanjaksolla. Laskentaa varten on oltava käytettävissä komponenttien vikataajuudet.

## 2.4. TPM, Tuotantokeskeinen kunnossapito

TPM Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito tarkoittaa toimintamallia, jossa luodaan tuotannon koneille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpidetään ne. TPM-mallin keskeinen ajatus on viedä kunnossapitoa osaksi tuotannon toimintoja. Käyttäjät itse osallistuvat koneen kunnossapitoon ja varsinainen kunnossapito toimii enenevässä määrin asiantuntijan roolissa. Tällöin koneiden kunnonvalvonta on kokoaikaista ja kunnossapidon resurssit vapautuvat vaativampiin tehtäviin.

TPM on eräs yrityksen toiminnot kattava kunnossapitostrategia. TPM on lähtöisin 1970-luvun Japanista, jossa Seiichi Nakajima- niminen henkilö alkoi kehittää menetelmää, jolla Japanin teollisuuden tuotanto saataisiin nostettua sille tasolle, että se pystyy kilpailemaan kovassa maailmanluokan kilpailussa. (Järviö 2006, 5.)

TPM:ssä pyritään suurimpaan kokonaistehokkuuteen eliminoimalla tuotannon häiriötekijät. Tuotannon häiriötekijät pelkistetään kuuteen häiriölähteeseen ja ryhmitellään kolmeen ryhmään seuraavasti: (Asp et al. 2013, 5.4)

Seisokkihäviöt:

- laitteiden seisokit – vikaantumisesta aiheutuvat
- säädöt ja asetukset – työkalujen tai tuotteen vaihtuminen tms.

Nopeushäviöt:

- vajaakäynti ja pikku pysähdykset – antureiden toimintavirheet, häiriöt laitteiden syötöissä tai poistoissa, ruuhkautumat työnkuluilla tms.

- alentunut tuotantonopeus – laitteen suunnittelun ja toteutuneen tuotantonopeuden erosta johtuva.

Laatuhäviöt:

- prosessipuutteet – hylyistä ja korjattavista laatuvirheistä aiheutuvat
- prosessin käynnistäminen – laitteiden käynnistämisestä vakiintuneeseen tuotantoon aiheutuvat laatuhäviöt.

Näistä ryhmistä saadaan laskettua laitteen kokonaistehokkuus KNL, jolla pystytään seuraamaan kunnoossapidon onnistummista ja kohdistamaan kunnossapitotoimet sinne missä ne tuottavat parhaan tuloksen.

Kokonaistehokkuus (KNL) = aikakerroin x tehokkuuskerroin x laatukerroin.

### 2.4.1. Miten TPM toimii

TPM-ajattelun viisi peruspilaria ovat:

- Lisätään suunnittelun avulla laitteiden tehokkuutta häviöitä karsimalla.
- Parannetaan olemassa olevia ennakoivan ja ennustavan kunnossapitosysteemien tasoa.
- Määritetään vaatimustaso hyvin koulutettujen käyttäjien tekemille kunnossapito- ja puhdistustöille.
- Lisätään kunnossapidon ja käytön henkilökunnan taitoja ja motivaatiota yksilöllisellä ja ryhmätason koulutuksella.
- Aloitetaan ehkäisevät kunnossapitotoimet mukaanlukien suunnittelun ja hankintojen kehittäminen. (Järviö 2006, 5.)

TPM-prosessin avainsanoma on, että kaikki ne koneet ja laitteet, joista tuotanto on riippuvainen, pidetään optimikunnossa ja käytettävissä maksimisuorituskyvyllä. Tämä on mahdollista silloin, kun tehtaiden ja laitteiden käyttöhenkilökunta on henkilökohtaisesti ja suoraan vastuussa siitä, että näin tapahtuu. (Järviö 2006, 6.)

TPM-prosessissa on kolme erityispiirrettä:

- TPM sisältää tiedonkeruuseen, analysointiin, ongelmien ratkaisuun ja prosessin ohjaukseen liittyviä menetelmiä, jotka pyrkivät parantamaan laitteen tehokkuutta.
- Ollessaan tuotantojohtoinen TPM kannustaa käytön ja kunnossapidon henkilökuntaa työskentelemään yhdessä tasavertaisina kumppaneina. Se pitää sisällään myös toimintoja, kuten suunnittelun, laadun, tuotannon ohjauksen ja laitteista vastaavan ostotoiminnan sekä johdon ja valvonnan.
- TPM edistää jatkuvia laiteparannuksia ja sille on laajaa käyttöä standardisoinnissa, työpaikkojen organisoinnissa, visuaalisessa johtamisessa sekä ongelman ratkaisussa. (Asp et al. 2013, 6.)

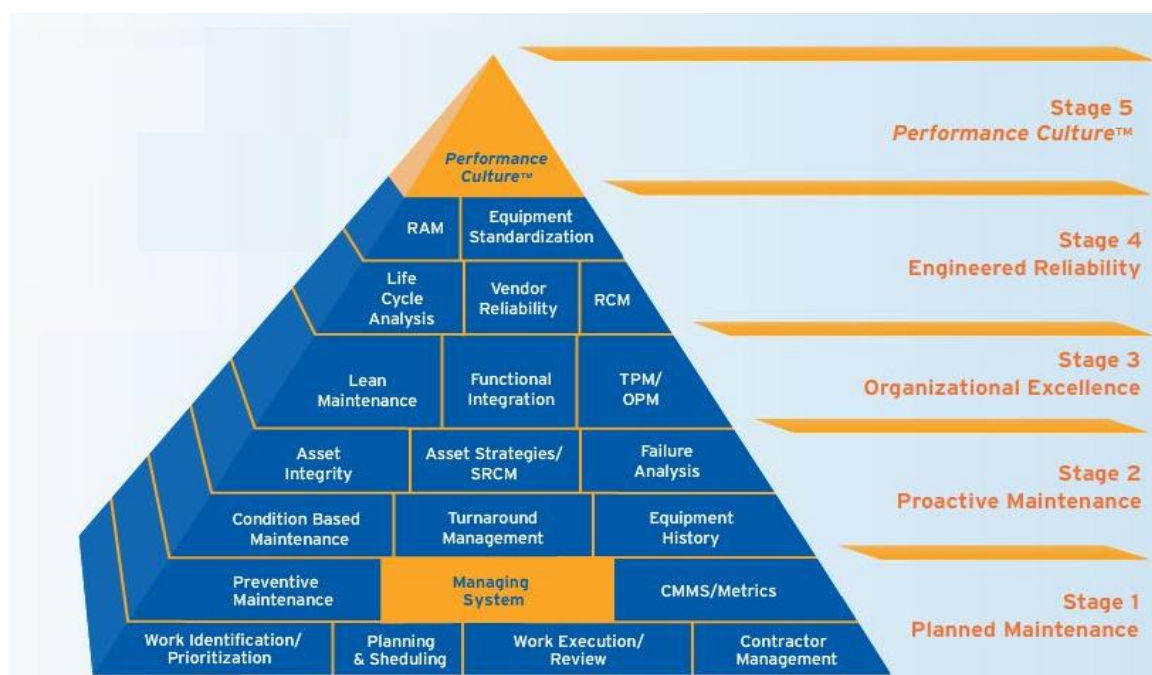
Toinen TPM-filosofian lähtökohta on laitteen toiminnan jatkuva seuranta piilevien vikojen löytämiseksi, ennenkuin ne kehittyvät suuriksi, koko toiminnan pysäyttäväksi häiriöiksi. Toisin sanoen koneen vikaantuminen on pitkän häiriöketjun "huipennus", eli vian annetaan tapahtua. TPM pyrkii kaikin keinoin havaitsemaan tämän ketjureaktion niin aikaisessa vaiheessa kuin mahdollista ja poistamaan häiriön. Lopputuloksena päästään vikaantumattomaan toimintaan. (Järviö 2006, 10.)

Kaikenkaikkiaan TPM on uudenlainen ajattelutapa käyttää ja kunnossapitää laitteita verrattuna perinteiseen länsimaiseen tapaan. Lisäksi kunnossapidon tehokkuutta seurataan kunnossapitoindekseillä, jolloin sen onnistumisesta saadaan konkreettista näyttöä, sekä kehitystä parempaan tai huonompaan pystytään seuraamaan ja analysoimaan. Käyttäjien omistajuutta laitteistaan pyritään lisäämään, jolloin vikoihin päästään kiinni jo niiden syntyminen alkuvaiheessa, tai jopa ennalta estämään vikaantuminen.

## 2.5. Asset Management

Asset Managementin päämääränä on suunnitella kaikki toiminta siten, että yritys saavuttaa liiketoiminnalliset tavoitteensa minimikustannuksilla. Jotta tähän päästään, tulee kaikkien kunnossapidon osa-alueiden toimia moitteettomasti. Näitä osa-alueita ovat päivittäisen työskentelyn hallinta, ehkäisevän kunnossapidon hallinta, saumaton yhteistyö eri osastojen välillä, sekä koneiden luotettava toiminta. (Järviö et al. 2011, 93.)

Asset Management kuvataan yleisesti pyramidilla joka kuvaa toiminnan eri tasoja (© SAMI Corporation, 2013):



Kuvio 2.10, Asset Management pyramidi (© SAMI Corporation, 2013)

Mallin ajatuksena on, että kun alemman tason kaikki pyramidin osat toimivat kunnolla, nousee seuraavalle tasolle. Mikäli kaikki osat eivät ole kunnossa, ei kokonaisuus voi toimia.

Mitä ylemmäs toiminnalla päästään, sitä ennakoivampaa ja suunnitelmallisempaa kunnossapito on. Pyramidin huippuna on maailmanluokan toiminta, jolloin kaikki osa-alueet toimivat kuten on suunniteltu. (SAMI foundation, 2013)

## 2.6. Kunnossapidon organisaatiomallit

Organisaatio voidaan määritellä sosiaalisesti yksiköksi, joka on luotu erilaisten päämäärien saavuttamiseksi. Organisaation tarkoituksena on määritellä sen jäsenille valta- ja vastuusuhteet, tehtävät organisaatiossa sekä henkilökohtaiset työn- ja toimen kuvaukset.

Työn- ja toimenkuvauksilla tarkoitetaan työstä tehtyjä kirjallisia selvityksiä. Niillä kartoitetaan työn sisältö, tarkoitus ja useimmiten myös työskentelyolosuhteet.

Toimenkuvaus voidaan määritellä työntekijän koko työn kattavaksi kuvaukseksi. Siinä tuodaan esille muun muassa kuvaus työn teon tarkoituksesta, työn luonteesta, laajuudesta sekä vastuualueista. Työnkuvauksessa on toimenkuvausta yksityiskohtaisempia tietoja työhön kuuluvista tehtävistä. (Kinkki et al.1997, 273.)

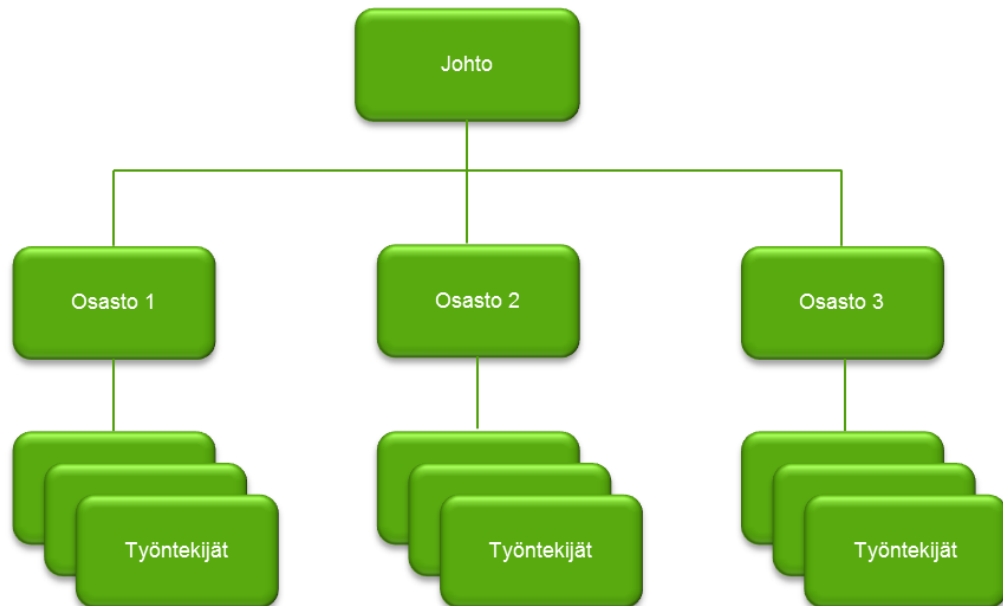
### 2.6.1. Linjaorganisaatio

Linjaorganisaatiota voidaan pitää kaikkein perinteisimpänä organisaatiomallina. Kaikki valtion, kuntien sekä teollisuuden organisaatiot ovat perinteisesti olleet linjaorganisaatioita. Siinä on erittäin selkeästi määritellyt valta- ja vastuusuhteet. Sen malli perustuu ajatukseen hierarkiasta. Linjaorganisaatiossa on selkeä työnjako ja suora käskytykset ylhäältä alaspäin. Työntekijä saa käskyt vain omalta esimieheltään ja vastaa vain hänelle. Linjaorganisaatiossa korostuu virkatie ja sen tiukka noudattaminen. Tällainen organisaatorakenne on joustamaton ja johtaa erikoistumiseen ja eriytymiseen, jolloin tarvitaan muita organisaatioita avuksi. (Rissanen, Sääski & Vornanen 1996, 24.)

Mallin vahvuutena on organisaation jäsenten vahva käsitys siitä, kuka vastaa ja kenellä on valtaa päättää asioista. Mutta toisaalta se on jäykkä muutoksille. Huonona puolena voidaan myös pitää sitä, että linjaorganisaatio vastaa yksinomaan oman yksikkönsä asioista. Tästä seuraa, että kahdella

rinnakkaisella samaa tehtävää suorittavalla linjaorganisaatiolla voi olla toisistaan poikkeavia käytäntöjä.

Kuviossa 2.11 on esitetty linjaorganisaation kaavio.



Kuvio 2.11, Linjaorganisaatio

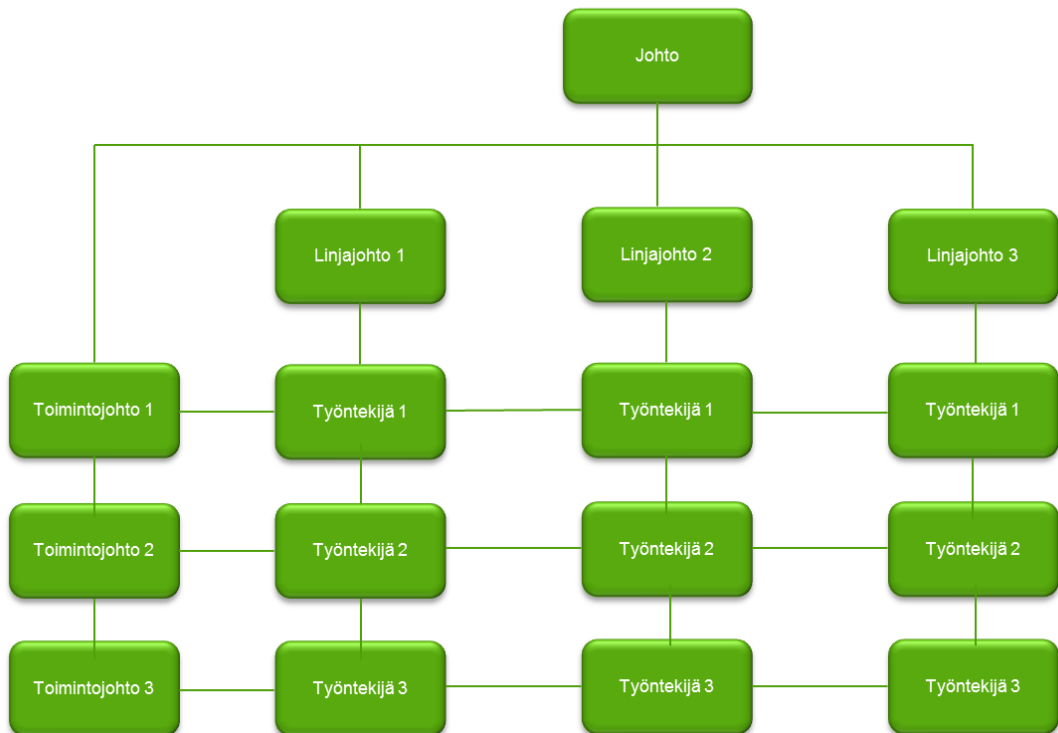
### 2.6.2. Matriisiorganisaatio

Matriisiorganisaation toimintaan on lisätty toinen organisaatioulottuvuus, joi-  
sa toinen toimii linjaesimiehenä ja toinen toiminnon esimiehenä. Rakennetta  
johdetaan siis samanaikaisesti vähintään kahdesta eri suunnasta. (Galbraith  
2009, s.3). Tällä pyritään siihen, että rinnakkaisissa linjaorganisaatioissa voi-  
daan paremmin kontrolloida niille yhteisiä elementtejä. Matriisiorganisaatio  
koostuu tyypillisesti rinnakkaisista linjaorganisaatioista, jotka kuitenkin pyrki-  
vät saavuttamaan eri päämääriä.

Matriisiorganisaation toteuttaminen onnistuneesti on huomattavasti vaikeam-  
paa, kuin linjaorganisaation. Lisäksi matriisiorganisaatio soveltuu hyvin ylem-  
pien tasojen johtamiseen, mutta ns. lattiataason johtamiseen se on huono. Pe-  
rinteisessä työnjohdossa on oltava selkeät valta- ja vastuusuhteet.



Kuviossa 2.12 on esitetty matriisiorganisaation malli.



Kuvio 2.12 Matriisiorganisaatio

### 2.6.3. Tiimityöskentelyn teoriaa

Tiimityöskentelyn lähtökohtana ovat yhteiset tavoitteet, joihin toiminnalla pyritään. Toiminnan päämäärän tulee olla kaikille tiiminjäsenille yhteinen. Tiimin jäsenet ovat yhdessä vastuussa saavutetuista tuloksista. (Katzencach & Smith 1998, 24–26.)

Tiimiksi voidaan kutsua pientä ryhmää ihmisiä, jotka työskentelevät yhteisen päämäärän saavuttamiseksi. Jäsenten tarkoitus on täydentää toistensa osaamisaluetta. Tiimillä on oltava yhteiset päämäärät, tavoitteet ja toimintamallit. Tiimi voidaan myös käsittää siten, että se on monipuolisesti ammattitaitoisten ihmisten joukko, joka tekee työnsä yhdessä. Tiimillä tulee olla valtuudet suunnitella ja suorittaa työn kokonaisuus itsenäisesti yrityksen toiminnan suuntaviivojen tai hyväksytyjen toimintasääntöjen mukaan. Tiimi voi olla varsin itsenäinen yksikkö, jolla on valtaa ja siihen liittyvää vastuuta suhteessa

valtaan. Tiiminjäsenet vastaavat yhdessä saavutetuista tuloksista. Ideana on, että tiimi saa ja joutuu toimimaan itsenäisesti. (Vakkuri 1997, 5-6.)

Automaatiokunnossapito työskentelee oikeastaan kahden eri tiimin osana. Toinen tiimi muodostuu oman ammattialansa kollegoista, joiden kanssa tiimi huolehtii alueensa automaatiokunnossapidosta. Tätä tiimiä johtaa alueen automaatio-työnjohtaja.

Toisaalta automaatiokunnossapidon jäsenet kuuluvat tiimiin, joka koostuu eri ammattialojen osaajista, jotka yhdessä vastaavat pienemmän alueen kunnossapidosta. Tämä tiimi on se, joka vastaa kaikesta kunnossapito-toiminnasta alueellaan. Tätä tiimiä johtaa osastomestari. Tiimien toiminta täydentää toisiaan.

### **3. Kunnossapidon strategia**

Kunnossapitostrategia voidaan käsittää kahdella eri tavalla. Alan kirjallisuus puhuu strategiasta tarkoittaessaan valittua kunnossapito-ohjelman toteutustapaa. Liikkeenjohto taas tarkoittaa strategialla kunnossapidon toteuttajia, tehdäänkö kunnossapito omalla henkilöstöllä vai ostetaanko ulkoa. Jälkimmäinen ei ota kantaa siihen, mitä toimintakehystä käytetään huolto-ohjelmien toteutuksessa.

Monikansallisessa yhtiössä erillisille tehtaille, jotka ovat tehneet kunnossapitoaan omalla tavallaan vuosikymmeniä, voi olla mahdotonta määrittellä tarkkaa toimintakehystä kunnossapito-ohjelmien luomiseen. Kunnossapidon toteutustavat vaihtelevat eri kulttuureissa ja jopa Suomessakin eri paikkakunnilla merkittävästi.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan kunnossapitostrategiaa näistä molemmista lähestymiskulmista.

### 3.1. Kunnossapitostrategia toimintakehyksen näkökulmasta

Merkittävimmät viime vuosikymmenten aikana käytetyt toimintakehykset ovat seuraavat:

- Laatujohtamisen strategiat
- TPM
- RCM
- SRCM
- Asset management
- Six sigma

Laatujohtaminen ja Six sigma keskittyvät työtehtävien suorittamiseen oikein. TPM keskittyy käyttäjäkunnossapitoon. RCM ja SRCM pyrkivät tehokkaisiin huolto-ohjelmiin. Asset management huomioi kunnossapitotarpeen muutokset vaihtuvissa käyttöasteissa ja markkinatilanteissa. (Järviö et al. 2011, 85.)

RCM, SRCM ja TPM menetelmät on kuvattu kappaleissa 2.3 ja 2.4.

Toimintamalleista on vaikea sanoa, mikä on toista parempi. Menetelmä on valittava sen mukaan mikä soveltuu parhaiten omaan prosessiin. Todellisuudessa kunnossapitostrategia tehdään näiden menetelmien yhdistelminä. SKF:n analyysin mukaan teollisuuden prosesseissa noin 10 % laitteista on niin kriittisiä ja kalliita, että täydellinen RCM analyysi on järkevää toteuttaa. 30 % voidaan analysoida kevennetyllä RCM:llä ja yli 60 % on laitteita joille laaditaan toimintaohjeet, jolla laitteet saadaan nopeasti korjattua niiden rikkoontuessa. Poikkeuksen tästä muodostaa suuren turvallisuus tai ympäristöriskin omaavat prosessit. (Järviö et al. 2011, 86.)

Kunnossapitostrategiaa valittaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, mikä on todella kunnossapidon kannalta järkevin menettely, eikä tehdä asioita ainoastaan menetelmän takia.

## **3.2. Kunnossapitostrategia oma ja ulkoistettu kunnossapito näkökulmasta**

### **3.2.1. Oma kunnossapito**

Perinteinen tapa metsäteollisuudessa on ollut tehdä kunnossapito täysin oman henkilöstön voimin. Kunnossapito on sisältänyt normaalin käynnissä pidon lisäksi myös asennustoimintaa sekä erilaista konepaja- ja korjaamotoimintaa. Lisäksi erilaisia projekteja on tehty hyvin paljon omalla henkilöstöllä. Tämä malli on ollut aikaisempina vuosina ainut mahdollinen tapa toimia, koska alihankkijaverkostot ovat olleet puutteelliset. Malli aiheuttaa suuret oman henkilöstön tarpeet ja sitä kautta suuret kiinteät kustannukset.

Hyvänä puolena mallissa voidaan pitää sitä, että oma henkilöstö on hyvin mukana kaikessa toiminnassa jota tehtaalla tehdään. Osaaminen säilyy yllä ja riippuvuus alihankkijoista on pientä.

### **3.2.2. Osittain ulkoistettu kunnossapito**

Vaikka kunnossapitoa on tehty omalla henkilöstöllä, on viime vuosina ulkopuolista työvoimaa käytetty oman kunnossapidon tukena. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat erikoisosaamista vaativat huollot, joita ei ole järkevää teettää tehtaalla henkilöstöllä. Vuosihuoltoseisokkien suuriin resurssitarvepiikkeihin on ostettu ulkopuolisilta toimijoilta kuormituksen tasaajia. Lisäksi perinteinen asennustoiminta on ollut yleisesti ulkoistettua jo pitkään.

Nykyaikainen teollisuusautomaatio sisältää niin suuren määrän erityyppisiä laitteita, että osaaminen kaikissa tilanteissa ei ole mahdollista ilman laitteen toimittajan apua. Mikäli tätä ei tunnisteta, on mahdollista, että joitain laitteita huolletaan väärin tai tärkeitä huoltoja jää tekemättä, koska riittävää tunte-  
musta ei ole. Lisäksi jotkut huollot vaativat erikoislaitteita, joita tehtaalla kunnossapidolla ei ole käytettävissä.

Korjaamo- ja konepajatoiminta on ollut samoin osittain ulkoistettua. Ulkopuoliset korjaamot ovat tehneet ruuhkanpurkutöitä, sekä niitä korjauksia joissa oman korjaamon ammattitaito ei ole riittänyt.

### 3.2.3. Kokonaan ulkoistettu kunnossapito

1990-luvulla muodostui metsäteollisuudessa trendiksi yhtiöittää kunnossapito omaksi yhtiökseen. Yhtiöittämisen jälkeen kunnossapito myytiin ulkopuoliselle yritykselle. Tämä suuntaus oli vallitseva lähes kaikissa metsäteollisuusyrityksissä. Yhtiö linjasi kunnossapidon ydinliiketoimintojensa ulkopuolelle. Tyypillisiä kunnossapitopartnereita sähkö- ja automaatiokunnossapidossa ovat olleet alan merkittävimmät toimittajat.

Suurin riski ulkoistettaessa kunnossapito kokonaan on talon oman osaamisen häviäminen. Lisäksi kunnossapitoyritys käyttää henkilökuntaa eri toimipisteiden välillä ristiin. Tämä on toisaalta vahvuus esimerkiksi seisokkien läpiviennissä, mutta toisaalta tehtaiden reservi on pienempi äkillisten resurssitarpeiden täyttämiseen.

## 4. UPM-Kymmeneen kunnossapitostrategia

### 4.1. Yleistä

Edellinen versio kunnossapitostrategiasta on hyväksytty 2005 ja se on ker-  
taalleen päivitetty vuoden 2009 aikana. Myllykoski-konsernin integraatio  
UPM-Kymmeneen loi tarpeen tarkastella strategiaa uudelleen. Viimeisin päi-  
vitys on kesäkuulta 2012 (Särkelä 2012, 1.)

UPM-Kymmenessä, kuten koko metsäteollisuudessa, liiketoiminnan ympäris-  
tö on muuttunut. Graafisten paperien ylikapasiteettista johtuva huono kannat-  
tavuus luo paineita karsia kuluja. Kustannustehokkuus on entistä tärkeäm-  
mässä roolissa. Voidaan todeta, että pärjääminen alalla on puhdasta kus-  
tannuspeliä. (Särkelä 2012, 6.)

Kuinka päästä tehokkaampaan kunnossapitoon (Särkelä 2012, 6.):

- Kustannuskilpailukyky
- Kunnossapitojärjestelmän implementointi osaksi kunnossapitotoimin-  
toja

- Joustavuus, resurssien liikkuvuus
- Kunnossapidon paikallinen yhteistoiminta
- Hankinta kiinteämmin mukaan kunnossapitoon

## 4.2. Visio

UPM-Kymmenen kunnossapitostrategia pohjautuu seuraavaan visioon (Särkelä 2012, 7.):

- Kunnossapito on UPM:n paperi- ja selluliiketoiminnan ydinosuudesta
- Kunnossapidon johtaminen ja määritellyt ydinosuudalueet pidetään osana omaa toimintaa
- Perusta UPM:n johtavaan asemaan paperi- ja selluliiketoiminnoissa on yhdessä tekeminen
- Tuotanto = Käyttö + Kunnossapito + Hankinta

## 4.3. Kunnossapidon rooli ja vastuut

Kunnossapidon rooli on varmistaa, että UPM:n tuotteet ja palvelut täyttävät ulkomaisten ja kotimaisten asiakkaiden tarpeet. Toisaalta kunnossapidon tulee kasvattaa UPM:n kilpailukykyä lisäämällä turvallisuutta, kustannus- tehokkuutta, tuotantoa ja laatua. (Särkelä 2012, 8.)

Kunnossapidon vastuulla on sellu- ja paperitehtaiden omaisuuden ylläpito tuotannossa, koneissa, automaatioissa ja infrastruktuurissa. Lisäksi kunnossapito vastaa terveellisestä ja turvallisesta työskentelyolosuhteista, ihmisten osaamisesta, uusista joustavista tavoista tehdä kunnossapitoa, kaikista kunnossapidon lajeista, tuotantokapasiteetin nostosta ja kustannuskilpailukykyistä. (Särkelä 2012, 9.)

## 4.4. Strategian implementointi

Kunnossapidossa keskitytään ydinosuudalueisiin (Särkelä 2012, 12.):

- Panostetaan toimintoihin jotka erottavat UPM:n muista alan toimijoista
- Turvallisuus on aina ydinosuudista, jota ei voi ulkoistaa

- Keskitytään toimintoihin, joilla on vaikutusta yhtä aikaa laatuun, tuotantotehokkuuteen ja kustannuksiin
- Keskitytään alueisiin, joissa oman kunnossapidon suorituskyky ja kustannustehokkuus parempia kuin ulkoa hankittaessa

Kunnossapito-organisaatiot mitoitetaan ydinosaamistarpeen mukaan. Ydinosaamisalueiden toimintoja kehitetään aktiivisesti.

Muut kuin ydinosaamistoiminnot ulkoistetaan kustannustehokkaasti, jos palveluja on saatavilla. Ulkoistukset tehdään yhdessä hankintatoimen kanssa. (Särkelä 2012, 13.)

Joustava tiimityöskentely (Särkelä 2012, 14.):

- Tuotannon ja kunnossapidon osaamisen yhdistäminen
- Operaattorikunnossapito
- Kunnossapitotiimit sisältävät moni- sekä erikoisosaamista
- Päätöksenteko viedään organisaation alatasoille omalla vastuualueellaan
- UPM vastaa ammattitaitoisesta johtamisesta myös ulkoistetuilla kunnossapitoalueilla

Kustannuskilpailukyvyyn parantamiseksi ensisijainen tavoite on kiinteiden kustannusten alentaminen. Työn suunnitelmallisuutta on lisättävä. Suunnitelmallinen kunnossapito on avainasemassa kustannussäästöjä haettaessa. Hankintatoimi etsii aktiivisesti uusia, vanhat toimittajat haastavia, toimittajia.

#### **4.5. Kunnossapitostrategian analyysi**

Kunnossapitostrategia tähtää selkeästi kunnossapitokustannusten alentamiseen ja sen kautta kilpailukyvyyn lisäämiseen. Lisäksi turvallisuus on vahvasti korostettuna. Strategiassa ei suoraan puhuta tuotannon kokonaistehokkuuden lisäämisestä, mutta ne sisältyvät esitettyihin tehostustapoihin.

Jos verrataan strategiaa toimintakehyksiin, voidaan sanoa, että strategia tähtää Asset Management tyyppiseen kokonaisuuden hallintaan ja sitä kautta

kustannustehokkuuteen. Operaattorikunnossapidossa on selkeitä TPM- elementtejä ja suunnitelmallisuuden lisäämisessä voidaan käyttää RCM- ja SRCM- menetelmiä.

Kunnossapitojärjestelmän merkitys toiminnanohjausjärjestelmänä on suuressa roolissa. Kunnossapitojärjestelmän avulla halutaan ohjata kunnossapidon toimintaa yhdenmukaiseksi ja vertailukelpoiseksi konsernin eri tehtaiden välillä.

Tiimityöskentelyn tärkeyttä korostetaan läpi strategian ja käyttö- ja kunnossapitoyhteistyö ovat merkittävässä roolissa. Lisäksi hankintatoimen liittämisen mukaan kaikkien kunnossapitotoimintaan on katsottu tärkeäksi.

Varaosien määrän optimointi nähdään tärkeänä, samoin suljetuilta tehtailta purettujen ja niissä varastoitujen osien hyödyntäminen. Varastointia ja siihen liittyviä kysymyksiä käsitellään kappaleessa 4.6.

Merkittävin strategian linjaus on, että kunnossapito on edelleen UPM:n ydinosaamista. Ulkoistuksia tehdään, missä se kannattavaa, mutta koko kunnossapidon ulkoistusta ei olla tekemässä.

#### **4.6. Varaosavarastointi**

Varaosavarastoinnilla on erittäin suuri merkitys kunnossapitovarmuuteen ja sen toteuttamisessa on useita eri mahdollisuuksia. Varaston käyttäjien näkökulmasta tärkein asia varastoinnissa on varaosien saatavuus kaikissa mahdollisissa tilanteissa.

Vanhassa mallissa kunnossapito ylläpiti nimikkeistöä ja varaston rooli oli puhtaasti hyllyttäminen sekä tavaran toimitukset varastosta. Haettaessa tehokkuutta varastointiin on yhä enemmän alettu kiinnittää huomiota varaston kiertoihin, sekä siihen kuinka paljon mitäkin varaosaa on järkevää varastoida. Lisäksi kaikkia varaosia ei välttämättä ole järkevää varastoida joka paikkakunnalla. Tällä tarkastelulla pyritään varaston arvojen optimointiin, kuitenkin niin, että varaosien saatavuus pysyy riittävällä tasolla.



Eräs varastoimisen muoto on ulkoistettu varastointi, jossa varaosat on toimittajan varastossa. Varastointisopimusta tehtäessä määritellään, mitä varaosia sopimukseen kuuluu ja kuinka nopeasti niitä on saatavilla. Mikäli varaosat ovat kunnostettavia, palvelun toimittaja huolehtii myös varaosien kunnostuksesta ja romutuksesta. Romutus päätökset tehdään yhdessä asiakkaan kanssa.

Mikäli varastointia lähdetään tehostamaan, tärkeä yksityiskohta on logistiikan toimivuus. Kuinka varaosat on saatavilla joko toimittajan varastosta tai toiselta tehdaspaikkakunnalta 24/7 tyyppisessä toiminnassa? Perinteisesti varaosia on kuljetettu jopa takseilla kiireisissä tapauksissa, mutta suurten ja painavien osien kuljetus ei näin onnistu. Ainut toimiva ratkaisu on kuljetussopimus jonkun ulkopuolisen kuljetusliikkeen kanssa, jolla on päivystyspalvelu. Yhdestä numerosta on saatava kuljetus mistä tahansa varastosta mihin aikaan tahansa.

Kunnossapitojärjestelmässä tulee olla riittävän kattava tieto nimikkeiden sidosista ja kriittisyyksistä, jotta varasto tietää, mitä osia varastoinnissa on oltava.

Sähkö- ja automaatiovaraosissa on otettava huomioon komponenttien vanheneminen varastoitaessa. On mahdollista, että pitkään varastoituna ollut osa ei ole enää käyttökelpoinen. Ulkoistetussa varastoinnissa toimittaja huolehtii varaosien säilytyksestä ja varastoinnin aikaisesta huollosta.

## **5. UPM-Kymmene Kaukas sellutehdas, sähkö- ja automaatiokunnossapito**

### **5.1. Nykyinen kunnossapitomalli ja organisaatio**

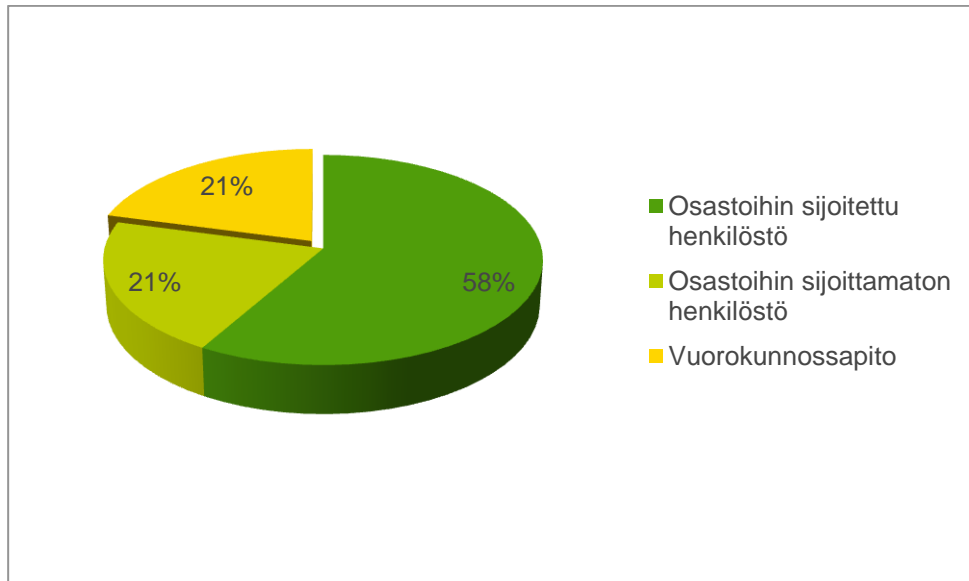
Alun perin sähkö- ja instrumenttikunnossapito ovat olleet omia osastojaan. 1980-luvulla nämä osastot yhdistettiin ja tästä osastosta alettiin käyttää nimeä automaatio-osasto. Tässä yhteydessä sähkö- ja instrumentointikunnossapidosta alettiin käyttää nimitystä automaatiokunnossapito, eli Kaukaan tapauksessa automaatio tarkoittaa näitä molempia. Myöhemmässä vaiheessa automaatio-osasto sulautettiin osaksi käytön organisaatiota. 2008 kunnossapito eriytettiin käytön organisaatiosta tehdaspalveluksi ja luotiin matriisiorganisaatio, jossa käyttö ja kunnossapito yhdessä ylläpitävät tehtaan käyttöä. Kunnossapitopäälliköstä alaspäin organisaatiomallina on kuitenkin perinteinen linjaorganisaatio. Tämä tarkastelu rajoittuu tähän organisaation osaan.

#### **5.1.1. Organisaatio**

Liitteenä 2 on nykyinen organisaatio esitettynä tehdaskarttaan sijoitettuna. Tämä esitysmalli on tehokas tapa esittää eri osastojen resursseja. Eri värit kuvaavat työjohtoalueita.

Nykyisessä organisaatiossa on neljä työjohtajaa ja 24 asentajaa. Kolme työjohtajaa on jaettu omille osastoilleen ja yksi työjohtaja toimii koko tehtaan alueella. Asentajat toimivat samalla periaatteella. Vaikka kaikista asentajista käytetään nimitystä automaatioasentaja, on osaaminen kuitenkin taustaltaan joko sähkö- tai instrumenttiosaamista, ja se on otettava huomioon tehtäviä miehitettäessä. Työjohto vastaa molemmista ammattialoista.

Kuviossa 5.1 on esitetty henkilöstön jakautuminen tehtävätyyppeihin.



Kuvio 5.1, Henkilöstön sijoittuminen tehtävittäin

Osastoihin sijoitetun henkilöstön toimenkuvana on periaatteessa kaikki automaatiokunnossapitoon liittyvät tehtävät. Tärkein tehtävä on toimia niin sanottuna laitospäällikönä, joka vastaa osaston käytettävyydestä omalla vastuualueellaan. Lisäksi henkilöstö osallistuu prosessin kehitystehtäviin sekä ennakkohuoltoon. Ongelmaksi työnjohdollisesti muodostuu, se että tehtävät tulevat useasta eri suunnasta, jolloin tekemisen suunnitelmallisuus kärsii. Laitosmiehille työmääräyksiä tulee valvomo-operaattoreilta, vuoro- ja päivämestareilta, sekä automaatiotyönjohdosta. Se kuinka tehtävät priorisoidaan, ei aina ole selvää. Riskinä on, että ennakkohuollon suorittaminen jää muiden kiireellisten tehtävien varjoon.

Osastoille sijoittamaton henkilöstö vastaa tuotantolaitoksien ulkopuolelle kuuluvien alueiden kunnossapidosta sekä sähköjakelusta. Lisäksi tämä sijoittamaton henkilöstö toimii vuorokunnossapidon ja osastojen kunnossapidon väliaikaistoimijoina varsinaisten työntekijöiden poissaoloissa. Tärkein tehtävä on sähköjakelun ennakkohuollon ja sitä kautta sähköjakelun käytettävyyden turvaaminen. Työmääräykset tulevat pääsääntöisesti omalta työnjohdolta sekä häiriötilanneselvityksissä myös mahdollisesti suoraan käytöltä.

Vuorokunnossapito vastaa yhdessä käytön kanssa osastojen toimivuudesta sekä päivätyöajan ulkopuolisista korjauksista. Tehtävänannot tulevat valvomo-operaattoreilta ja vuoromestareilta. Tuntilehtiesimiehen tehtävänä on tuuraus- ja koulutusjärjestelyt varsinaisen työnjohdon tullessa käytöltä. Lisäksi automaatiotyönjohto toimii niin sanottuna ammattialan työnjohtajana, koska käytön organisaatiolta puuttuu pätevyys sähkötöihin.

## 5.2. Käynnissäpito ja osaamisen spesialiteetit

Käynnissäpito jakautuu kahteen osa-alueeseen, vuorokunnossapitoon sekä osastojen laitosmiehiin.

Vuorokunnossapidon rooli on ”tulipalojen sammuttamista”. Vuorokunnossapito ei tee prosessin kehittämistä, eikä ennakko- ja huolto-työtä. Kaikki kunnossapidon osa-alueet tukevat sitä, että vuoro selviytyy tehtävästään. Osaamisalue on todella laaja, niin maantieteellisesti kuin laitekannallisesti. Onnistumisen edellytyksenä on, että dokumentaatio on ajan tasalla ja löydettävissä, samoin varaosat.

Laitosmiesten rooli on laajempi. Laitosmiehet osallistuvat aktiivisesti paitsi vikakorjauksiin, myös prosessin kehitykseen, automaatiojärjestelmien ohjelmointiin, parannuksiin laitteistoissa sekä ennakko- ja huolto-työhön. Lisäksi tältä henkilöstöltä tulee paljon esityksiä suunnitteluun ja mahdollisiin kehitysprojekteihin.

Voidaankin sanoa, että nykyisessä organisaatorakenteessa on kolmenlaista spesialiteettia:

- alueellinen spesialiteetti
- laitespecialiteetti
- ennakko- ja huollollinen spesialiteetti

Alueellinen spesialiteetti muodostuu siitä, että samat asentajat ovat olleet samalla alueella, jopa sen rakentamisesta alkaen, kymmeniä vuosia. Kunnossapito toimii lähestulkoon itseohjautuvasti ja sen tarve työnjohdosta on

pelkästään varaosien tai lisäresurssien hankintaa. Ongelmaksi muodostuu tuurajärjestelyiden sekä eläköityvien resurssien korvaaminen. Nykyinen kustannustehokkuuteen perustuva kunnossapitomalli ei anna mahdollisuutta ottaa riittävän aikaisin uusia tekijöitä vanhojen oppiin, jolloin ammattimiesten eläköityessä menetetään paljon niin sanottua hiljaista tietoa. Toiseksi ongelmaksi muodostuu resurssien liikuteltavuus. Jos alueellista kunnossapitoa siirretään alueiden välillä, aiheutuu tekemättömistä töistä ruuhkaa, joka joudutaan purkamaan jollain tavalla. Lisäksi eri alueilla työskentelevien tuntemus toisista alueista on rajoittunutta, koska samat ihmiset toimivat aina vain omilla alueillaan ja ristiin työskentely on haastavaa. Tähän spesialiteettiin sijoittuvat osastoille sidotut resurssit, joita sellutehtaan organisaatiosta on 58 %.

Laitespesialiteetti on erikoisosaamista jostain erityisestä laitteesta tai laitteistosta. Tätä osaamista on kaikissa organisaation resursseissa. Esimerkiksi automaatiojärjestelmien ohjelmointitaitoa löytyy yli puolesta organisaatiosta. Saman tyypisiä laitteita on käytössä koko tehtaan alueella. Laitespesialiteetissa olisi mahdollista keskittää tietynlaista osaamista valituille tekijöille. Nykyisessä mallissa helposti kaikki opettelevat kaikki laitteet, joita alueella on, vaikka vastaavaa osaamista löytyisikin viereiseltä osastolta. Tämä on eräänlainen ammattiympärysongelma. Vuorokunnossapidossa laitespesialiteetti muodostuu ratkaisevaksi, koska kaikkia alueita on mahdoton oppia. Vuorossa joutuu soveltamaan laitetuntemusta eri olosuhteisiin ja laitteistoihin.

Ennakkohuollollinen spesialiteetti muodostuu siitä osaamisesta, jota tarvitaan ennakkohuoltojen toteuttamiseen. Tämä osaaminen on perinteisesti ollut aliarvostettua. Nykyaikaisessa kunnossapidossa ennakkohuolto-ohjelmat laaditaan esimerkiksi RCM- analyysiin perustuen ja niiden teko on todellista osaamista vaativaa. RCM- menetelmä on kuvattu kappaleessa 2.3. Lisäksi ennakkohuolto-ohjelmien ylläpito on jatkuva prosessi, joka vaatii peruskäyttäjän taitoja syvällisempää osaamista kunnossapitojärjestelmästä.

Näistä spesialiteeteista vain alueellinen spesialiteetti on nimensä mukaisesti alueisiin sidottu. Kaikki muut ovat mahdollisia käyttää koko tehtaan alueella.

### 5.3. Huolto-ohjelmat

Huolto-ohjelmat ovat SAP- kunnossapitojärjestelmään rakennettuja. Ohjelmien historia on jo ajassa ennen SAP- järjestelmää ja ne on ajettu eräajona Impower- nimisestä kunnossapitojärjestelmästä nykyiseen järjestelmään. Siirron yhteydessä menetettiin jonkin verran tietoa, jota vanhassa järjestelmässä oli. Tämä johtuu siitä, että työohjeet olivat ennen ns. mallitöinä, jotka oli sidottu ennakkohuolto-ohjelmiin. Näitä mallityösidoksia ei pystytty täysin hyödyntämään uudessa järjestelmässä ja näin ollen työohjeiden löytäminen on haastavaa.

SAP laukaisee kunnossapitotöitä eri periaatteilla kuin Impower. Tämä johti siihen, että avoimien kunnossapitotöiden määrä räjähti valtavaksi, koska huolto-ohjelma laukoi uusia kunnossapitotöitä välittämättä siitä, onko edellinen työ tehty vai ei. Lisäksi sähköstandardit ovat kehittyneet siitä, kun alkuperäiset ennakkohuolto-ohjelmat on tehty. Kuten kappaleessa 2.2 todettiin viranomais määräykset velvoittavat laatimaan ja ylläpitämään huolto-ohjelmia sähkölaitteistoissa.

Tästä johtuen ennakkohuolto-ohjelmia piti alkaa päivittämään. Kaukaalla tehtiin kaksi lopputyötä automaatiokunnossapidon ennakkohuolloista. Ensimmäinen oli nimeltään Erään teollisuuslaitoksen suur- ja keskijännitesähkönjakelun ennakkohuolto-periaatteet. Se tehtiin Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa diplomityönä. Tekijänä oli Timo Saarnio. Toinen oli nimeltään Sellutehtaan pienjännite-järjestelmien ennakkohuolto-ohjelma ja se tehtiin Mikkelin ammattikorkeakoulussa, tekijänä Olli-Ilari Hänninen.

Näiden lopputöiden pohjalta rakennettiin koko sähkökunnossapidon ennakkohuolto-ohjelma uudelleen. Työ oli mittava ja kesti kaiken kaikkiaan noin kaksi vuotta.

Tällä hetkellä kunnossapitojärjestelmässä olevien ennakkohuolto-ohjelmien määrä on 426 kpl, joista osa on niin sanottuja reittitöitä. Reittityö kohdentuu useampaan kuin yhteen työkohteeseen. (SAP 2013)

Jos tätä työmäärää verrataan käytettäviin resursseihin, voidaan todeta että ennakkohuolloista kertyvä työkuorma on todella suuri. Kun otetaan huomioon, että 58 % resursseista on osastoille sidottuja laitosmiehiä, kysymykseksi nousee väistämättä ehditäänkö kaikkia ennakkohuolto-ohjelmien töitä toteuttaa.

#### **5.4. Keskeiset sähkö- ja automaation kunnossapitosopimukset ja niiden sisällöt**

Kuten aiemmin todetaan 53 % tehtävistä ja töistä on ulkoistettu toimittajille. Kuitenkaan ulkoistusta ei ole tehty millekään yksittäiselle kunnossapitoyhtiölle, vaan se kostuu automaatiokunnossapidossa 32 erilaisesta huolto- ja kunnossapitosopimuksesta. (UPM-Kymmene 2013)

Sopimusten analyysissä havaitaan kahdeksan erityyppistä huolto-, kunnossapito-, varastointi- tai suunnittelusopimusta. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu pääpiirteissään sopimusten periaatteet.

##### **5.4.1. Metso Process Automation Systems**

Metso Automation on merkittävä toimittaja Kaukaan sellutehtaalle. 1996 valmistuneessa uudessa sellutehtaassa on kaikki automaatiojärjestelmät rakennettu Metson järjestelmiin perustuen. Lisäksi Metso on toimittanut tehdastietojärjestelmän, kuivauskoneiden laatusäätöjärjestelmän, neljä ylätason ohjausjärjestelmää, analysaattoreita, on-line kunnonvalvontaa, sekä laboratoriolaitteita. Voidaan siis todeta, että sellutehdas pyörii kuitulinjojen osalta Metson toimittamien laitteiden varassa.

Tästä syystä Metson kanssa on solmittu mittava kunnossapitosopimus. Kunnossapitosopimus kattaa ennakkohuollot, 24/7 päivystyspalvelut, järjestelmäauditoinnit, varaosatarpeiden valvonnan, tietoturvapäivitykset, sekä säännölliset seurantapalaverit. (UPM-Kymmene 2013)

Vuosittain tehtävät ennakkohuollot perustuvat Metson huolto-ohjelmiin.

Metson malli kunnossapitosopimusta on niin kattava kuin se pystyy olemaan ilman kokonaisulkoistusta. Tehtaan oman kunnossapidon tehtävänä ovat vianetsinnät sekä korjaukset niissä vioissa, joissa oma osaaminen riittää. Mikäli vikaa ei saada korjatuksi omilla resursseilla, on sopimuksessa 24/7 päivystyspalvelu, joka tarvittaessa tulee paikan päälle. Usein riittää kun asiantuntija ottaa järjestelmään etäyhteyden ja neuvoo kuinka ongelmasta selvittäään.

Näin laajamittaiseen huoltosopimukseen on päädytty siitä syystä, että laitteet, joita sopimuksella kunnossapidetään, ovat erittäin monimutkaisia ja omaa osaamista ei voida saada riittävälle tasolle. Päivystysrinki joka sopimuksen takana on, koostuu Metsollakin useista asiantuntijoista, joita Metson päivystäjä käyttää apunaan. Edes toimittajan päivystäjä ei voi olla kaikkien laitteiden asiantuntija, joten ei voida edes olettaa riittävän osaamisen saamista omaan kunnossapitoon. Mikäli käytettävyyksvaatimukset vaativat jatkuvaa prosessin toimintaa, on tämän tyyppinen kunnossapitosopimus välttämätön.

Sopimuksen huonona puolena voidaan pitää sen suhteellisen korkeaa hintaa.

Vastaava huoltosopimus on olemassa myös toisen automaatiojärjestelmätoimittajan Honeywellin kanssa.

#### **5.4.2. Metso Endress & Hauser**

Tämä sopimus käsittää Metson edustamat automaattiventtiilit, asennoittimet ja toimilaitteet.

Osana varaston tehostamistoimintaa ovat kaikki Kaukaalle varastoidut automaattiventtiilit Metson varastossa. Varasto sijaitsee samalla paikkakunnalla kuin tehdas.

Sopimuksen sisältönä on venttiilien varastoinnin lisäksi varaosien huolto ja



romutus, sekä malliston uusiutuessa uusien venttiilityyppien määrittäminen.

Sopimuksen alussa kaikki Kaukaalla varastossa olleet venttiilit siirrettiin Metson varastoon. Metso auditoi venttiilien kunnan ennen hyllyttämistä ja tässä vaiheessa epäkurantti kanta romutettiin pois varastosta. Varaston siirrosta saakka Metson velvollisuutena on ollut tarjota varastossa olevia venttiileitä myös projektitoimituksiin, jos ne ovat olleet prosessipaikkaan sopivia.

Sopimuksen työnkulku on sovittu seuraavasti. Suurin osa venttiilitoimituksista aiheutuu sellutehtaalla vuosihuoltoseisokin tarpeista. Työnjohto kerää huollettavista ja viallisista venttiileistä työvarantoa kunnossapitojärjestelmään. Työt aikataulutetaan ja sidotaan seisokkiin. Ennen seisokin alkua käydään yhdessä Metson asiantuntijan kanssa läpi tulevan seisokin tarpeet. Metso toimittaa vaihdettavat venttiilit tehtaalle ensisijaisesti tehtaan omistamasta laitekannasta tai jos sattuvia ei ole, niin Metson varastosta. Huollettavat kohteet irrotetaan laitteistosta ja toimitetaan huoltoon seisokin alussa. Huolto tutkii onko viallisista laitteista korjattaviksi. Mikäli laitteet ovat korjauskelpoisia, ne huolletaan ja varastoidaan. Jos laitteet eivät ole korjauskelpoisia, niin ne romutetaan. Seisokkien ulkopuoliset toimitukset toteutetaan samaa käytäntöä noudattaen. Tehdas maksaa Metson varastosta otetuista venttiileistä sopimushinnan.

Sopimuksen etuja ovat:

- oma varastokanta pienenee
- kaikki varastossa olevat venttiilit ovat varmasti toimivia
- asiantuntemus venttiiliasioissa saumattomasti käytössä

Tehtaan omassa varastossa on ainoastaan joitain pienosia vikakorjauksia varten. Yleensä venttiilien vikaantuminen on sen luontoista, että nopeita tarpeita varaosille ei juuri ole. Mikäli tällainen tarve kuitenkin tulisi, saadaan venttiilit Metson varastosta kaikkina vuorokauden aikoina.

### **5.4.3. Siemens osakeyhtiö**

Siemens on toimittanut 1990-luvun puolessavälissä sellutehtaalle mittavan

määrän taajuusmuuttajia. Lisäksi Siemens on ainut logiikkatoimittaja koko tehtaalla.

Ikääntyessään taajuusmuuttajien käytettävyys alkoi selvästi laskea. Tästä syntyi tarve kehittää suunnitelmallinen ennakkohuolto-ohjelma, jolla vikaantumisen saataisiin kuriin. Lisäksi taajuusmuuttajien ja logiikoiden varaosatyytit muuttuvat vuosien saatossa ja varaosien saatavuus heikkenee. Huoltosopimuksen ansiosta Siemensin taajuusmuuttajien vikaantuminen on käytännössä loppunut. (Savuaho 2013)

Huoltosopimuksen sisältö on seuraava. Sopimuksen alussa tehtiin koko tehtaan kattava laitekartoitus, joka sisältää myös varastossa olevat varaosat. Kaikki kentälaitteet auditoitiin ja dokumentoitiin. Siemens teki vertailun käytetyistä laitteista, varastossa olevista varaosista, sekä tuotannossa olevista osista. Näiden vertailujen pohjalta Siemens antoi suosituksen uusittavista laitteista, sekä laati huolto-ohjelman olemassa oleville laitteille. Lisäksi Siemens ylläpitää elinkaarianalyysiä, jolloin tulevat tuotannosta poistuvat osat osataan ennakoida.

Laitekartoituksen tuloksia on käytetty uusintainvestointien perusteluina. Ilman kartoitusta ja toimittajan tietämystä vanhentuneista osista, olisi tarkan investointisuunnitelman teko ollut mahdotonta.

Huoltosuunnitelma kattaa kaikki tehtaalla olevat laitteet. Noin puoli vuotta ennen vuosihuoltoseisokkia käydään läpi sinä vuonna huollettavat laitteet. Tehtävien huoltojen määrä on sovittava huoltoseisokin pituuteen ja käytävissä oleviin resursseihin. Lisäksi sovitaan mitkä osat huolloista tekee toimittaja ja mitkä tehtaan oma kunnossapito. Hyvissä ajoin ennen seisokkia Siemens toimittaa tarvittavat varaosat, jotka jaetaan kohteisiin etukäteen. Töihin osallistuvalla huoltoryhmällä on jo ennen tehtaalle tuloa selvillä mitä töitä he tekevät. Siemensin huoltoinsinööri vastaa työnkulusta.

Suurin hyöty tämän tyyppisestä huoltosopimuksesta on se että koko laitetoimittajan tietämys saadaan käyttöön. Siemensin kokoisella toimijalla on asennettua laitekantaa maailmalla niin paljon, että ongelmia aiheuttavat vikaantumismekanismit ovat hyvin tiedossa. Tästä syystä huollot osataan koh-

distaa oikein. Toinen etu toiminnasta on, että se vapauttaa omaa työnjohtoa sekä asentajia muihin tehtäviin seisokin aikana.

#### **5.4.4. Vacon**

Vacon on taajuusmuuttajatoimittaja, jonka kanssa Kaukaalla on varaosapalvelusopimus.

Sopimuksen sisältö on seuraava. Toimittajan kanssa on sovittu mitä laitetyppejä Vacon varastoi ja kuinka paljon Kaukaan tarpeisiin. Kaukas maksaa varastoinnista korvauksen toimittajalle. Varasto on yhteinen kaikille varastointiasiakkaille Suomessa ja sijaitsee Tampereella. Vaconilla on kuljetussopimus logistiikkayhtiön kanssa, joka hoitaa laitteiden jakelun. Mikäli varaosaa tarvitaan, soitetaan hälytysnumeroon ja kerrotaan varaosatarve. Varasto hoitaa kuljetuksen hälyttämisen ja lastauksen.

Sopimuksen etuna on se, että varalaitteita on juuri sovittu määrä varastossa ja toimittaja huolehtii niiden kunnossapitamisestä. Omassa varastossa ei tarvitse olla kyseisiä varaosia ollenkaan. Sopimuksen toimivuuden kannalta on ehdottoman tärkeää, että logistiikka on toimivaa. Tämä sopimusmalli satuu suurimpaan osaan automaatiovaraosista.

#### **5.4.5. Infratec**

Infratec tarjoaa Kaukaalle suurjännitejakelun huoltoja. Infratec on omaksi yhtiökseen eriytetty entinen Fortum Service, jonka kanssa Kaukaalla on ollut huoltosopimus jo pitkään.

Sopimuksen piiriin kuuluvat kaikki suurjännitejakelun laitteet. Sopimus on kuitenkin laadittu niin, että se ei sido Kaukasta tilaamaan huoltoja välttämättä Infratecilta, vaan antaa mahdollisuuden kilpailuttaa huoltoja sopimuksen voimassa ollessa. Sopimuksen tärkein anti on noin 10 vuoden päähän ulottuva huolto-ohjelma, jolloin tiedetään mitä huoltoja minäkin vuonna on tulossa. Sopimukseen ei kuulu varaosavarastointia eikä auditointia. Vuosittain tehtävät huollot päätetään vuosipalaverissa.

Sopimuksen hyviä puolia on suunnitelmallinen ennakkohuolto-ohjelma, jossa pystytään hyödyntämään toimittajan erittäin hyvä asiantuntemus suurjännitelaitteistojen huollosta, sekä saadaan käyttöön erikoistyökalut joita huolloissa tarvitaan.

#### **5.4.6. Empower**

Empower on teollisuuden huoltoja ja asennuksia toimittava konepaja. UPM:llä on sopimus standardioikosulkumootoreiden huollosta Empowerin kanssa. Sopimuksen erikoisuutena on, että toimittajan toimitilat sijaitsevat Kaukaan tehdasalueella, entisessä keskuskorjaamon rakennuksessa.

Sinänsä moottorien huoltoon ei saada teknistä etua järjestelystä, mutta hinnallisesti sopimus on edullinen. Lisäksi moottorien huollon etenemistä pystytään valvomaan ja tarvittaessa työnohjaus kiireellisissä tapauksissa on helppoa.

Empowerilta on myös saatavissa asennustyövoimaa tehtaan asennuksiin tarvittaessa.

#### **5.4.7. SLO**

SLO on sähkötukkuliike, jonka kanssa UPM:llä on varastointisopimus sähkötarvikkeista.

Käytännössä lähes kaikki sähköasennustarvikkeet on varastoitu SLO:n varastoihin. Nimikkeet on siirretty niin sanottuihin e-katalogeihin, joista tarvikkeita saadaan tilattua tarpeen mukaan. E-katalogeihin on myös asentajilla pääsy. Jokapäiväisessä työssä tarvittavia asennustarvikkeita on vapaajake-luhylyissä, joiden täydentämisestä SLO huolehtii.

Aikaisemmin omassa varastossa oli satoja nimikkeitä sähkötarvikkeita. Tämän nimikkeistön ylläpito vaati paljon työtä. Nettikatalogien yleistyttyä tämän kaltainen toiminta on tullut mahdolliseksi.

### 5.4.8. VouTek

VouTek on pieni muutaman työntekijän firma joka tarjoaa automaatiojärjestelmien sovellussuunnittelua.

VouTekin kanssa Kaukaalla on raamisopimus, jossa määritellään käytettävät veloitushinnat työlle. Toimittaja tarjoaa työtä tilaajalle tilaajan tarpeiden mukaan, jos resursseja on käytettävissä. Sopimuksen tarkoitus on välttää hintaneuvottelua pienissä kunnossapitoluonteisissa töissä, jolloin toimittajan käyttö on joustavaa.

## 6. Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimusmenetelmänä oli kyselytutkimus, jossa analysoitiin ydinosaamisalueita keskeisillä sähkö ja automaatiokunnossapidon osaamisalueilla. Tämä tutkimus oli puhtaasti kvalitatiivinen ja perustuu asiantuntijoiden mielipiteisiin kunnossapidon nykytilasta ja siitä kuinka asiat tulisi hoitaa. Tätä tutkimusta on käytetty myös kunnossapitostrategian mukaisessa ydinosaamisaluekartoituksessa.

### 6.1. Ydinosaamisalueiden kartoitus tutkimus

Tutkimuksen nimenä on Global maintenance survey, Influence of maintenance tasks and jobs on efficiency, cost and quality. Tutkimus toteutettiin kaikissa UPM:n yksiköissä ja sen pohjalta tehdään linjauksia ulkoistettavista toiminnoista. Kaukaan osalta tutkimukseen vastasi automaatiokunnossapidon johto, jossa itse olin mukana. Tutkimuksen tulokset ovat työn liitteenä 1.

Tässä työssä keskitytään UPM-Kymmene Kaukaan sellutehtaan sähkö ja automaatiokunnossapidon toimintamalleihin, vaikka tutkimustulokset ovat yhteiset myös paperitehtaan kanssa. Tulosten analysointi on tehty tässä työssä kuitenkin puhtaasti sellutehtaan näkökulmasta.

Tutkimuksessa ei ollut varsinaisia kysymyksiä, vaan se koostuu eri automaatiokunnossapidon osa-alueesta, joita arvioitiin kriteereillä onko kyseinen tehtävä ydinosaamista vai ei. Arvioinnissa tutkittiin nykytilaa, sekä tahtotilaa. Tutkimus on toteutettu kokonaisuudessaan liitteen 1 mukaisella taulukolla.

Arvioitavana oli 22 eri kunnossapidon työkohdetta. Kohde jakautuu tehtäviin seuraavasti:

- asennus
- osan vaihtaminen
- vian etsintä
- varaosan kunnostaminen
- tarkistukset, huolto
- ennakkohuolto

- optimointi
- suunnittelu
- lämpökuvaus

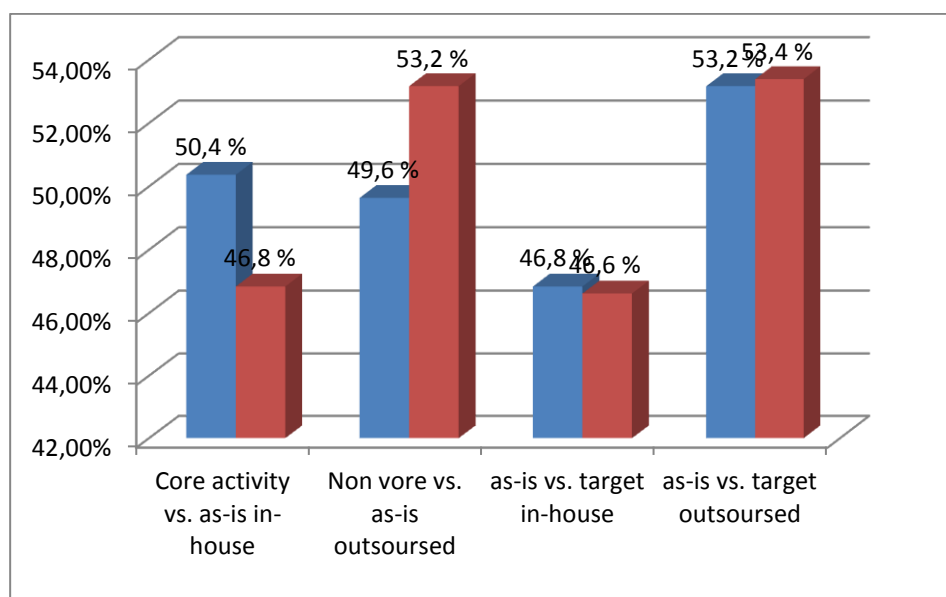
Tehtävistä on käytetty niitä jotka ovat työkohteessa relevantteja.

Jokaisen tehtävän kohdalla arvioitiin kolmea eri seikkaa. Onko kyseinen tehtävä ydinosaamista vai ei? Kuinka suuri osa työstä tehdään itse ja kuinka suuri osa ulkoistettuna? Miten tavoitteeseen pyritään?

Lisäksi kyselyssä oli annettava selvitys siitä, miksi käytäntö poikkeaa suositellusta toimintatavasta.

## 6.2. Tutkimuksen analyysi

Kaiken kaikkiaan arvioitavana oli 137 tehtävää tai työtä, joista 69 määritettiin ydinosaamisalueeseen kuuluvaksi. Tämä vastaa 50,4 % arvioituista töistä. Ainoastaan kahdessa tehtävässä ei ydinosaamisalueisiin kuuluvia tehtäviä tehtiin yli 20 % itse. Kuviossassa 6.1 vertaillaan kuinka hyvin nykytilanne vastaa tavoitetilaa, sekä kuinka hyvin ne vastaavat ydin- ja ei ydinosaamisjakaumaa.



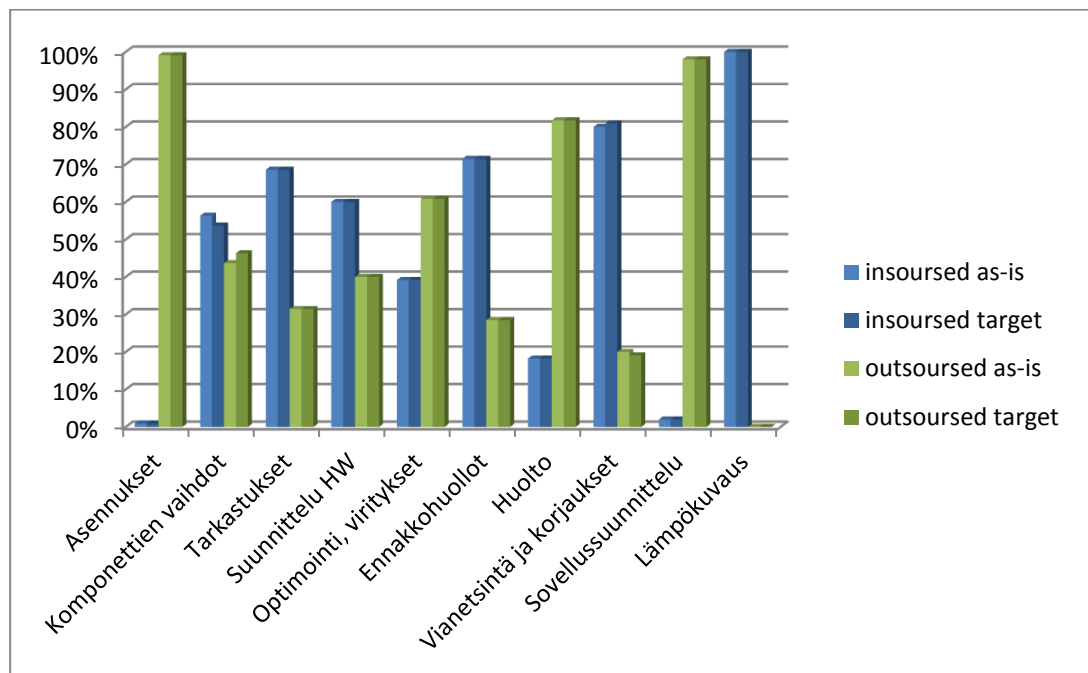
Kuvio 6.1, Kunnossapitotöiden analyysi

Core activity vs. as-is in-house mittaa sitä kuinka hyvin ydinsaamisalueisiin määritellyt tehtävät ja työt tehdään itse. Non core vs. as-is outsourced taas kuinka hyvin ei ydinsaamisalueisiin kuuluvat tehtävät ja työt on ulkoistettu.

As-is vs target in-house kuvaa itse tehtävien töiden nykytilaa verrattuna tavoitetilaan ja as-is vs. target outsourced ulkoistettujen töiden nykytilaa verrattuna tavoitetilaan.

Kuvaajasta voidaan päätellä, että kaikkia ydinsaamisalueisiin kuuluvia tehtäviä ei tehdä omin resurssein. Tämä johtuu puhtaasti siitä, että kaikkiin tehtäviin ei riitä resursseja. Nykytilanne vastaa erittäin hyvin tavoitetilaa niin itse tehtävissä kuin ulkoistetuissa töissä.

Kuviossa 6.2 on yhteenveto nykytilanteesta verrattuna tavoitteeseen jaettuna tehtävittäin.



Kuvio 6.2, Nykytila verrattuna tavoitetilaan

Analyysin perusteella voidaan tehdä se johtopäätös, että kunnossapidon malli vastaa strategian tavoitetta. Tämä kysely keskittyi puhtaasti siihen kuinka tehtävät tulisi tehdä. Se ei ota kantaa siihen, kuinka organisaatio on rakennettu tai onko kaikilla itse tehtäviksi määritellyillä ydinsaamisalueen töillä tekijät. Organisaation toimintaa tarkastellaan kappaleessa 5.



## 7. Kunnossapitoteorioiden soveltaminen

Koska yksikään kunnossapidon teorioista ei ole ensisijaisesti kehitetty ras-  
kaan prosessiteollisuuden tarpeisiin, niiden soveltaminen suoraan metsäteol-  
lisuuden automaatiokunnossapidon toimintoihin on haastavaa. Tästä johtuen  
joudutaan teorioita soveltamaan melko runsaasti, jotta toimintatavan muutok-  
sista tulee käyttökelpoisia. Lisäksi on muistettava, että organisaatio suorittaa  
koko ajan sille asetettua tehtävää ja sen turvaaminen toimintatapamuutoksis-  
sa on otettava huomioon.

Olen halunnut sisällyttää työhöni eri teorioita melko kattavasti, koska haluan  
tällä työllä samalla kuvata lukijalle, mitä mikäkin teoria pitää pääpiirteissään  
sisällään. Alan kirjallisuutta on julkaistu paljon, mutta asiaa tuntemattomalle  
teoriat ovat vaikeasti luettavia ja vaativat paljon syventymistä ennen kuin au-  
keavat.

Seuraavissa kappaleissa kuvaan sitä kuinka eri teoriat mielestäni soveltuvat  
käsiteltävään ympäristöön.

### 7.1. TPM, RCM ja Asset management sovellukset

TPM- teoriaan tutustuessa tuli väistämättä mieleen, että se on konepajaym-  
päristöön kehitetty. Kirjallisuudessa puhutaan jatkuvasti käyttäjän yksittäiselle  
koneelle tekemistä puhdistuksista, säädöistä ja ennakkohuolloista. Siivousoh-  
jelmat lähtevät siitä, että laitteet pidetään päivittäisillä puhdistuksilla erinomi-  
sessa kunnossa.

Sovellettaessa tätä ajattelua prosessiteollisuuteen kohdataan haasteita, kuin-  
ka teorian menetelmiä voidaan aidosti soveltaa. Jokapäiväinen puhdistami-  
nen koko tehtaan alueella ei ole mahdollista. Tästä voidaan tehdä teorian so-  
vellus, että alueen tiimi veloitetaan pitämään oma osastonsa siistinä.

TPM- teorian tehdassovellus käyttäjäkunnossapidosta mielestäni on eri am-  
mattialan osaajien sijoittaminen operaattoreiksi. Jos henkilöllä on koulutus-  
taustana prosessitekniikka ja hän on toiminut pelkästään operaattoritehtävis-

sä, on automaatiokunnossapidon edes keskivaikeiden tehtävien opettaminen suuri haaste. Lisäksi käyttäjäkunnossapidon tulisi sisältää myös mekaanisen kunnossapidon tehtäviä. Voitaneen todeta, että on jokseenkin mahdotonta kouluttaa kolmen tai neljän eri ammattialan osaajaa teollisuuden prosesseihin. Sähköalan töitä ei maallikko saa edes suorittaa.

Oikeasti toimiva operaattoreista koostuva käyttäjäkunnossapitotiimi saadaan sijoittamalla samaan tiimiin eri ammattialojen osaajia. Sijoitettavilla tulee olla riittävä kokemus oman alansa töistä ja heille opetetaan toiseksi osaamisalueeksi käytön vaatimat tehtävät. Haasteina ovat oman ammattialansa osaamisen, sekä motivaation ylläpito kunnossapitotehtäviin.

RCM- teoria on kehitetty lentokoneteollisuuteen ja on pikkutarkkuudessaan erinomainen analysoitaessa tarkasti rajattua laitekokonaisuutta. Tehdasympäristössä ei voida lähteä arvioimaan kaikkien laitteiden komponenttitason vikaantumisen mekanismeja. Työmäärä olisi niin valtava, että RCM- teoriaa joudutaan väistämättä yksinkertaistamaan ja arvioimaan laitetasolla vikaantumista ja huolto-ohjelmia.

RCM- teoriasta on järkevää soveltaa niitä osia, jotka parhaiten antavat käsityksen laitteiden kriittisyydestä, vikaantumisen vaikutuksesta prosessiin, varaosien hallinnasta ja huolto-ohjelmien luomisesta. Teoriaa sovellettaessa on pidettävä mielessä mitä sillä haetaan, ei ole mielekästä tehdä asioita vaan teorian takia, vaan kaiken toiminnan tulee tukea todellista tarvetta ja prosessin ylläpitoa.

Asset management on teoriana kaiken kattava todella monimutkainen kokonaisuus. Teoria sisältää elementtejä, joiden soveltaminen on päätettävä todella korkealla yhtiön organisaatiossa. Olisi mielenkiintoista joskus tutustua kunnossapitoon, jossa kaikki tämän teorian elementit on oikeasti suunniteltu, päätetty ja pantu käytäntöön. Periaatteessa kaikki kunnossapitotoiminta toteuttaa jollain tavalla Asset managementin elementtejä, joko käytännön tuomana toimintona tai erikseen suunniteltuna.

Yhteenvedon voidaan todeta, että kaksi ensimmäistä teoriaa antaa vastauksia siihen, kuinka kunnossapito tulisi toteuttaa, kolmas kokoaa ne yhteen. Käytännön sovellukseni automaatiokunnossapidon tarpeisiin perustuvat hyvin pitkälle käytännöstä saamiini kokemuksiin, mutta olen johtopäätöksissä pyrkinyt tuomaan mukaan niitä teorioiden elementtejä, jotka mielestäni soveltuvat käsiteltävään kohteeseen.

Kunnossapitoteoriat eivät anna selkeää vastausta siitä, minkälaisella organisaatiolla asioita tehdään. Ne painottuvat enemmänkin siihen, mitä organisaation tulisi tehdä. Lopputulos käsittelee kuitenkin hyvin pitkälle organisaation uudistamista, koska se on keskeisissä roolissa tehostettaessa kunnossapidon toimintoja.

TPM- teoriaa on sovellettu niissä kohdissa, jossa puhutaan operaattorikunnossapidosta. RCM- teoriaa sovelletaan kriittisyysluokitteluihin, varastoinnin järjestämiseen sekä ennakkohuolto-ohjelmien luomisen ohjeistamiseen. Asset management- teoriaa ei tämän organisaation toimintaan mielestäni voi suoraan soveltaa, vaan se soveltuu yhtiön ylemmän johdon päätösten kautta ja antaa työkaluja käytännön toiminnalle.

Kunnossapitostrategiaa on tarkasteltu kyselytutkimuksen aineiston avulla ja verrattu toimintaa strategian vaatimuksiin. Tutkimuksen tulokset antavat selkeän kuvan siitä, että toiminta on strategian mukaista ja ei niiltä osin vaadi juurikaan toimintamuutosta. Joitain tehtäväalueita on ulkoistettu enemmän kuin strategia vaatisi, mutta se johtuu siitä, ettei tarvittavia resursseja ole omassa organisaatiossa käytettävissä.

Automaatiokunnossapidon toiminnoissa on nykyiselläänkin sovellettu kohtuullisen hyvin eri teorioita ja kehittämisalueet kohdistuvat ensisijaisesti organisaation sisäisten ryhmityksien sekä operaattorikunnossapidon kehittämiseen. Nykyiset toimintamallit ovat käytännön kautta muotoutuneita, mutta niissä on paljon elementtejä keskeisistä teorioista.

## 8. Tulokset ja niiden tarkastelu

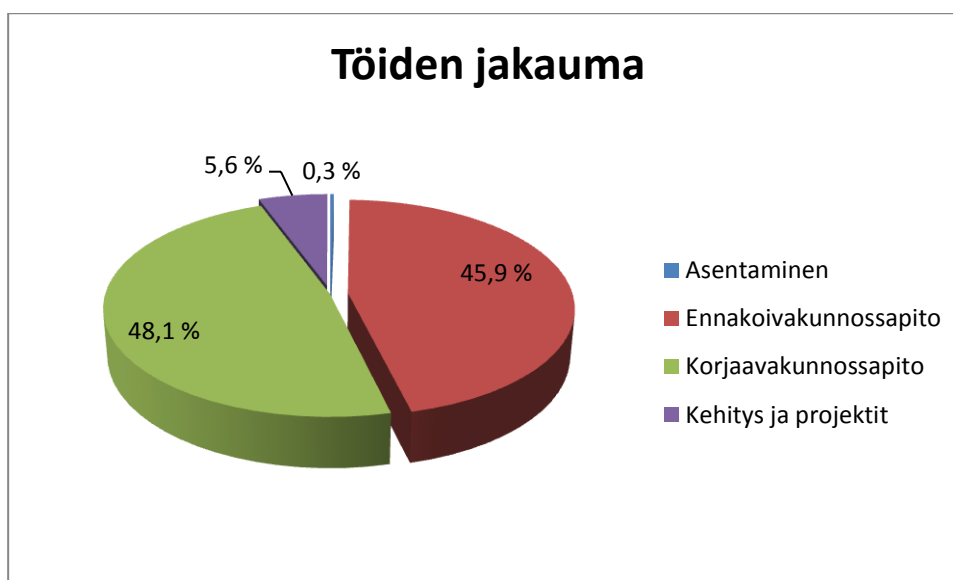
### 8.1. Organisaation rakenne ja resurssien kohdentuminen

Organisaation rakenne on perinteinen alueelliseen tehtäväjakoön perustuva malli, jota täydennetään koko tehtaan alueella toimivalla vuorokunnossapidolla sekä sähköjakelun huoltoryhmällä. 58 % kunnossapidon resursseista on sijoitettu oman nimetyn alueensa kunnossapitoon. Tällä mallilla on haettu vahvaa alueen tuntemusta, alueellista sekä laitespesialiteettia. Asentajat ovat tyypillisesti olleet alueillaan pitkään ja tuntevat laitekannan sekä tyypillisimmät viat ja niihin johtavat mekanismit.

Työnjohdollisesti malli on helppo johtaa. Asentajat tekevät työtään itseohjautuvina ja pyytävät apua, jos tarvitsevat. Työnjohdon rooli painottuu joko varaosien tai lisäresurssien etsintään, sekä tekniseen tukeen vaativissa vikaselvityksissä.

Sijaisjärjestelyt perustuvat tuurauspareihin, jolloin normaali, suunniteltu poissaolo on helposti korjattavissa. Ongelmaksi muodostuvat yllättävät poissaolot, varsinkin jos ne osuvat lomakausiin. Asentajien liikuttaminen tehtaan sisällä on jokseenkin haastavaa, koska siirtely muihin töihin aiheuttaa välittömän sijaistarpeen.

Asentajien toimenkuva on erittäin laaja sisältäen kaiken muun paitsi vuorokunnossapidon. Kehitettäessä kunnossapidon mallia kohti ennakoivampaa ja suunnitelmallista kunnossapitoa voi nykyinen malli tuottaa ongelmia. Ennakohuolto jää helposti muiden tehtävien jalkoihin, jolloin voidaan ajautua ”tulipalojen sammuttajiksi”. Kuviossa 8.1 on esitetty vertailu kuinka eri tehtävät jakautuvat työlajeiksi.



Kuvio 8.1, Töiden jakauma tyypeittäin

Aikaisemmin todettiin 58 % henkilöstöstä olevat osastoille sijoitettuja laitoshmiehiä, 21 % osastoille sijoittamattomia laitoshmiehiä ja 21 % vuoro kunnossapitoa. Osastolle sijoittamattomien laitoshmiesten suurin tehtäväalue on ennakoiva kunnossapito ja erilaisten huoltojen suorittaminen. Vuorokunnossapito ei tee ennakoivaa kunnossapitoa ollenkaan. Jotta ennakoivan kunnossapidon työt saataisiin tehdyksi, tulisi osastojen laitoshmiesten työkuormasta suuri osa tulla ennakkohuolto-ohjelmista. Lisäksi vuorokunnossapidolle tulisi saada ennakkohuollon tehtäviä, mikäli vikakorjauksia ei ole koko ajan työn alla.

Verrattaessa tehtävien jakaumaa resurssien miehitykseen herää kysymys siitä, tulisiko pelkästään ennakkohuoltoon keskittyneitä resursseja olla enemmän. Mikäli resurssien ryhmitystä muutetaan organisaation sisällä, se johtaa väistämättä alueiden suurenemisiin. Kuinka suuriksi alueellisen kunnossapidon alueet voidaan suurentaa, tulisi selvittää.

Mikäli alueita ei voida suurentaa, tulisi ennakkohuollon resursseiksi saada lisää tekijöitä. Kuitenkin tavoitteena on karsia kiinteitä kustannuksia, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jää ulkoistaa ennakkohuoltotoimintaa. Nykyiset ulkoistumallit perustuvat suurelta osin kyseisen laitteen toimittajan huoltopalveluihin. Selkeästi voidaan tunnistaa tarvetta toimittajalle, joka pystyisi tekemään huoltoja osittaisulkoistetussa kunnossapidossa laajalla laitesektorilla.

## 8.2. Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapitoa ei juurikaan sähkö- ja automaatiosektorilla tehdä. Ainoat tällaiset työt rajoittuvat sähkömoottoreiden laakereiden värähtelymittauksiin. Varsinaisten sähkötöiden teko on luvanvaraista ja vaatii ammattitutkinnon. Instrumentoinnin työt taas vaativat verrattain suurta laiteosaamista. Näistä seikoista johtuen ei operaattoreille ole saatu luotua järkevää huolto-ohjelmaa.

Ainoaksi tavaksi jää automaatiotaustaisten asentajien sijoittaminen käytön vuoroihin. Tälle kuitenkin asettaa rajoituksia sijoitettavien löytyminen. Jos alueen asentajia sijoitetaan vuoroon, mistä otetaan toinen tilalle.

Toinen ongelma käytön tehtävissä toimiville automaatioasentajille on ammattitaidon ylläpito. Kuinka pitää tuntuma ja osaaminen yllä? Mikäli malliin joskus mennään, tulisi näiden asentajien osalta kehittää jonkinlainen tehtävankiertojärjestelmä, jolla turvataan ammattitaidon säilyminen.

Kaukaan sellutehtaan tapauksessa järkevä automaatiomiehitys vuoroihin olisi yksi kuitulinjalle ja toinen talteenottolinjalle. Tällä menettelyllä saataisiin vuorossa oleva automaatio-osaaminen kaksinkertaiseksi nykytilanteeseen verrattuna. Tässä tilanteessa voitaisiin alueasentajilta ottaa korjaavan kunnossapidon tehtäviä pois ja he keskittyisivät ennakkohuoltoon alueellaan sekä prosessin kehitystehtäviin. Vaikeissa vikatapauksissa alueen laitoshenkilöt toimisivat teknisenä tukena.

Tällä toimintatapamuutoksella päästäisiin lähemmäs TPM- toimintamallin mukaista menettelyä. TPM- malli toimii mielestäni paremmin konepajatyypisessä teollisuudessa, mutta edellä kuvattuja elementtejä voidaan soveltaa myös raskaassa prosessiteollisuudessa. TPM- teoria on esitelty kappaleessa 2.4.

Liitteessä 3 on esitetty uuden toimintamallin mukainen organisaatiokaavio.

### 8.3. Osittaisulkoistuksien toteuttaminen

Kappaleessa 5.4 on kuvattu eri kunnossapito- ja varastointisopimustyyppien sisältö, joita Kaukaalla on käytössä. Sopimustyypit kattavat kaikki ne tarpeet joita nykyisessä toimintamallissa tarvitaan. Sopimukset ovat pääsääntöisesti toimittajakohtaisia ja huollot keskittyvät toimittajan toimittamiin laitteisiin.

Huoltosopimusten laadinnassa tulee olla erityisen tarkka siitä, ettei sopimuksessa makseta eräänlaista kynnyshintaa, jotta toimittaja yleensä suostuu laitteet huoltamaan. Mikäli sopimus ei tuo mitään lisäarvoa toimittajalta jo muutenkin saatavaan palveluun, kannattaa jatkaa ilman sopimusta ja sopia ainoastaan käytettävistä veloitus hinnoista.

Jos jokin osa huoltoa halutaan ulkoistaa kokonaan toimittajalle, on huolto-ohjelman laadintaan ja sen sisältöön kiinnitettävä erityistä huomiota. Ohjelmaan ei kannata sisällyttää mitään, mikä ei tuo lisää käytettävyyttä. Jokainen rivi ohjelmassa maksaa.

Nykyisin on usein tapana, että toimittaja kirjaa sopimukseen jonkin tuntimäärään vuodessa, joka joudutaan maksamaan, vaikka se ei toteutuisikaan. Tällä toimittajat saavat huollolle pohjakuorman laskutettavia tunteja. Asiakkaalle tämä voi tulla kalliiksi ja siitä syystä sopimuksien tuntimäärät kannattaa pitää mahdollisimman alhaisina ja neuvotella edullinen hinta lisätunneille.

Mikäli kunnossapitoa halutaan kehittää esittämäni suuntaan, tulee löytää hyvä toimittaja huoltojen toteutukseen laitetoimittajista riippumatta. Kokonaan ulkoistetuissa malleissa tällainen on tietenkin käytettävissä, mutta osittaisulkoistuksissa voi olla vaikeasti löydettävissä, mikäli ulkoistetun kunnossapidon toimittajat eivät jatkossa kiinnostu tämän suuntaisesta toiminnasta. Mikäli huoltoja voitaisiin ulkoistaa yhdelle toimijalle, vähentäisi se tarvittavien huoltosopimusten määrää merkittävästi. Näin ollen sopimusten hallinta yksinkertaistuisi.

## 8.4. Huolto-ohjelmien kehittäminen

Kappaleessa 4.3 on esitetty käytössä olevat huolto-ohjelmatyypit. Sähkö kunnossapidossa on teetetty kaksi lopputyötä, joissa kunnossapito-ohjelmia on analysoitu lainsäädännön ja toimittajien näkökulmasta. Analyysit noudattavat SRCM- tyyppistä menettelyä, jossa toimittajan rooli suoritettavien huoltojen määrittelyssä on ollut merkittävä. RCM- menettely on esitelty kappaleessa 2.3.

Instrumentoinnin huolto-ohjelmiin olisi järkevää teettää yksi lopputyö, joka voisi perustua samantyyppiseen analyysiin ja huolto-ohjelman laadintaan. SRCM analyysi voitaisiin toteuttaa samalla tavoin kuin sähkölaitteissa.

Suuri osa ennakkohuolloista muodostuu lakisääteisistä turvalukitustestauksista ja se sitoo paljon resursseja seisokeissa. Näiden testausten suorittamiseen olisi järkevää etsiä toimittaja. Tällä menettelyllä saataisiin omia resursseja muihin kunnossapitotöihin.

Ennakkohuolto-ohjelmat ovat muutoin verrattain kattavat ja ajantasaiset. Ongelmaksi voi muodostua töiden suorittamisen voimavarat.

## 8.5. Organisaation kehittämisaalueet

Käyttäjäkunnossapidon kehittäminen on avainasemassa käytettävyyttä parannaessa. Automaatiovuoromiesten sijoittaminen tuotannon organisaatioon edellä esitetyllä tavalla ja nykyisen vuorokunnossapidon lopettaminen lisääisi käytettävissä olevia resursseja 24/7 tyyppisessä kunnossapidossa ja vapauttaisi laitosmiesten korjaavaan kunnossapitoon kuluvia voimavaroja.

Lisäksi aluelaitosmiesten laiteosaamista tulisi hyödyntää laajemmalla alueella kuin yhdellä osastolla. Mikäli aluemiehitä poistuisi ennakkohuoltotoimintaa sekä vikakorjauksia, heitä voitaisiin hyödyntää tehokkaammin koko tehtaan alueella tarvittavissa korkean osaamisalueen töissä. Lisäksi sijaisuusjärjestelyt helpottuisivat, koska aluelaitosmiehet eivät olisi enää niin suuressa vastuussa jokapäiväisestä tehtaan käynnissä pidosta.



Ennakkohuoltotoimintaan tulisi saada lisää pelkästään ennakkohuoltoon erikoistuneita laitosmiehiä, jotka toimisivat koko tehtaan alueella. Heidän tehtävänsä perustuisivat ennakkohuolto-ohjelmista laukeaviin töihin ja yksi työsuunnittelija voisi periaatteessa hallita koko tehtaan ennakkohuoltotoimintaa.

Työnjohdon roolia tulisi kehittää huoltoinsinöörityyppiseen toimintaan, jossa nykyisen perinteisen työnjohtajan rooli olisi enemmän asiantuntijalähtöinen. Alueen työnjohto käyttäisi tarpeen mukaan resursseja koko tehtaan alueelta, missä niitä kulloinkin tarvittaisiin. Mikäli resurssitarve olisi suurempi esimerkiksi osastoseisokin vuoksi, voitaisiin kaikki voimavarat siirtää seisokkitöihin tarvittavalle osastolle. Tämä vaatii saumatonta yhteistyötä eri työnjohtajien kesken. Lisäksi tarvitaan ajattelutavan muutosta siihen, että asentajat eivät ole pelkästään oman alueensa käytössä vaan koko tehtaan käytössä, jos heillä on erikoisosaamista annettavana. Työnjohdolle on kuitenkin määriteltävä vastuualueet, koska muutoin ajaudutaan helposti tilanteeseen, jossa joistain alueista ei huolehdi kukaan.

## 8.6. Tulevaisuuden rekrytoinnit

Tulevat rekrytoinnit tulee toteuttaa siten, että automaatiokunnossapitoon palkattavat henkilöt ovat sitoutuneita opiskelemaan ristiin sekä sähkö, instrumentointi että tuotannon tehtäviä. Se kuinka hyvin ihmiset eri tehtävistä suoriutuvat riippuu yksilöstä ja määrittelee kulloisenkin sijoittumisen tulevissa tehtävissä.

Edellä mainittu ennakkohuoltoryhmä on hyvä tapa opettaa uusia asentajia. Ryhmän mukana he liikkuvat koko tehtaan alueella ja tutustuvat laajaan laitekantaan. Samaan aikaan on mahdollista suorittaa esimerkiksi oppisopimuskoulutuksella toisen alan opintoja. Ennakkohuoltoryhmästä opiskelija on helppo irrottaa opintoihin ilman, että tuuraustarvetta syntyy. Riippuen henkilön omista intresseistä hän ohjautuu jatkossa joko käyttäjäkunnossapitoon, aluelaitosmieheksi tai laitespesialistiksi, riippuen siitä mihin sektoriin hänen kykynsä parhaiten soveltuvat.

Automaatiokunnossapitoon tarvitaan lisää työsuunnitteluresursseja hoitamaan ennakkohuoltotoiminnan parempaa suunnittelua. Nykyisten työjohtajien työaika kuluu pääsääntöisesti asiantuntija- sekä selvittelytehtävissä. Lisäksi heillä on vahva rooli prosessin kehittämistehtävissä. Näistä seikoista johtuen työjohtajilla ei ole riittävästi aikaa ennakkohuollon kehittämiseen ja työsuunnitteluun. Siksi onkin riskinä, että nyt läpikäytyt huolto-ohjelmat rämettyvät aikaa myöten.

## **9. Varaosavarastointi**

Sähkö- ja automaatiovaraosien kohdalla on järkevintä ulkoistaa toimittaja varastointiin ja kaikkiin varaosiin, jotka ovat mahdollista ulkoistaa. Vähemmän tärkeät omat varaosat varastoidaan konsernin yhteisvarastoihin. Kaikki asennus-komponentit varastoidaan tukkureille ja liitetään sähköiseen katalogiin. Omassa varastossa pidetään ainoastaan ne osat, jotka ovat varaosina kriittisille laitteille ja joita ei voi ulkoistaa lähialueen toimittajille. Toimiakseen tämä toteutustapa vaatii hyvän logistiikan sekä toimivan järjestelmän varastojen käyttöön ympäri vuorokauden myös toiselta paikkakunnalta.

## 10. Yhteenveto

Kaukaan automaatiokunnossapidossa toimitaan jo nykyisin niin sanotussa osittain ulkoistetussa mallissa, johon uusi kunnossapitostrategia tähtää. Sopimustoimittajilla on merkittävä rooli tehtaan jokapäiväisessä kunnossapidossa ja roolin merkitys kasvaa entisestään vuosihoitoseisokkien yhteydessä. Automaatiokunnossapidon organisaatio on suuruudeltaan mitoitettu käyvän tehtaan tarpeisiin.

Toimittajakohtaiset huoltosopimukset kattavat ne alueet, joita varten niitä kannattaa olla. Suurin kehityksen kohde tällä sektorilla on laajalla laitekannalla toimiva ulkopuolinen sopimuskumppani, jota voitaisiin käyttää seisokkitöiden tarpeisiin sekä mahdollisiin sijaisuusjärjestelyihin.

Automaatiolla on varastoituna paljon verrattain kalliita varaosia ja varastointia kannattaa kehittää toisaalta konsernin tehtaiden yhteisvarastointiin ja toisaalta toimittajan ylläpitämiin varastoihin. Toimivan logistiikan merkitys on erittäin suuri näissä molemmissa tapauksissa.

Organisaation heikkous on laaja alueellinen kunnossapito, joka aiheuttaa ongelmia sijaisuusjärjestelyihin ja työvoiman siirtoihin. Mikäli joku on pois omalta alueeltaan, se aiheuttaa välittömästi tuuraustarpeen. Tämän vuoksi olisi järkevää pienentää alueellisen kunnossapidon roolia ja sijoittaa suurempi osa kunnossapidosta ryhmään, josta on mahdollista siirtää resursseja vuoro, alue tai muihin tarvekohteisiin. Ryhmä voisi muutoin toimia tehokkaan ennakkohuollon tehtävissä.

Vuorokunnossapito olisi järkevää sijoittaa käytön organisaatioon. Esitetyllä menettelyllä saataisiin vuoroihin lisää automaatio-osaamista sekä kevennettyä alueen kunnossapidon roolia vikakorjauksissa.

Työnjohtoalueet ovat verrattain suuret ja työnsuunnittelu käytännössä oman työn ohessa toimintaa. Nykyaikainen kunnossapito kuitenkin vaatii tehokasta työnsuunnittelua, joten työnsuunnitteluresursseja tulisi saada lisää.

## Lähteet

Asp R, Tuominen T, Hyppönen H. 2013, Kunnossapito menestystekijä  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_5-4\\_tuottava\\_kunnossapito.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_5-4_tuottava_kunnossapito.html)

Galbraith, J. 2009, Designing Matrix Organizations That Actually Work. Jossey-Bass, San Francisco. 258 sivua. ISBN: 978-0-470-31631-3

Järviö J. 2006. TPM Total Productive Maintenance

Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2011. Kunnossapitoyhdistys ry, Kunnossapito 4. painos

Katzenbach J. R & Smith D. 1998 Tiimit ja tuloksekas yritys 5.painos Porvoo WSOY

Kiiski Tuomas, 2012 Tampereen teknillinen yliopisto, Diplomityö Taajuusmuuttajien luetettavuus, huollettavuus ja kunnossapito teollisessa ympäristössä

Kinkki, S. Hulkko, P. , Lehtinen-Toivola, A. & Mäkinen, I. 1997. OPTIO. Kansainvälisyyteen kasvava yritys. WSOY: Porvoo.

Nissinen J. RCM esitelmä 2012. Analyysi kunnossapitoteorioista.  
<http://stolen.wata.fi/koulu/Kunnossapitotekniikka%202/RCM%2002.ppt>

N:o 1280. Muutossäädös sähköturvallisuuslaki 4§. Annettu 21. päivänä joulukuuta 2010.

N:o 335. Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus. Annettu 3. päivänä toukokuuta 2004.

N:o 410. Sähköturvallisuuslaki. Annettu 14 päivänä kesäkuuta 1996.

Pernu, H., P. 2010. Käyttövarmuuden ja kunnossapidon perusteet KSU-4310. Helsinki, Tammi.

Ramentor Oy, Käyttövarmuus, käytettävyys, luotettavuus.  
<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>

Rissanen Riitta, Sääsä Kaija & Vornanen Jouni 1996. Uudistuvat organisaatiot. Pieksämäki. Pohjois-Savon Ammattikorkeakoulu.

SAMI foundation, 2013, <http://www.samicorp.com/>

SAP kunnossapitojärjestelmä UPM-Kymmene Oyj

Savuaho M. Siemens Osakeyhtiö 2013, Kaukaan Siemens taajuusmuuttajien korjausraportti 2007–2013.

Sähköinfo Oy. 2004. Sähköalan tietokansio. Marraskuu 2004.

Särkelä Raimo UPM-Kymmene Oyj, 2012, Maintenance Strategy, Rev.3  
15.6.2012

Turvatekniikan keskus. 2010. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit, TUKES-ohje S10-2010. Päivätty 11.10.2010.

UPM-Kymmene Kaukas, 2013, Huoltosopimus MET-00090 Appendix\_2\_Services for Kaukas

UPM-Kymmene Kaukas, 2013, Kymi ja Kaukas huolto- ja kunnossapitosopimukset

Vakkuri A. 1997, Tiimityö-käytännön opas, Helsinki, Infoviestintä.

## Liite 1, Ydinosaamisalueiden kartoitus Kaukas 2013

UPM Mill : Name : Viikakainen, Vanhatalo, Tondor 22.5.2013									
area	subject	task, job	core activity	non-core ac	as-is		target		EXPLANATIONS
					in-house	outsourced	in-house	outsourced	
AUTOMATION	Mechatronics	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service optimizing preventive maintenance	1 1 1 1 1 1	1	0 100 0 100 0 100	100 0 100 0 100 0	0 100 0 100 0 100	100 0 100 0 100 0	Mechatronic mean machine controls
	Field instrumentation (sensors, transmitters, switches ...) excluding control valves	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1	0 100 0 100 0	100 0 100 0 100	0 100 0 100 0	100 0 100 0 100	
	Positioners, actuators, control valves	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1	0 10 95 5 90 100	100 90 10 90 100 0	0 10 95 5 90 100	100 90 10 90 100 0	
	Analysers ( MAP, RMI, VEM, CAT, PEX, Paperlab....)	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1	0 80 20 80 100	100 100 20 80 100	0 80 20 80 100	100 100 20 80 100	Metsu Service contract
	GCS Process optimization systems ( TMP, RCF, Boilers, Effluent etc. )	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service software engineering quality-optimizing preventive maintenance	1 1 1 1 1 1 1	1	0 95 5 95 10 20 80	100 100 5 95 100 20 80	0 95 5 95 90 20 80	100 100 5 95 95 20 80	No resources - outsourced No resources and knowledge - outsourced
	WIS, VMS, and other camera systems for product monitoring	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service software engineering quality-optimizing preventive maintenance	1 1 1 1 1 1 1	1	0 80 95 100 80 20 80	100 20 5 100 20 80 20	0 80 95 100 20 80 20	100 20 5 100 20 80 20	
	Process and loop monitoring systems ( FieldCare, LoopBrowser..) ( TuneUp, ExpertTune)	installation checking, service software engineering quality-optimizing checking, service	1 1 1 1 1	1	0 0 0 0 0	100 100 100 100 100	0 0 0 0 0	100 100 100 100 100	

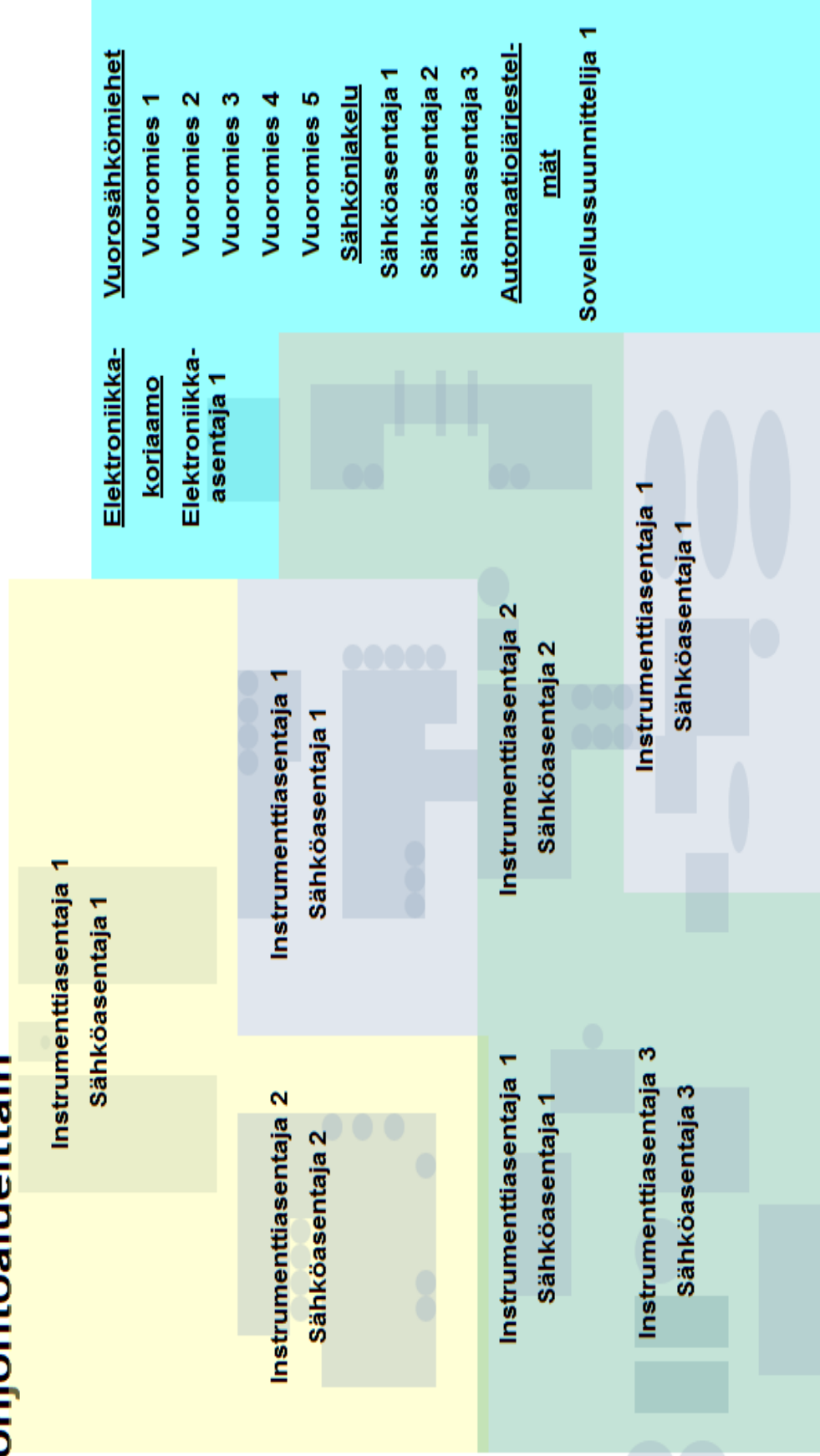
UPM Mill : Name : Viljakainen, Vanhatalo, Tonder 22.5.2013									
area	subject	task, job	core activity	non-core ac	as-is		target		EXPLANATIONS
					in-house	outsourced	in-house	outsourced	
	Process data history systems	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service software engineering quality-optimizing preventive maintenance	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0	100 100 100 100 100 100 100	0 0 0 0 0 0 0	100 100 100 100 100 100 100	Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract Metso and Honeywell service contract
	Robots	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service software engineering preventive maintenance	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	0 80 80 20 80	100 100 20 20 80	0 0 20 20 80	100 100 20 20 80	
	Gas and oil burners and infra dryers	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	0 100 100 100 100	100 0 0 0 0	0 0 0 0 0	100 0 0 0 0	powerplant burners are not included powerplant burners are not included powerplant burners are not included powerplant burners are not included
	DCS, PLC	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service engineering, small projects engineering, bigger projects optimizing preventive maintenance	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1	0 40 95 5 0 95 5 20 80 20	100 60 40 60 95 5 100 0 100 0 100 0 80 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	400 60 40 60 95 5 100 0 100 0 100 0 80 20	Emergency changes in-house  case by case, (at present lack of resources)
	field buses and connections between automation and IT systems including peripheral devices	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	0 0 0 0 0	100 100 100 100 100	0 0 0 0 0	100 100 100 100 100	Instrumentation and MCC field buses are not included
	automation LAN	installation troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	0 20 80 0 100 0 10 90 10 0	100 80 20 0 100 0 100 0 100 0	0 20 80 0 100 0 10 90 10 0	100 80 20 0 100 0 100 0 100 0	

UPM Mill :		Name :		Viljakainen, Vanhatalo, Tonder 22.5.2013						
area	subject	task, job	core activity	non-core ac		as is		target		EXPLANATIONS
						in-house	outsourced	in-house	outsourced	
	Electricity distribution < 1 kV including switch boards ( MCC)	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1 1	10 80 100 100	0 20 0 0	90 20 0 0	10 80 100 100	0 20 0 0	
	motor	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	0 90 100 0	0 10 0 0	100 10 0 100	0 90 100 0	0 10 0 100	
	Electrical field components ( switches, contactors, etc. )	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	10 80 100 100	0 20 0 0	90 20 0 0	10 80 100 100	0 20 0 0	
	Sectional drives	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	0 80 80 80	0 20 20 20	100 20 20 20	0 80 20 20	0 100 20 20	
	Single drives ( DC / AC)	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	0 80 80 80	0 20 20 20	100 20 20 20	0 80 20 20	0 100 20 20	
	Transformer	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	0 90 80 100	0 10 0 0	100 10 100 0	0 80 20 100	0 100 20 0	Including power transformers over 1kV
	Lighting	installation change troubleshooting repair, overhaul checking, service preventive maintenance	1 1 1 1	1	0 50 100 20	0 50 20 80	100 50 20 80	0 20 20 20	0 80 100 80	partly insured depended workload of fitters in shut downs not done emergency lightings is in-house





## Sellutehtaan kunnossapidon resurssit työnjohtoalueittain



Liite 3, Sellutehtaan automaatio-organisaatio, optimoitu

## Sellutehtaan kunnossapidon resurssit työnjohtoalueittain, optimoitu

