



# Ennakkohuoltoprosessin määrittäminen sahaympäristössä

Teemu Nuutinen

Opinnäytetyö, ylempi AMK

Maaliskuu 2024

Tekniikan ala

Elinkaaren hallinta -tutkinto-ohjelma (YAMK)

**Nuutinen, Teemu**

## **Ennakkohuoltoprosessin määrittäminen sahaympäristössä**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Maaliskuu 2024**, 94 sivua

Elinkaaren hallinta -tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä/ei

### **Tiivistelmä**

Tuotantolaitoksen käyttövarmuus määritellään sen laitteiston ja organisaation toimintaedellytyksien mukaan tehdä asioita vaaditulla tavalla. Yksi käyttövarmuuteen liittyvä aihekokonaisuus on tuotantolaitteiden ennakkohuollot, joilla yritykset varmistavat tuotantolaitteistojensa käytettävyyttä, tuotantomääriä ja tuotannon laatua, pysyäkseen kilpailukykyisinä markkina-alueellaan. Stora Enso Oy:n, Uimaharjun saha halusi kehittää ennakkohuoltoja, joiden avulla saavutetaan parempaa kustannustehokkuutta sekä resurssien käytettävyyttä.

Työn tavoitteena oli määritellä ennakkohuoltoprosessi, jonka avulla yritys pystyisi toimimaan ennakoivammin ja kokonaistaloudellisemmin, tuotantolaitoksen kunnossapidon osalta. Tulokset oli kuvattava siten, että ne olisivat helposti käytettävissä sekä löydettävissä.

Työ toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena pitämällä teema- sekä henkilöhaastatteluja yrityksessä työskenteleville henkilöille sekä havainnoimalla yrityksen organisaation toimintaa. Tutkimustehtävänä oli selvittää ne asiat, joilla huoltosuunnitelmia kannattaisi kehittää käyttövarmuuden hallinnan näkökulmasta. Työhön otettiin mukaan pieni osio kvantitatiivista tutkimusta, jossa tarkasteltiin kunnossapitojärjestelmästä saatua dataa kunnossapidon työtilauksien osalta.

Lähtötietojen perusteella valittiin ne kehityskohteet, joiden yksityiskohtaisempaa määrittelyä ennakkohuoltojen osalta yrityksessä tarvittiin. Kehityskohteet sekä olennaisimmat ennakkohuoltoihin liittyvät asiat koottiin tiivistetysti yhdeksi asiakirjaksi, jossa viitattiin myös olemassa oleviin, yksityiskohtaisempiin ohjeistuksiin. Ohje liitettiin osaksi sahan laadunhallintajärjestelmää.

Työn lopputulokset kertovat, että ennakkohuoltojen hallinnassa niin organisatorisessa kuin kunnossapitojärjestelmänkin puolella oli puutteita. Työssä laadittu ohje otettiin käyttöön ns. elävänä asiakirjana Uimaharjun sahan kunnossapitoon, jossa sitä hyödynnetään sahan kunnossapidon toimihenkilöiden perehdyttämisessä, sekä muistin tukena huoltosuunnitelmien laadinnassa. Ohjetta voidaan hyödyntää myös muiden Stora Enso Oy:n tuotantolaitoksien ennakkohuoltojen hallinnoinnissa.

### **Avainsanat (asiasanat)**

Kunnossapito, ehkäisevä kunnossapito, ennakkohuolto, huoltosuunnitelma

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

Liitteet 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 ovat salassa pidettäviä ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika kymmenen (10) vuotta. Salassapito päättyy 01.02.2034

**Nuutinen, Teemu**

### **Defining a preventive maintenance process in saw industry**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, March 2024, 94 pages

Master's Degree Programme in Life Cycle Management

Permission for open access publication: Yes/No

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

The reliability of a production plant is defined as the ability of its equipment and organisation to do things as required. One of the topics related to reliability is the preventive maintenance of production equipment, which companies use to ensure the availability of their production equipment, production volumes and quality of output, in order to remain competitive in their markets. Stora Enso Oy, Uimaharju sawmill wanted to develop preventive maintenance to achieve better cost efficiency and resource availability.

The aim of the work was to define a preventive maintenance process that would enable the company to operate more efficiently and cost-effectively in terms of plant maintenance. The results had to be described in such a way that they could be easily accessed and found.

The work was carried out as a qualitative study by conducting thematic and personal interviews with people working in the company and by observing the company's organisational activities. The research task was to find out the things that would make it worthwhile to develop maintenance plans from the point of view of reliability management. The work included a small section of quantitative research, examining data from the maintenance organisation on maintenance work orders.

Based on the baseline data, the development areas that needed more detailed definition were selected in terms of preventive maintenance in the company. The development areas and the most relevant issues in relation to preventive maintenance were summarised in a single document, which also referred to existing, more detailed guidelines. The manual was integrated into the sawmill quality management system.

The results of the work show that there were shortcomings in the management of preventive maintenance, both in the organisational and the maintenance system aspects. The manual developed in this work was introduced as a "living document" in the maintenance department of the Uimaharju sawmill, where it is used by the maintenance staff of the sawmill. and as a memory aid in the preparation of maintenance plans. The guide can also be used to manage preventive maintenance at other Stora Enso Corporation plants.

### **Keywords/tags (subjects)**

Maintenance, predictive maintenance, PM plan

### **Miscellaneous (Confidential information)**

Appendixes 3, 4, 5, 6, 7 and 8 are confidential and has been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: business and professional secret. Period of secrecy is ten years and ends in 01.02.2034.

### Lyhenteet ja termit

CBM	= Condition Based PM
CMMS	= Computerized Maintenance Management System
DOM	= Design Out Maintenance
ERP	= Enterprise Resource Management
Efora	= Stora Enson aiemmin 100 % omistama kunnossapitoyritys
EAM	= Enterprise Asset Management System
FTM	= Fixed Time Maintenance
GDPR	= General Data Protection Regulation
ILS	= Integrated logistic support
JHA	= Job Hazard Analysis
KPI	= Key Performance Indicator
käyttövarmuus	= kyky toimia vaaditulla tavalla
MTBF	= Mean Time Between Failures
MTTF	= Mean Time To Failure
MTTM	= Mean Time To Mitigation
MTTR	= Mean Time To Recovery
MRT	= Mean Response Time
MWT	= Mean Waiting Time
NBM	= Needed-Base Maintenance
OTF	= Operate To Failure
RTF	= Run To Failure
SCADA	= Supervisory Control And Data Acquisition

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Tausta</b> .....	<b>10</b>
2.1	Stora Enso Oyj ja Uimaharjun saha .....	10
2.2	Uimaharjun sahan kunnossapito-organisaatio .....	12
2.3	Työn tavoitteet ja aiheen rajaus .....	13
2.4	Tutkimuskysymys .....	14
<b>3</b>	<b>Kunnossapito</b> .....	<b>15</b>
3.1	Kunnossapitolajit.....	17
3.2	Kunnossapidon kustannukset .....	19
3.3	Elinjaksokustannukset.....	21
3.4	Kunnossapidon toiminnanohjaus.....	23
3.5	Käyttäjäkunnossapito.....	24
3.6	Kunnossapidon mittarit.....	25
3.6.1	KPI-mittarit.....	25
3.6.2	Tuotannon kokonaistehokkuus, KNL .....	26
3.7	Kunnossapitostrategia.....	28
3.7.1	Luetettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM.....	30
3.7.2	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, TPM .....	31
3.7.3	Lean .....	34
3.7.4	Six Sigma .....	35
3.7.5	Laitetason kunnossapitostrategia.....	36
3.7.6	Tunnuslukumalli.....	37
3.7.7	ILS .....	39
3.8	Ehkäisevä kunnossapito ja ennakkohuolto .....	40
3.8.1	Ehkäisevän kunnossapito-ohjelman perustaminen.....	41
3.8.2	Huoltosuunnitelma .....	43
3.8.3	Ehkäisevät kunnossapidon suhde muihin kunnossapitolajeihin .....	47
<b>4</b>	<b>Ennakkohuoltoprosessin määrittäminen</b> .....	<b>49</b>
4.1	Ennakkohuoltoprosessin nykytila .....	49
4.2	Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineisto .....	50
4.2.1	Aineiston hankinta .....	51
4.2.2	Haastateltavien valinnat .....	52
4.2.3	Aineiston analyysi .....	52
4.3	Ennakkohuoltoprosessin kehitystarpeet.....	53

<b>5</b>	<b>Ennakkohuoltoprosessi</b> .....	<b>54</b>
5.1	Huoltosuunnitelman sisältö .....	54
5.1.1	Huoltosuunnitelmien nimeäminen.....	55
5.1.2	Huoltosuunnitelmien kuvaukset.....	56
5.1.3	Työturvallisuus huoltosuunnitelmissa .....	57
5.1.4	Voitelu- ja tarkastushuoltokierrokset.....	59
5.1.5	Kriittisyystarkastelun vaikutus huoltosuunnitelmiin .....	60
5.1.6	Ennakkohuolloissa käytettävät varaosat ja voiteluaineet .....	61
5.1.7	Huoltosuunnitelmien syklit.....	63
5.1.8	Toimeksiannot suunnitelmalliseen kunnossapitoon .....	64
5.2	Huoltosuunnitelman luominen .....	65
5.2.1	Huoltosuunnitelman luominen uudelle laitteelle .....	66
5.2.2	Huoltosuunnitelman luominen olemassa olevalle laitteelle .....	67
5.3	Huoltosuunnitelmien ylläpitäminen .....	67
5.4	Huoltosuunnitelmien käytöstä poistaminen.....	68
5.5	Viranomaistarkastukset ja ulkopuolisen tekemät ennakkohuollot .....	69
5.6	Käyttäjäkunnossapidon rooli ennakkohuolloissa.....	70
<b>6</b>	<b>KPI-mittarit sahan kunnossapidossa</b> .....	<b>71</b>
6.1	Kunnossapitolajien suhteet ja kustannukset päätetyistä kunnossapitotapahtumista... 72	
6.2	Ennakkohuoltotapahtumien kustannusten tarkastelu päätetyistä kunnossapitotapahtumista .....	73
6.3	Ennakkohuoltotapahtumasta luodut uudet tilaukset kunnossapitojärjestelmään .....	74
<b>7</b>	<b>Tulosten arvioiminen</b> .....	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>Pohdinta ja jatkokehitysajatukset</b> .....	<b>76</b>
	<b>Lähteet</b> .....	<b>84</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>87</b>
	Liite 1. PSK 7501:2010, s. 32 - Kunnossapitolajit .....	87
	Liite 2. SFS-EN 13306:2017, s. 22 - Kunnossapitolajit .....	88
	Liite 3. Efora kriittisyysanalyysiohje, Kriittisyysluokittelun tekijä (ylempi kuvio) ja Kriittisyysluokittelun tekijöiden looginen puurakenne (alempi kuvio). .....	89
	Liite 4. Teemahaastatteluihin kutsutut henkilöt.....	90
	Liite 5. Teemahaastattelujen kysymykset .....	91
	Liite 6. Ennakkohuoltoprosessin kuvaus (OHJE) .....	92
	Liite 7. Tuotantolaitosten tunnuslukujen tarkastelua.....	93
	Liite 8. Kehitysajatukset .....	94

## Kuviot

Kuvio 1. Mukaelma, Järviö ja Lehtiö 2012, s. 15 kuvasta: Tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet .....	17
Kuvio 2. PSK 6201:2022, s.40 mukainen malli kunnossapitolajien luokittelusta.....	18
Kuvio 3. Kunnossapidon kustannusten jakautuminen välittömiin ja välillisiin kustannuksiin (Christiansen, 2021) .....	20
Kuvio 4. Järjestelmien elinkaaren aikaisen hankintaprosessin aikana syntyneet ja sidotut kustannukset (Farr & Faber. 2018, 14) .....	22
Kuvio 5. Mukaelma kokonaistehokkuus ja kuusi suurta hävikkiä (Ahonen, T. Hanski, J., Uusitalo, T., Vainio, H., Kunttu, S., Valkokari, P., Kortelainen, H. & Koskinen, K. 2018, 11).....	27
Kuvio 6. Mukaelma kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon pilareista (Gulati 2021, 263).33	
Kuvio 7. Mukaelma kunnossapitostrategian tunnuslukuperusteisesta yhteenvedosta. (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 109).....	38
Kuvio 8. Mukaelma esimerkistä strategisesta yhteenvedosta tuotanto-organisaatiossa (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 110).....	38
Kuvio 9. Mukaelma kaaviosta, jossa on kuvattu alhaisimpien kunnossapidon kokonaiskustannusten alue, kun ehkäisevän kunnossapidon kustannuksia kasvatetaan (Levitt 2011, 59) .....	48
Kuvio 10. Mukaelma kaaviosta, jossa on esitetty eri työläjien syntyperien suhteita optimitilanteessa (Levitt 2011, 60) .....	48
Kuvio 11. Periaatteellinen ennakkohuollon ideaalisyklin määrittäminen aikajanalla.....	63

# 1 Johdanto

”Toisin kuin yleisesti uskotaan, kunnossapito-organisaation rooli on ylläpitää tuotantolaitoksen laitteita, eikä korjata niitä vian jälkeen (Mobley 2004, 6)”. Yleisesti on havaittu, että kunnossapidon kohdentaminen reaktiivisen kunnossapidon sijasta ennakoivaan ja ehkäisevään kunnossapitoon säästää selvästi kunnossapidon kustannuksia ja antaa edellytykset laadukkaammalle kunnossapidon toiminnalle. Kunnossapidon toiminnan onnistuminen vaikuttaa taas tuotantoyrityksessä suoraan yrityksen päätoimintoihin, kuten tuotteiden valmistamiseen. Tuotantoyritykset tarvitsevat kilpailutilanteessa jatkuvasti lyhyempiä läpäisyajoja ja parempaa toimitusvarmuutta. Suurten varastojen ylläpitäminen ei ole kannattavaa, joten häiriöt tuotantolaitoksen prosesseissa aiheuttavat haasteita toimitusajoissa. Kunnossapidollisten toimintojen vaikutus tuotantoyrityksen toimintaan on oleellinen.

Sahatavara oli Suomen neljänneksi tärkein vientituote vuonna 2021 ja sitä tuotettiin lähes 12 miljoonaa kuutiometriä, jonka arvo oli noin 4 miljardia euroa. Lähes 75 prosentti Suomessa sahatusta sahatavarasta lähti vientiin. Markkinatrendeissä ilmenee selvästi kierrätettävien, uusiutuvien ja hiiltä sitovien materiaalien suosion kasvu, johon teolliset sahalaitokset Suomessa vastaavat tuottamalla sivuvirtoina esimerkiksi haketta sellu- ja paperiteollisuuteen, kuorta lämpölaitosten polttoaineeksi ja purua muun muassa erilaisten levytuotteiden raaka-aineeksi sekä voimalaitosten polttoaineeksi. (Sahateollisuus, Sahatoimiala n.d.). Teolliset sahalaitokset hyödyntävät siis puusta lähes kaiken. Kunnossapidon tehtävä sahalaitoksissa on varmistaa omalta osaltaan tuotantolaitteille asetetut niin tuotannolliset kuin laadulliset vaatimukset, jotta päätuotteet sekä sivuvirrat ovat hyödynnettävissä mahdollisimman tehokkaasti.

Opinnäytetyö tehtiin Stora Enson Oyj:n Uimaharjun sahalle, joka kuuluu Stora Enson Biomaterials -divisioonaan, samalla tehdasalueella sijaitsevan Enocellin sellutehtaan kanssa. Uimaharjun sahan päätuote on sahatavara, josta vajaa kolmannes jää kotimaahan. Sahan kunnossapitoa tuotetaan pääosin sahan omien kunnossapitäjien toimesta. Tehdasalueella toimii keskitetty kunnonvalvonta, joka tuottaa ehkäisevän kunnossapidon palveluita sahalle. Muita toimintoja on yhdistetty tehdasalueella kehityksen, projektoinnin ja hankinnan saralla.

Opinnäytetyön aiheeksi muodostui toimeksiantajan ja opinnäytetyöntekijän yhteistuumien koostettu kokonaisuus, jolle muodostui lopulta nimi: Ennakkohuolto-prosessin määrittäminen



sahaympäristössä. Aihe pohjautui useamman vuoden aikana tehtyihin havaintoihin ja niistä polveutuneisiin kehitysideoihin. Myös vuosien saatossa tapahtuneet organisaatiomuutokset, joiden tuomat lieveilmiöt liittyen resurssien käyttöön, roolitukseen ja vastuisiin, olivat vieneet kunnossapitoa kohti reaktiivista suuntausta, vaikka yleinen ymmärrys sahalla oli, että ennakkohuollot tulee olla merkittävässä asemassa.

Opinnäytetyön aiheena oli siis määritellä ennakkohuoltoprosessi. Varsinainen kunnossapitostrategia, johon ennakkohuoltoprosessin olisi pystynyt määrittelemään ei oltu kuvattu selkeästi ja käytössä oli useita eri malleja, joiden hallinnointi oli hajanaista. Opinnäytetyössä lähdettiin tarkastelemaan nykytilannetta ja etsimään hyväksi havaittuja ja etenkin sahaympäristöön soveltuja keinoja sahalaitoksen ennakkohuoltojen osalta. Lähtötilanteessa oli jo käsitys, että olemassa olevan ohjeistuksen käytäntöön paneminen ei ollut mennyt suunnitelmien mukaan ja vallitsevat toimintatavat eivät vastanneet ohjeistusta. Tutkimuksessa kerättyjen tietojen sekä olemassa olevien, käyttökelpoisten ohjeiden perusteella luotiin erillinen ohje, jossa määriteltiin tulevaisuuden tapa toimia ennakkohuoltojen kanssa, valitussa ympäristössä.

Koska ennakkohuollot itsessään on hyvin laaja- ja monialainen käsite, rajattiin opinnäytetyö siihen, että työn lopullisena tuotoksena on toimeksiantajalle ohjeen muotoon kirjoitettu prosessikuvaus ennakkohuoltojen elinkaaresta. Tarve Stora Enson ERP-järjestelmässä olevien huoltosuunnitelmien päivittämiseksi ja yhtenäistämiseksi oli merkittävä, mutta päätettiin, että ajankäytöllisistä syistä se jätetään pois tästä opinnäytetyöstä. Rajaukseen liittyi myös hyvin vahvasti se, että keiden päivittäistä työtä ennakkohuollot koskettavat, joten tutkimukseen otettiin mukaan kattavasti sahan kunnossapidon toimihenkilöitä ja soveltuvin osin muita eri henkilöstöryhmien edustajia, oletuksena, että yhdessä tekemällä opitaan uutta ja sitoudutaan vahvemmin määriteltyyn malliin.

Opinnäytetyön tuloksia ei päästy vielä tarkastelemaan opinnäytetyöprosessin aikana. Opinnäytetyöhön liittyen määriteltiin mitattavat tavoitteet yhteistyössä toimeksiantajan kanssa, ennakkohuoltoprosessin käyttöönoton jälkeiselle ajalle. Mittareiden tavoitteena oli ohjata kunnossapidon henkilöstöä panostamaan ehkäisevään kunnossapitoon ja kannustaa parantamaan toimintaa jatkuvasti.

## 2 Tausta

Ennakkohuoltoprosessin määrittelyä ryhdytään tekemään tarveperusteisesti opinnäytetyönä. Signaali tarpeesta on tullut niin kunnossapidon työnohjauksesta, kuin yrityksen johdoltakin. Myös opinnäytetyöntekijä on osallistunut erilaisissa rooleissa lyhyehköjä jaksoja, kyseisen yrityksen kunnossapidon toimintaan ja tehnyt havaintoja sahan ennakkohuoltojen osalta.

Lähihistoriassa Uimaharjun sahan kunnossapito on kokenut monenlaisia muutoksia, joiden aikana on tehty myös erilaisia kokeiluja ennakkohuoltojen suhteen. Ennakkohuoltoja ovat suorittaneet välillä ennakkohuoltoihin perehtyneet asentajat ja välillä osin tuotannon henkilöt. Opinnäytetyön tekohetkellä ennakkohuoltojen tekeminen kuuluu jokaisen kunnossapitoasentajan tehtävänkuvaa ja kullakin tulisi olla yhtäläiset edellytykset tehdä huoltoja. Haasteena on siis se, että kuinka varmistetaan tehtyjen ennakkohuoltojen laatu, niin työsuunnittelun kuin itse tekemisenkin osalta, jotta kukin huoltokierros pystytään toistamaan mahdollisimman hyvin henkilöstä riippumatta. Sahan kunnossapidon henkilöstöllä on kuitenkin pitkä ja vahva kokemus sekä selkeä näkemys siitä, että mitä korjaavia toimenpiteitä ennakkohuollot tarvitsisivat, jotta ne palvelisivat päivittäiskunnossapitoa nykyistä paremmin. Niinpä tästä aiheesta päätettiin perustaa opinnäytetyöprojekti, jossa kerätään parhaimmiksi koettuja käytäntöjä sekä haetaan tueksi teoriatietoa aihepiiristä ja muodostetaan lopulta kokonaisuudesta prosessikuvaus ennakkohuoltojen määrittelystä toimeksiantajan organisaatiolle.

### 2.1 Stora Enso Oyj ja Uimaharjun saha

Stora Ensossa uskotaan, että kaikki, mitä tänään on valmistettu fossiilisista materiaaleista, voidaan huomenna valmistaa puusta. Stora Enso on yksi maailman suurimmista yksityisistä maanomistajista sekä johtava uusiutuvien tuotteiden toimittaja biomateriaaleissa, puurakentamisessa ja pakkauksissa. Voidaan todeta, että Stora Enso on osa globaalia biotaloutta. (Stora Enso, Annual Report 2022.)

Storan juuret juontavat Ruotsin, Faluniin, vuodelle 1288. Tuolloin yrityksen ydinliiketoimintaa oli kaivosteollisuus ja nimenomaan kuparikaivostoiminta. Vuoteen 1862 mennessä Stora Kopparbergs Berglagin liiketoiminta oli laajentunut jo kaivostoiminnaksi, raudanjalostukseksi sekä puuliiketoiminnaksi. Puuta käytettiin aluksi kuparimalmin lämmittämiseen, jolloin saatiin erotetuksi metalli

malmista. Vaikkakin kehittyneempi puunjalostusteollisuus käynnistyi useita vuosikymmeniä myöhemmin, on metsätalous ollut olennainen osa yhtiön toimintaa, alusta alkaen. Stora myi metalli- ja kaivostoiminnan 1970-luvulla ja keskittyi siitä eteenpäin metsätalouteen, selluun ja paperiin. (Stora Enso – Historia.)

Enson suomalaiset juuret ulottuvat vuoteen 1872, jolloin toimintansa aloitti Kotkassa moderni höyrysaha, W. Gutzeit & Co:n toimesta (Parvi, S. 2022, 6). Monien vaiheiden saattelemana Gutzeitin enemmistöomistajana aloitti, vuodesta 1918 alkaen, itsenäistynyt Suomen valtio, joka tuolloin kasvatti valtion metsätuloja 476000 hehtaarin maaomaisuudellaan (Härkönen, S., Kestilä, M. & Haapamäki, M. 2022, 45). Edelleen reilun sadan vaiherikkaan vuoden ja useiden omistussuhteiden muutoksien jälkeen Suomen valtio omistaa nykyisin, vuonna 2023, Stora Enso Oyj:stä 10,7 %, valtion sijoitusyhtiön, Solidium Oy:n kautta (Härkönen, S ja muut; Solidium Oy – Omistusosuudet.) Enson toiminta on kattanut laajasti metsäteollisuuden eri toimialoja aina vuoteen 1998 saakka, jolloin se fuusioitui ruotsalaisen Stora AB:n kanssa. Nykyisin Stora Enson liiketoimintaan ei kuulu enää konepajateollisuus ja rahtiliikenne, eikä Enson nimellä löydy rautakaupoista keittiökalusteita tai mäntysuovasta valmistettua palasaippuaa. (Härkönen, S ja muut 2023.)

Vuonna 1998 Enso Oyj ja Stora AB yhdistyivät ja yhtiö sai nimekseen Stora Enso Oyj. Stora Enso keskittyi alkuvuosinaan aikakausi-, sanomalehti- ja hienopaperin, pakkauskartonkien sekä sellun valmistukseen. Paperin kulutuksen hiipuesssa tuotantolinjoja on vähennetty tai muutettu kartonkikoneiksi. Ympäristötietoisuus on Stora Ensolla suuressa arvossa ja se erottuikin vahvasti toiminnassa; tuotannon sivuvirrat pyritään hyödyntämään entistä paremmin, tuotantolaitosten päästöjen vähentämiseksi on meneillään useita hankkeita sekä ennen kaikkea, raaka-aineesta eli puusta, hyödynnetään kaikki osat eniten lisäarvoa tuottavaan tarkoitukseen. (Härkönen, S ja muut 2023.)

Nykyisin Stora Enso Oyj:n Uimaharjun saha on perustettu alun perin vuonna 1951. Vuonna 1955 Enso Gutzeit Oy osti Uimaharjun sahan, josta alkaen voidaan katsoa sahan Stora Enso -historian alkaneen. Uimaharjun saha on yksi Stora Enson omistamista 15:sta sahasta ja se sijaitsee Pohjois-Karjalassa. Saha tuottaa pääosin mäntyoperäistä, perinteistä sahatavaraa eli sahattua tuotetta ei jatkojalosteta samalla tuotantolaitoksella. Uimaharjun saha käytti vuonna 2022 yhteensä 530000 m<sup>3</sup> tukkia, josta syntyi 240000 m<sup>3</sup> sahatavaraa. Kotimaahan Stora Enso myy Uimaharjun sahan tuotannostaan vajaan kolmanneksen ja valtaosa sahatavarasta myydään mm. Pohjois-Afrikkaan,

Englantiin, Kiinaan ja Japaniin. Saha työllistää vuonna 2023 noin 110 henkilöä, joista arviolta 20 % on urakoitsijoiden palveluksessa. (Stora Enso – Biomaterials, Uimaharjun saha 2023.)

## 2.2 Uimaharjun sahan kunnossapito-organisaatio

Stora Enson, Uimaharjun sahan organisaatio on jaettu neljään ylemmän tason tiimiin, tuotanto-, laatu-, tilaus- sekä toimitus- ja henkilöstö- ja turvallisuusyksikköön. Sahan kunnossapito toimii tuotantoyksikön alaisuudessa omana tiiminään, kolmen osastoittain jaetun tuotantotiimin kanssa. (Stora Enso – Biomaterials, Uimaharjun saha 2023.) Kunnossapito toimii kaikilla sahan osastoilla pois lukien tukkilajittelun osasto, jossa mekaaninen kunnossapito on ulkoistettu.

Sahan kunnossapidossa työskentelee vuonna 2023 yhteensä 17 henkilöä, joista 11 on mekaanisen kunnossapidon asentajia; 3 on sähkö- ja automaatiokunnossapidon asentajia ja 3 on toimihenkilöitä (kunnossapitoinsinöörejä). Kunnossapidon toimihenkilöiden roolit on jaettu siten, että 1 kunnossapitoinsinööri toimii esihenkilön roolissa ja 2 muuta kunnossapitoinsinööriä toimivat työnsuunnittelijoina sekä osallistuvat osin myös työnohjaukseen. Mekaanisen kunnossapidon tukena käytetään vähäisiä määriä alihankintaa päivittäiskunnossapidon toiminnan ylläpitämiseksi. Sahan kunnossapidon tukena toimii myös kunnonvalvontatiimi, joka valvoo etänä, sahan tuotantolaitteita, joihin on asennettu värähtelymittalaitteita. Kunnonvalvonta käy myös määräajoin tekemässä ennalta suunniteltuja kunnonvalvonnan kierroksia.

Kunnossapidon työvuorojärjestely on toteutettu siten, että mekaaninen kunnossapito työskentelee työaikamuodon, TAM 37/8 h mukaisesti ja sähkö- ja automaatiokunnossapito TAM 25 mukaisesti. Koska sahausosaston tuotanto pyörii TAM 25 mukaisesti, niin kunnossapidolla on tällöin erinomaiset edellytykset tehdä niin korjaavaa kuin ehkäisevääkin kunnossapitoa viikoittain, kun sahalaitteet ovat pysähdyksissä. Sahalaitoksen kuivaamo-osastolla työaikamuotona on TAM 27 ja rimoituksen, tasaamon sekä paketoinnin osastoilla vuorojärjestelmä toimii työaikamuodon TAM 35 mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että sahan muilla osastoilla tuotantokeskeytyksen edellyttämistä huoltotoimenpiteitä suoritetaan joko viikonloppuisin, yöaikaan tai lyhyiden taukojen aikana.

Sahan kunnossapidosta on ulkoistettu yksittäisiä toimialoja esimerkiksi LVI- ja kiinteistö-kunnossapito. Lisäksi viranomaisvaatimusten täyttämiseksi ulkopuolista urakoitsijaa käytetään paikan päällä tekemässä muun muassa nosturitarkastuksia ja -huoltoja. Yksittäisten laitteiden huoltoihin, jotka

edellyttävät erityisosaamista tai muutoin ei ole riittävästi resurssia käytettävissä, käytetään myös ulkopuolista resurssia. Tällaisia töitä ovat muun muassa sahan mittalaite- ja taajuusmuuttajahuollot sekä nosto-ovien huollot/korjaukset ja paketointiosaston vanteutuskoneiden huollot.

## 2.3 Työn tavoitteet ja aiheen rajaus

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena määritellä Stora Enso Oy:n, Uimaharjun sahan SAP-järjestelmässä ylläpidettäville huoltosuunnitelmille vähimmäisvaatimukset useasta eri näkökulmasta. Opinnäytetyössä tarkastellaan kriittisesti olemassa olevien ennakkohuoltojen resurssitarpeita ja syklejä. Lisäksi opinnäytetyössä pyritään löytämään tapoja resurssitarpeiden määrittelyyn sekä miettimään vaihtoehtoisia työskentelytapoja. Koska ennakkohuoltoprosessin määrittelyn yhteydessä sovitetaan usean eri toimialan erityistarpeita yhteisiksi tavoitteiksi ja pelisäännöiksi, edellyttää asioiden yhteensovittaminen erilaisia työstämistapoja eri asiantuntijoiden ja asiantuntijaryhmien kanssa.

Opinnäytetyöhön liittyy useita aihealueeseen kytkeytyviä kokonaisuuksia, joiden jokaisen perusteellinen läpikäynti ei aikataulun puolesta ole välttämättä mahdollista suorittaa tämän opinnäytetyön yhteydessä. Opinnäytetyöprosessin aikana luodaan yhdessä ennakkohuoltoprosessi, jossa kuvataan hyvällä tasolla, kuinka ennakkohuoltoja luodaan, suoritetaan ja ylläpidetään jatkossa, SAP-järjestelmän ERP-osiossa, Stora Enson Uimaharjun sahalla. Varsinainen ennakkohuoltoprosessi kuvataan lopuksi standardimaiseen-muotoon, jonka tulee palvella käyttäjiä ohjeen kaltaisesti. Itse huoltosuunnitelmien luominen ja ylläpitäminen on kuitenkin todettu olevan jatkuvaa kehittämistä, johon täytyy kiinnittää huomiota vielä ensimmäisten luotujen versioiden jälkeenkin. Lähtökohtaisesti kuvattu ennakkohuoltoprosessi määrittää perusvaatimukset, jotka toivon mukaan jalostuvat vuosien kuluessa vastaamaan vielä vahvemmin sahan käyttöomaisuuden hallinnan tarpeita.

Opinnäytetyöprosessin varhaisessa vaiheessa käytiin keskusteluja opinnäytetyötekijän ja toimeksiantajan usean eri henkilön kesken sekä pyydettiin toimeksiantajalta kommentteja aihealueeseen kytkeytyvistä kokonaisuuksista, joista itse ennakkohuoltoprosessin määrittelyyn päätyi lukujen 5.1.1 ja 5.1.8 mukaiset asiat. Alkutilanteessa oletettiin, että opinnäytetyöprosessin aikana ilmenee mahdollisesti kehitystarpeita. Niiden osalta sovittiin, että asiat listataan ja niiden vaikuttavuuden perusteella ne kirjataan opinnäytetyöhön kehitysehdotuksiksi.

Opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan laitteiden ja laitteistojen suorituskykyä ylläpitäviä menetelmiä jättäen kuitenkin pois laiteinvestointeihin ja -modernisointeihin liittyvät tekijät. Tähän ratkaisuun päädyttiin siitä syystä, että käytettävissä oleva data ei mahdollistanut laitekohtaisten, tehtyjen toimenpiteiden tarkastelua riittävällä tasolla. Ennakkohuoltoprosessin perusvaatimuksien taustalla merkittävimmäksi tekijäksi haluttiin laadulliset asiat, unohtamatta kuitenkin taloudellisia tekijöitä. Käyttövarmuuden hallinnan perusteellinen teoriapohjan käsittely ja soveltaminen jätettiin myös opinnäytetyöstä pois, sillä sen osa-alueet tulevat käsiteltävien aihepiirien sisällä riittävässä määrin sivuttua sekä tässä yhteydessä haluttiin tuoda hieman erilaisia lähestymistapoja ehkäisevästä kunnossapidosta tietoisuuteen, kuin mitä oli kohderyhmälle tullut aiemmin tutuksi.

Koska opinnäytetyö sisältää toimeksiantajayrityksen sisäiseen käyttöön luotavan ohjeistuksen, (ennakkohuoltoprosessin kuvauksen) ja aiemmin Stora Enson sisäiseen käyttöön luotuja ohjeita; sovittiin, että itse opinnäytetyö kirjoitetaan julkaistavaan muotoon ja opinnäytetyön yhteydessä luotu ohje, olemassa oleva Stora Enson sisäinen ohjeistus ja yritystä koskevat yksityiskohtaisia tietoja ei julkaista.

## 2.4 Tutkimuskysymys

Tutkimusongelmiksi opinnäytetyöhön tunnistettiin, olemassa olevien huoltosuunnitelmien sisältöjen suuri vaihtelu sekä laadullinen vaihtelu. Työnohjauksen näkökulmasta tarkasteltuna ongelmana oli myös huoltosuunnitelmien ylläpidon edellyttämä organisatorisen järjestäytymisen ja SAP-järjestelmän käytön osaamisen puute. Tiivistettynä tutkimusongelman pystyi kuvaamaan seuraavasti; Huoltosuunnitelmat tarvitsevat parannusta sekä ennakkohuoltojen kokonaisuus tarvitsee raamit. Päättökysymykseksi muodostui edellisten tutkimusongelmien perusteella;

*Miten huoltosuunnitelmia ja huoltosuunnitelmien hallintaa kannattaa kehittää käyttövarmuuden hallinnan näkökulmasta?*

Apututkimuskysymykset päättökysymyksen tueksi laadittiin seuraavanlaisiksi:

*Millaisia on tällä hetkellä ennakkohuoltoihin liittyvät toimintamallit niin investointien yhteydessä kuin päivittäiskunnossapidossakin?*

*Mistä asiakokonaisuuksista ennakkohuollot koostuvat ja mikä on niiden painoarvo?*

*Voidaanko valittua kehityssuuntaa mitata ja jos voidaan, niin millä aikajanelalla kehitystä voi olla havaittavissa?*

*Onko valituilla kehystoimenpiteillä vaikutusta kunnossapidon KPI-mittareihin?*

### **3 Kunnossapito**

Kunnossapitoa määritellään monin eri tavoin, mutta kussakin määritelmässä, on ytimessä koneiden tai laitekokonaisuuksien suorituskyvyn ylläpitäminen. Suorituskyvyn ylläpitäminen on taas kytköksissä suoraan tuotantolaitteiden toimintavarmuuteen ja valmistettujen tuotteiden laatuun. Kunnossapidon toimien vaikutus ilmenee myös turvallisuuteen sekä ympäristöön liittyvissä asioissa. Voidaankin siis todeta, että etenkin tuotantolaitoksissa, kunnossapidon rooli on varsin merkittävä tekijä yrityksen liiketoiminnan kannalta.

Kotimaisessa teollisuudessa käytetään yleisesti, kansallista standardia PSK 6201:2022, joka määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson ajan.”

SFS-EN 13306:2017, eurooppalainen standardi määrittelee kunnossapidon vastaavasti:

”Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”

Yrityksen kokonaiskustannuksia voidaan vähentää tehokkaalla kunnossapidolla, koska tuolloin voidaan olettaa, että tuotantokapasiteetti on käytettävissä silloin, kun sitä tarvitaan. Tehdäkseen voittoa, yritys käyttää kapasiteettiaan tuotteen valmistukseen määrittelemällään tavalla. Tämä selittää luotettavuuden ja kunnossapitokustannusten välistä suhdetta: keskittymällä

kokonaiskustannusten vähentämiseen ja luotettavuus heikkenee, mutta keskittymällä luotettavuuden kehittämiseen ja kokonaiskustannukset laskevat. (Palmer 2005, 3.)

”Laadukas kunnossapito on pitkällä tähtäimellä johdettua omaisuudenhallintaa. Siinä omaisuuden kuntoa ja käyttövarmuutta vaalitaan, kuntoa mitataan ja toimenpiteitä suoritetaan yksittäisen laitteen todelliseen kuntoon perustuen” (Lehtosaari, 2018).

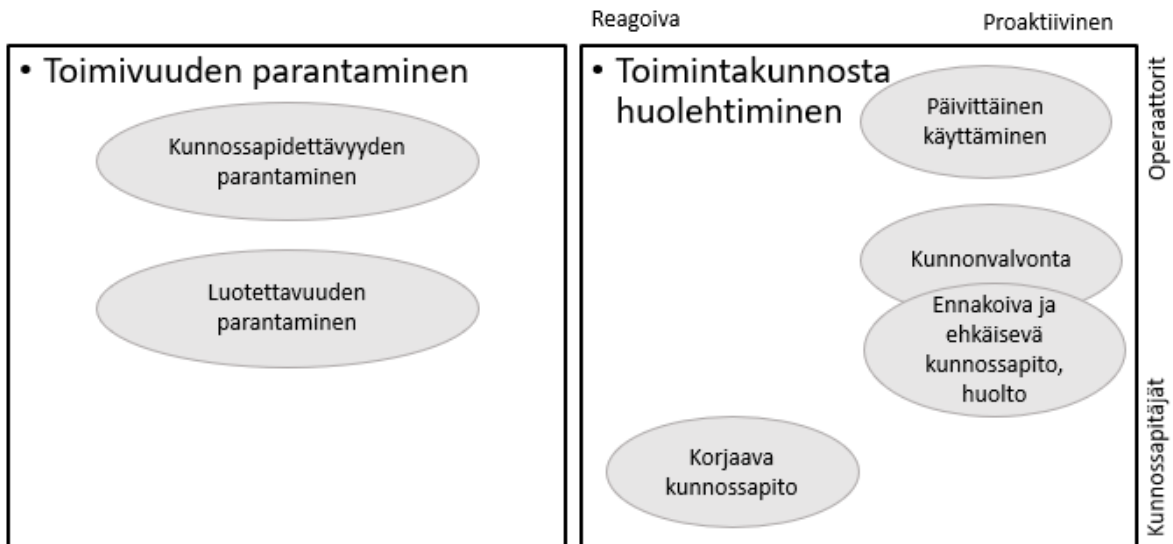
Kunnossapitotoiminta muodostaa laajan ja merkittävän toimialan, joka pitää sisällään kotitalouksien ja kuluttajien kunnossapitopalvelut, infrastruktuurin kunnossapidon, teollisuuden ja palvelutuotannon kunnossapidon sekä kunnossapidon palvelutuotteiden myynnin ja toimittamisen (kuten esimerkiksi hissien tai paperikoneiden kunnossapito niiden oheistuotteina tai itsenäisinä palvelutuotteina. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 19.)

Järviö ja Lehtiö (2012, 49) laajentavat kunnossapidon käsitettä käyttämällä termiä tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Järviön ja Lehtiön mukaan tuotanto-omaisuuden hoitaminen koostuu viidestä tekemisestä:

- huolto
- ehkäisevä kunnossapito, johon sisältyy jaksotettu kunnostaminen, kunnonvalvonta, kuntoon perustuva kunnossapito sekä ennustava kunnossapito
- korjaava kunnossapito, johon sisältyvät kunnostaminen ja korjaaminen
- parantava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen.

Järviön ja Lehtiön mallissa (2012, 15), tuotanto-omaisuuden hoitamiseen kuuluu vahvasti myös tuotannon toiminta sekä toimintaan liittyvä parantamistyö. Kuviossa 1 on esitetty, kuinka edellä mainitut tekijät sekä huolto, että kunnossapito ja korjaaminen suhtautuvat toisiinsa.





Kuvio 1. Mukaella, Järviö ja Lehtiö 2012, s. 15 kuvasta: Tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet

Tuotanto-omaisuuden hoitamisen mallissa tuotannon ja kunnossapidon tekemiset on sijoitettu samaan laatikkoon. Päivittäisen käyttämisen (käyttäjäkunnossapidon) ja korjaavan kunnossapidon väliin sijoittuu ehkäisevien toimintojen tehtäviä, joilla kuvataan tuotannon ja kunnossapidon yhteisvastuuta laitteiden toimintakunnosta huolehtimisessa.

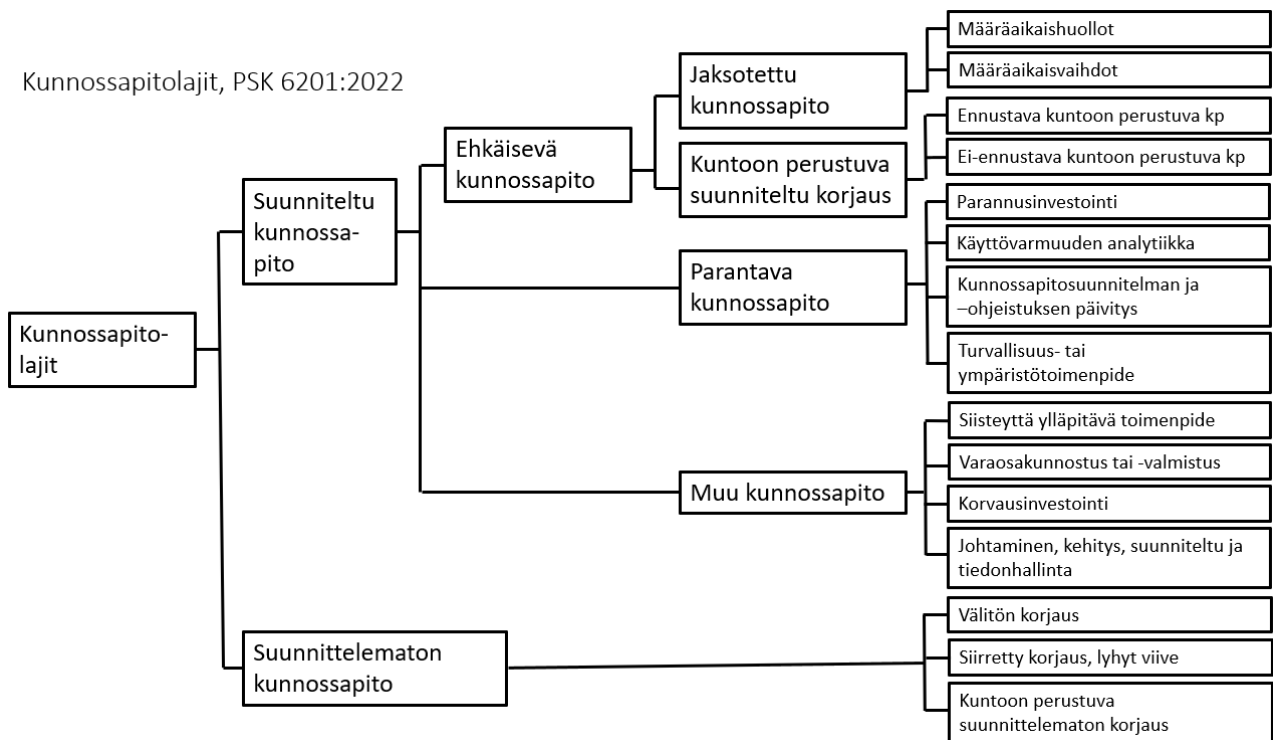
Tietojärjestelmien nopea kehittyminen ja sen tuomat mahdollisuudet ovat muokanneet kunnossapitoa kahden vuosikymmenen ajan. Aiemmin kunnossapitoa haasteena oli tiedon puute, mutta nykyhetkessä ja etenkin tulevaisuudessa haasteita asettaakin se, että kuinka kaikki kerätty data hyödynnetään. Kunnossapito muuttuukin tulevaisuudessa, nykyistä tietointensiivisemmäksi ja eri järjestelmistä saatavat data tulee avuksi tarkempaan ennustettavuuteen sekä reaaliaikaiseen päätöksentekoon.

### 3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapito mielletään pitkälti teknisten haasteiden ja erilaisten ilmiöiden ympärillä työskenteleksi ja monesti se on edelleen, vielä 2020-luvullakin, enemmän reaktiivista, kuin proaktiivista. Narayan (2012) tiivistää reaktiivisen ja proaktiivisen kunnossapidon seuraavasti: "Kun laite pysähtyy itseksensä, teemme tuolloin reaktiivista kunnossapitoa. Jos taas suunnittelemme laitteen

pysäyttämisen ja teemme työn ennaltaehkäisevin tai ennakoivin perustein, kutsumme työt proaktiiviseksi kunnossapidoksi.”

Yleisessä puhekielessä reaktiivinen kunnossapito on häiriökorjausta ja proaktiivinen kunnossapito on ennakoivaa. Lähes saman jaon mukaisesti näyttäytyvät Suomessa yleisesti käytettyjen standardien mukaiset kunnossapitolajien perustasot. Kuvassa 2 on esitetty PSK 6201:2022 mukainen malli kunnossapitolajien luokittelusta. Aiempaan standardiin, PSK 6201:2011, verrattuna lisäyksenä on tullut erittely toimenpiteistä sekä suunnitellun kunnossapidon alle lisätty kunnossapitolaji: Muu kunnossapito, joka laajentaa kaaviota vastaamaan standardin kirjallista, kuvausta, joka sisältää myös hallinnollisia sekä liikkeenjohdollisia tehtäviä. Standardin PSK 7501:2010 mukaista jaottelua kunnossapitolajeista on kuvattu liitteessä 1 ja vastaavasti standardin SFS-EN 13306:2017 jaottelua on kuvattu liitteessä 2.



Kuvio 2. PSK 6201:2022, s.40 mukainen malli kunnossapitolajien luokittelusta

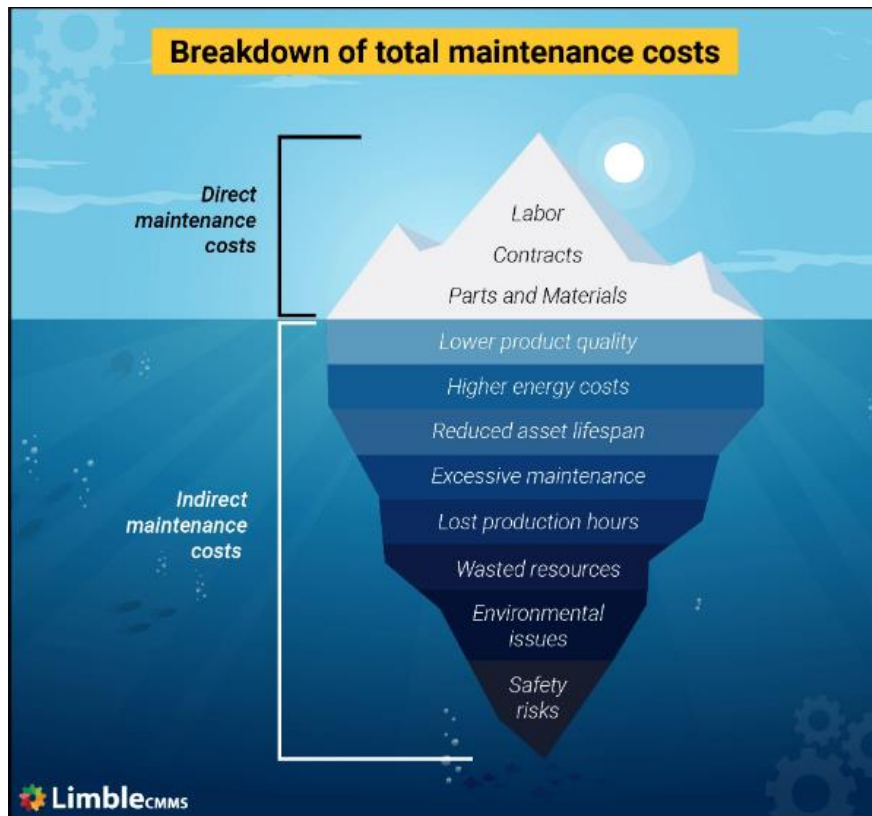
Kunnossapito ei ole pelkästään vain suorittavaa ja reagoivaa korjaustoimintaa vaan ennakoivaa, parantavaa, poikkitieteellistä, vaativaa ja menetelmäorientoitunutta, suunnittelu-, toteutus ja kehittämistoimintaa (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 22).

Kunnossapitolajien jaottelu auttaa organisaatioita tunnistamaan tehtäviä ja kehittämään kunnossapitoa. Kunnossapitolajien mukainen raportointi luo yrityksen hallinnolle edellytykset tarkastella toimintaa yksityiskohtaisemmin. Kunnossapitotoiminnot saavat käytössä olevien kunnossapitolajien ja tapahtumien luokittelujen kautta edellytykset tarkastella tekemiään kunnossapitotoimia eri näkökulmista.

Tuotantoyritykset ovat tyypillisesti hoitaneet itse prosessiensa ja laitteidensa kunnossapidon. Prosessin keskeytyessä tai asiakkaalle tehtävän toimituksen viivästyessä havaitaan usein, että kyse on joko vikaantumistilanne tai tietoisesti otettu riski. Tällöin kunnossapidon rooli on muodostunut merkittäväksi ja yrityksen toiminnan kannalta strategiseksi. Edellä mainituissa tapauksissa paikallisen kunnossapidon tarpeellisuus havaitaan jo pelkästään sen reagoit nopeuden ja paikallistunte muksen vuoksi. Myös laitevalmistajat tuntevat usein laitteensa ja niissä käytetyt teknologiat laitteiden käyttäjiä paremmin. Ennakoinnin mahdollisuudet ja paikoin jopa hetkellisten vikaantumisten reagoit tarpeet ovat parantuneet digitaalisuuden myötä, joka on taas vaikuttanut siihen, että etäseuranta ja -ohjaus ovat tuoneet mahdollisuuksia laitevalmistajien palvelullistamiselle. Palvelullistamisessa laitevalmistajien tietämys omista laitteista ja niiden teknologioista voisi tuottaa mahdollisesti hyötyjä tuotantoyritykselle, kun laitevalmistaja tuottaisi laitteidensa kunnossapidon omana palvelunaan. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 33.)

### **3.2 Kunnossapidon kustannukset**

Mobleyn (2005, 7) mukaan kunnossapito-organisaation tulisi toteuttaa sellaisia toimia, jotka kasvattavat tuotanto-omaisuuden käyttöikä, joka on yksi keino pienentää kunnossapidon kustannuksia. Kuviossa 3 Christiansen (2011) esittää kunnossapitokustannusten kahtiajakoa, jossa kunnossapidon kustannukset on jaettu välittömiin ja välillisiin kustannuksiin, välillisten kustannusten kokoluokan ollessa huomattavasti välittömiä kustannuksia suurempi. Kuviosta 3 voidaan todeta, että useisiin kunnossapitokustannusten komponentteihin voi olla kytköksissä myös tuotanto-organisaation toiminta, esimerkiksi heikkolaatuisina tuotteiden valmistamisen osalta.



Kuvio 3. Kunnossapidon kustannusten jakautuminen välittömiin ja välillisiin kustannuksiin (Christiansen, 2021)

Myös Järviö ja Lehtiö (2012, 180–181) jakavat kunnossapidon kustannukset välittömiin ja välillisiin sekä tuovat näiden lisäksi esiin aineettomat menetykset/kustannukset eli epäkäytettävyysskustannukset. Epäkäytettävyysskustannuksia Järviö ja Lehtiö eivät käsittele varsinaisina kunnossapidon kustannuksina, vaan katsovat niiden kuuluvan johtamisen toiminnanohjauksen -alueelle.

Välittömät kunnossapidon kustannukset ovat tavanomaisesti helposti mitattavia lukuja, jotka rakentuvat tekemisestä (työstä, varaosista, alihankinnasta ja kiinteistökuluista). Välilliset kunnossapidon kustannukset taas ovat vaikeasti kohdistettavissa kunnossapidon toiminnoille ja niitä on hankala mitata. Niihin kuuluu esimerkiksi kasvaneet elinaikakustannukset tuotantolaitteilla, tuotannon huono laatu tai ylimitoitettu käyttöomaisuus (esim. koneet ja rakennukset). Kunnossapidon välilliset kustannukset ovat välittömiä kustannuksia suurempia, joten niihin kohdistetut säästötoimenpiteet ovat tyypillisesti suurempia, kuin välittömiin kustannuksiin kohdistetut toimenpiteet. (Järviö & Lehtiö 2012, 180–181.)

Aineettomilla kustannuksilla ja menetyksillä käsitetään muita seurauksia, joilla on suora vaikutus toimintaan. Luotettavan toimijan maineen menettäminen vaikeuttaa kaupankäyntiä ja yrityksen imago kärsii. Vastaavasti yrityksen sisäiset vaikutukset voivat näyttäytyä positiivisesti työskentelymotivaatiossa, joka taas vaikuttaa myönteisesti oppimiseen, suorittamiseen sekä työturvallisuuteen. Kunnossapidon on huomioitava toiminnassaan myös aineettomat menetykset, jotka toimivat nykyisin myös yritysten välisinä kilpailutekijöinä. (Järviö & Lehtiö 2012, 181.)

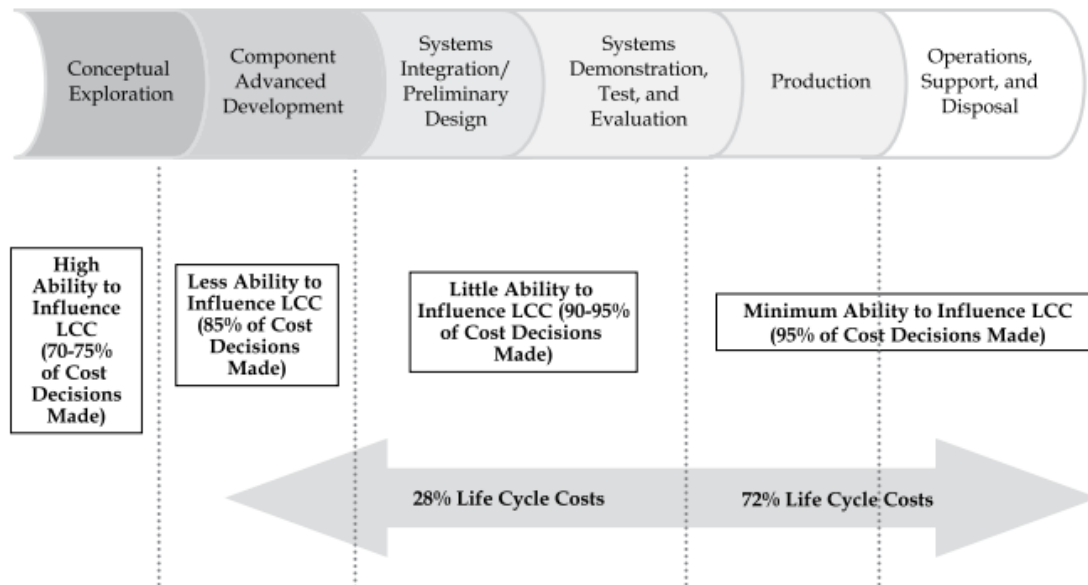
Tyypillisesti kunnossapidon kustannusosuus yrityksen liikevaihdosta on valmistavassa teollisuudessa 5 %:n luokka, mutta sen vaihteluväli on pääasiassa kuitenkin 2...10 %:n välillä. Kunnossapidon kustannukset suhteessa yrityksen kokonaiskustannuksiin tai liikevaihtoon eivät kuitenkaan mittaa kunnossapidon tehokkuutta. Kunnossapitokustannusten merkitys organisaatioiden toiminnassa vaihtelee paljonkin eri toimialojen sekä yritysten kesken ja se on hyvinkin toimintaympäristöstä ja teknologiasta riippuvaista. On luonnollista, että organisaatioiden johto osoittaa kiinnostustaan kunnossapidon kustannuksiin. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 27.)

### 3.3 Elinjaksokustannukset

Kansainvälinen standardi ISO 15288:2015 tiivistää järjestelmän elinkaaren määritelmän seuraavasti: Elinkaari voidaan kuvata abstraktilla mallilla, joka kuvaa järjestelmän tarpeen käsitteellistämistä, sen toteuttamista, kehittämistä ja hävittämistä. Kirjallisuudessa ja yleisissä keskusteluissa termeillä elinkaari ja elinjakso tarkoitetaan samaa asiaa. Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä elinjakso ja koska on tarkoitus tarkastella elinjaksoa kustannusten syntyperän näkökulmasta, niin käytetään termiä elinjaksokustannus.

Elinjaksokustannuksilla tarkoitetaan tuotteen, koko sen käyttöiän aikaisia kustannuksia, jotka syntyvät aluksi esimerkiksi tutkimuksesta tai suunnittelusta, myöhemmin valmistamisesta, käytöstä sekä kunnossapidosta ja lopuksi käytöstä poistamisesta. Tyypillistä on, että merkittävä osuus tuotteen kustannusvaikutuksista määritellään elinjakson varhaisissa vaiheissa tehdyillä ratkaisuilla. Kuviossa 4 on esitetty Farrin ja Faberin elinjaksokustannusmalli, jossa jo konseptivaiheessa päätetään tuotteen elinjaksokustannuksista  $\frac{3}{4}$ -osuus. Mitä pidemmälle tuotteen suunnittelu etenee, niin sitä pienemmäksi vaikutusmahdollisuudet käyvät elinjaksokustannusten näkökulmasta katsottuna. Farrin ja Faberin mukaan tuotteen valmistus-, tuotanto- ja käytöstäpoistovaiheessa vaikutusmahdollisuus elinjakson kokonaiskustannuksiin on enää vain viiden prosenttiyksikön luokkaa, mikä

käytännössä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kunnossapidollisten toimien vaikutus tuotteen koko elinjakson kustannuksiin on Farrin ja Faberin mallin mukaan häviävän pieni. (Farr & Faber, 2018, 14).



Kuvio 4. Järjestelmien elinkaaren aikaisen hankintaprosessin aikana syntyneet ja sidotut kustannukset (Farr & Faber. 2018, 14)

Kuviossa 4 on esitetty nuolien avulla käännepistettä, jossa elinjakso-kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus käytännössä häviää. Samassa käännepisteessä Farr ja Faber (2018, 14) esittävät teorian mukaan, että enemmän kuin  $\frac{1}{4}$ -osa tuotteen elinkaarikustannuksista olisi vasta käytetty ja noin  $\frac{3}{4}$ -osaa on käytännössä kohdentumassa niin kutsutun omistamisvaiheen kustannuksiksi. Yleisissä teollisuuden projekteihin liittyvissä keskusteluissa puhutaan karkeasti 20/80-jaosta, jolla kuvataan suunnitteluvaiheeseen ja rakentamis-/käyttövaiheeseen sitoutuneita kustannuksia.

Huomioitava on, että tuotteiden elinjaksojen aikana eri toimijoille syntyvät kustannukset ovat pitkälti tapauskohtaisia ja varsin monimuotoisia (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 43). Yksi merkittävimmistä haasteista, jonka insinöörit kohtaavat on se, että tuotekehityksen alkuvaiheessa kustannusnäkökohdat jätetään usein vähälle huomiolle tai niitä vähätellään suorituskykyyn liittyvien tekijöiden hyväksi. Tämän tyyppinen suuntaus voi johtaa kustannusten ylittymiseen ja pahimmassa tapauksessa hankkeen epäonnistumiseen. Insinöörien tehtävälisterille kuuluu

huolehtia ja varmistaa suunnittelutekijät, jotka esitetään tuotteen elinjakson alkuvaiheessa ennen varsinaisten kustannusten toteutumista, jotka sisältävät taloudelliset tekijät tuotteen elinjakson käyttö- ja kunnossapitovaiheeseen. (Farr & Faber 2018, 14.)

### **3.4 Kunnossapidon toiminnanohjaus**

Tuotannonohjauksessa ja kunnossapidon toiminnanohjauksessa on peruseriaatteiltaan paljon yhteisiä tekijöitä. Molemmat ovat taustoiltaan prosesseja, joissa suunnitellaan, organisoidaan, ohjataan ja valvotaan erilaisia toimintoja. Niissä yhdistetään ja muunnetaan käytettäviä resursseja organisaatioiden omissa osajärjestelmissään lisäarvoa tuottaviksi tuotteiksi, hallitusti ja sovittujen organisaation toimintaperiaatteiden mukaisesti. (Kumar & Suresh 2008, 7.)

Kunnossapidon toiminnanohjauksessa fokuksessa on ensisijaisesti laitteet, joita käytetään tuotantolaitoksessa valmistettujen tuotteiden arvon lisäämiseen. Etenkin massatuotantolinjoilla, laitteet, koneet ja järjestelmät on pidettävä aina mahdollisimman hyvässä käyttökunnossa, jottei pääse syntymään liiallisia seisokkeja ja tuotantokatkoksia. Muutoin laitteiden heikko käyttövarmuus johtaa laadullisiin ongelmiin. Näin ollen on välttämätöntä pitää tuotantolaitteita optimaalisessa toimintakunnossa. (Kumar & Suresh 2008, 205–206; Mobley 2004, 6–7.)

Resurssien tehokas käyttö on toinen kunnossapidon toiminnan ohjauksen päämääristä. Kunnossapito-organisaatiolla on valvottavanaan merkittävä osa koko toiminnan budjetista. Lisäksi huomattava osuus koko tuotantolaitoksen työvoimabudjetista kuuluu kunnossapidolle. Tämän lisäksi kunnossapito hankkii ja hyväksyy ulkoisen työvoiman. (Mobley 2004, 7.)

Tuotantolaitteiston käyttöiän optimointi kustannustehokkaasti on myös kunnossapidon tehtävä. Kunnossapidon toiminnanohjauksen tulisi toteuttaa erilaisia toimia, jotka jatkavat tuotantolaitteiden käyttöikä. Samalla kunnossapidolla tulee olla edellytykset reagoida nopeasti äkillisiin ja odottamattomiin tapahtumiin, sillä kaikkia katastrofaalisia vikoja ei voi välttää. (Mobley 2004, 7.)

Lisäksi kunnossapidon toiminnanohjaus hankkii valtavia määriä varaosia, korjausosia ja korvaavia laitteita. Varaosavarastojen vähentäminen tulisi olla korkealla kunnossapitotoiminnan tavoitteissa huomioiden se, että varaosavarastojen vähentäminen ei vaaranna muiden kunnossapidon tavoitteiden saavuttamista. Saatavilla olevien, erillisten kunnossapitotekniikoiden avulla,

kunnossapidolla on edellytykset arvioida ja ennakoida laitteiden sekä osien tarvetta ja hankkia niitä oikea-aikaisesti ja tarpeen mukaan. (Mobley 2004, 7.)

Nykyaikaisen kunnossapidon toiminnanohjauksen työkaluina toimivat EAM-, ERP- ja CMMS-järjestelmät, joihin on tallennettu tuotantolaitteisiin liittyvää tapahtumahistoriaa ja kustannustietoa sekä kunnossapito-organisaation työtilaukset, materiaali- ja resurssiseuranta sekä hankinnat (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 129–130). Edellä mainittujen tietojärjestelmien ja erilaisten menetelmien avulla kunnossapidon toiminnanohjaus pyrkii huolehtimaan siitä, että käytettävä resurssi on suorittamassa suunnitelmien mukaisia tehtäviä oikea-aikaisesti, oikein valituilla työmenetelmillä ja työvälineillä sekä parhaimman tietämyksen mukaan valituilla kohteeseen sopivilla korjausosilla.

### **3.5 Käyttäjäkunnossapito**

Käyttäjäkunnossapito käsittää tuotannon operaattoreiden tekemät pienet kunnossapitotyöt tuotantolaitteille. Useat tutkimukset osoittavat, että yli 40 % tuotannon häiriöistä on käyttäjävirheistä tai sopimattomista käyttöolosuhteista johtuvia. Edellä mainittujen vikojen lisäksi ne viat, joita tuotantolaitteet itse aiheuttaa virheellisen suunnittelun vuoksi voidaan minimoida, mikäli operaattoreilla on ymmärrys siitä, kuinka laitteen käyttäytyminen ja kuinka laitetta käytetään, vaikuttavat laitteen kokonaissuorituskykyyn. Operaattoreiden tulisi kokea käyttäjäkunnossapidon konseptissa vastuuta ja omistajuutta, kun he tarkastelevat laitteen toimintaa valvomosovelluksesta ja työskentelevät useita tunteja työvuoron aikana laitteen lähellä tarkastellen, kuunnellen, haistellen ja tunnustellen laitteen toimintaa. Tällöin operaattorit voivat aistia, jos joku on pielessä tuotantolaitteen osalta. (Gulati 2021, 252–264.)

Optimaalisesti toimiessaan käyttäjäkunnossapito vapauttaa varsinaisen kunnossapitohenkilöstön käyttämään aikaa enemmän lisäarvoa tuottaviin toimintoihin ja teknisempiin korjaustehtäviin niin sanotun tulipalojen sammuttelun sijasta. Käyttäjäkunnossapidon konseptin mukaan operaattorit ovat vastuussa laitteidensa kunnossapidosta ja varsinainen kunnossapito-organisaatio käy tekemässä korjaavia toimenpiteitä laitteille. (Gulati 2021, 252–258.) On kuitenkin huomioitava, että mikäli operaattoreiden toimenkuviin ei ole aiemmin liittynyt muita, kuin esimerkiksi tuotantotilojen siisteyteen kohdennettavia työtehtäviä, niin ammatillisen osaamisen kartuttaminen siihen pisteeseen, että operaattorilla on edellytykset suorittaa omatoimisesti säätötoimenpiteitä tai



yksinkertaisia korjaustoimenpiteitä, joita aiemmin on tehnyt kunnossapitoasentaja, on pitkä matka. Toisaalta, mikäli operaattoreiden toimenkuviin ei ole aiemmin kuulunut kunnossapidolliset tehtävät on esimerkiksi laadukkaiden työtoimeksiantojen luomisen opettelu olemassa olevaan toiminnanohjausjärjestelmään jo liike kohti käyttäjäkunnossapitoa.

### **3.6 Kunnossapidon mittarit**

PSK 7501:2010 on kansallinen standardi prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvuista, jota käytetään kunnossapitotoiminnan arviointiin ja vertailuun. Standardista voidaan valita yrityksen kunnossapitotoiminnan mittaamiseen tunnusluvut. Standardi käsittelee kunnossapitotoimintaa ensisijaisesti prosessiteollisuuden näkökulmasta, mutta sen käyttö on mahdollista muillakin teollisuuden aloilla. (PSK 7501:2010, 2.)

Järviö ja Lehtiö (2012, 132) toteavat, että tuotanto-omaisuuden hallinnan kannalta on tärkeitä mitata toimivan laitteen toiminnan tehokkuutta, esimerkiksi laitteen tuotantotehokkuudesta tai tuotantoajoista. Mikäli toimivan laitteen toiminnan tehokkuus ei ole nimellisen tehon suorituskyvyn tasolla, on mahdollista, että laitetta ei käytetä tiedostaen tai tiedostamatta oikein tai siinä on vika (Järviö & Lehtiö 2012, 132). Samankaltaista analogiaa on sovellettavissa myös muihin toiminnan tehokkuutta toteaviin mittareihin.

#### **3.6.1 KPI-mittarit**

Kunnossapidon tunnusluvut saadaan yrityksen eri tietojärjestelmiin kerätyistä tiedoista, jotka laskennan kautta muodostetaan indikaattoreiksi ilmaisemaan, kuinka hyvin asetetut tavoitteet on saavutettu. Kaikki tunnusluvut eivät ole peräisin kunnossapitojärjestelmästä vaan merkittävimmät lähtötiedot saadaan esimerkiksi kustannuksista, pääomista ja kustannusryhmien välisistä suhteista. Kunnossapidon tunnusluvuissa on olennaista, että ne ovat niin konkreettisia, että kaikilla organisaatiotasolla on mahdollista seurata kunkin henkilökohtaisen työpanoksen vaikutusta tulokseen. (Koistinen, Kunnossapidon vuosikirja 2022, 62.)

KPI-mittareiden määrittely tulisi aloittaa yrityksen organisaation ylimmältä tasolta. Sen jälkeen määrittelyn tulisi jatkua organisaatiotasojen lävitse siten, että kullakin tasolla on omat mittarinsa ja kunkin tason mittarit voidaan yhdistää. Tyypillisesti KPI-mittareita määriteltäessä varmistetaan,

että onhan haluttu suure mitattavissa, esitettävissä ja johdettavissa. (Levitt 2011, 217–218, Wireman 2005, 207.) Gulati (2021, 391) esittää kuitenkin edellä mainitun kolmen pääasian lisäksi kolme muuta kriteeriä, jotka olisi syytä ottaa huomioon kunnossapidon KPI-mittareita valittaessa:

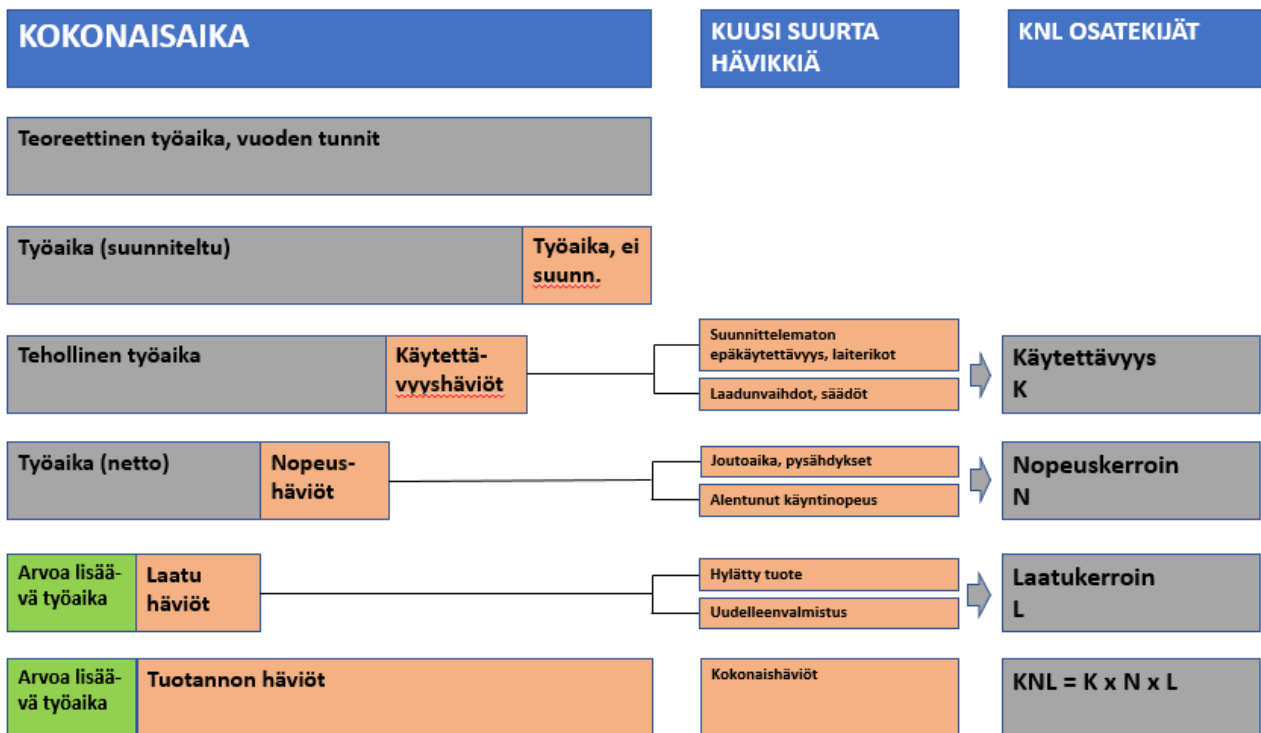
1. ”Tehokkuuden mittareiden tulisi kannustaa oikeanlaiseen käyttäytymiseen.
2. Niiden tulisi olla vaikeasti manipuloitavia ”näyttämään hyvältä”.
3. Niiden mittaaminen ei saisi edellyttää paljoa vaivaa”.

Koska KPI-mittareiden tulee pystyä indikoimaan onnistumista, on tärkeätä, että ne saavat erityis- huomiota organisaation muutoksessa. Lisäksi valittuja päämittareita tulisi olla käytössä kerrallaan vain rajallinen määrä, jotta ohjaava vaikutus pysyisi valituissa asioissa.

Mittareista on totuttu sanomaan yleisesti, että ”Sitä saat, mitä mittaat”, mutta oikein käytettyinä ja harkiten valittuina mittarit toimivat erinomaisina kunnossapidon työkaluina.

### **3.6.2 Tuotannon kokonaistehokkuus, KNL**

Tuotannon kokonaistehokkuus KNL (eng. Overall Equipment Effectiveness, OEE) on yleisesti käytetty KPI-mittari, jonka lukuarvon avulla on havainnollistettavissa, että kuinka hyvin teoreettisesta kapasiteetista tuotantolinja suoriutuu (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 41). Kuviossa 5 on esitetty KNL-luvun määriteelmän perusteet ja kuusi suurta hävikkiä, jotka ovat peruste KNL-luvun osatekijöille.



Kuvio 5. Muka-elma kokonaistehokkuus ja kuusi suurta hävikkiä (Ahonen, T. Hanski, J., Uusitalo, T., Vainio, H., Kunttu, S., Valkokari, P., Kortelainen, H. & Koskinen, K. 2018, 11)

Kunnossapidon toimet vaikuttavat pääosin käytettävyyteen laitevikojen kautta, mutta nykyisin on ryhdytty ottamaan käytettävyyden laskennassa mukaan myös suunniteltu kunnossapito. Suunnitellun kunnossapidon huomioimisella ohjataan kunnossapito ja käyttöorganisaatio työskentelemään saman tavoitteen eteen. Lisäksi KNL-tasoon vaikuttaa myös käyttötoimintojen edellyttämät eri asetusten muutokset, tuotantolaitteiden puhdistaminen sekä eri syistä johtuvat laadunvaihdut. Edellä mainittujen asioiden lisäksi kokonaistehokkuutta voidaan parantaa vähentämällä tuotantolaitteiden epäkäytettävyysaika sekä nopeudesta että laadusta johtuvia menetyksiä. (Tietämysperusteinen elinjaksen hallinta 2021, 42.)

KNL-luku on armoton kertomaan kokonaistehokkuudesta. Alla yksinkertaistettu esimerkki, jossa käytettävyyteen vaikutetaan kunnossapidollisten toimien kehittämällä.

Alkutilanne:

Nopeuskerroin ja laatukerroin ovat hyvällä tasolla, mutta käytettävyys on alhainen johtuen jatkuvasti ja yllättäen tulevista häiriöistä. KNL-luku on tällöin 59,9 %.

*Käytettävyys (K) 70% x Nopeuskerroin (N) 95% x Laatukerroin (L) 90% = KNL 59,9%*

$$K = \frac{\text{käyntiaika}}{\text{käyntiaika} + \text{seisokkiaika}}, N = \frac{\text{tehty tuotanto}}{\text{nimellistuotantokyky} \times \text{käyntiaika}}, L = \frac{\text{tuotantomäärä} - \text{hylky}}{\text{tuotantomäärä}}$$

Muutos:

Kunnossapito kehittää toimintaa kohdistamalla ehkäisevän kunnossapidon toimia jaksotettuihin huoltoihin, jolloin käytössä olevan tuotantolaitteiston tilannekuva paranee kunnossapidon osalta ja osapuolet voivat olla vakuuttuneita siitä, että laitteiston huoltotoimenpiteitä vaatimat kohteet on suoritettu oikein. Toimenpiteet johtavat siihen, että käytettävyyden voidaan katsoa kasvaneen kymmenen prosenttiyksikköä. Nopeuskertoimessa tapahtui pieni muutos alaspäin, uusien työntekijöiden laiteperehdytysten vuoksi, mutta laatukerroin pysyi ennallaan. KNL-lukua onnistuttiin kasvattamaan kuitenkin seitsemän prosenttiyksikköä ja tilanne paranee edelleen, kun uudet työntekijät on perehdytetty laitteiston käyttöön

*Käytettävyys (K) 80% x Nopeuskerroin (N) 93% x Laatukerroin (L) 90% = KNL 67%*

Kunnossapidon toiminta vaikuttaa myös laadullisiin tekijöihin huolehtimalla, että mittalaitteet toimivat oikein. Voidaankin siis todeta, että oikein mitoitettulla ja suunnitellulla kunnossapidolla on vahva vaikutus tuotantolaitoksen kapasiteettiin ja lopputuotteiden laatuun (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 42).

### 3.7 Kunnossapitostrategia

Gulatin (2021, 30) mukaan strategia on toimintasuunnitelma, jossa asetetaan suuntaviivoja resursien käytölle erilaisten ohjelmien, projektien, menetelmien ja käytäntöjen kautta sekä myös organisatorista suunnittelua, että suorituskykystandardin määrittelyä. Tyypillisesti yrityksen strategia

rakentuu yrityksen visiosta ja missiosta ja siinä kuvataan hyvin laajasti, kuinka yritys vastaa markkinoihin ja samalla markkina-alueella toimiviin kilpailijoihin. Yrityksen tavoitteiden ja toimintasuunnitelmien tulisi pohjautua yrityksen strategiaan siinä muodossa, että ne ovat merkittävästi strategiakuvausta yksityiskohtaisempia sekä realistisia.

Kunnossapitostrategia on termi, joka sisältää tuotantoyrityksessä erilaisia tavoitteita ja toimintasuunnitelmia, jotka tulee olla linjassa tuotantoyrityksen ylemmän strategiantason ja vähintäänkin yhdenvertainen tuotantostrategian kanssa. Kunnossapitostrategian rakentumiseen vaikuttaa vahvasti muun muassa yrityksen kunnossapidolliset tarpeet, kunnossapidettävän laitteiston ikä, organisaation rakenne, resurssien määrä ja osaamisen taso. Standardin PSK6201:2022 mukaan kunnossapitostrategia sisältää liikkeenjohdollisia keinoja, joiden avulla kunnossapidolliset tavoitteet saavutetaan.

Kunnossapidon vuosikirjassa (2022, 33) kuvataan kunnossapidon merkitystä tuotantoyrityksen suorituskyvyn ja laadun ylläpitäjänä, joka korostaa kunnossapitostrategian tärkeyttä yrityksen toiminnassa. Kunnossapito huolehtii osaltaan, että koko tuotantokapasiteetti on käytettävissä ja laitteistolla on edellytykset tuottaa tuotteita, toivotulla volyymilla ja laatutasolla. Kunnossapidon toiminnot reagoivat vikatilanteissa, joissa vikojen nopea korjaaminen ja täsmällinen vian syiden tunnistaminen vaatii teknistä ongelmanratkaisutaitoa. Varautuminen tulevaan ennakoivilla/määräajoin tehtävillä toimenpiteillä sekä laitevaihoilla kunnossapidon toiminnot varmistavat, että tuotantoprosessit toimivat. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 33.)

Kunnossapitostrategiaan liittyy olennaisena osana toimintaa ohjaavia erillisiä menetelmiä, jotka tunnetaan monesti käsitteinä, mutta niiden toimintaa ohjaava vaikutus jää monesti varsin vaisuksi. Oikein ja huolellisesti hyödynnettynä menetelmät auttavat päivittäiskunnossapitoa kohti suunnitelmallisempaa toimintaa ja helpottavat myös yritysjohtoa päätöksenteossa. Tämän luvun alaotsikoissa on esitelty joitakin yleisesti tunnettuja menetelmiä ja käsitteitä, joita voidaan soveltaa osana tuotantoyrityksen kunnossapitostrategiaa ja joista muutamaa hyödynnetäänkin Stora Enso Oy:n tuotantolaitoksilla.

### 3.7.1 Luetettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM

RCM-menetelmässä vaikutetaan prosesseihin, joissa epäluotettavuus aiheuttaa riskejä. Siinä pitäydään tarkasti kunnossapitotarpeen määrittämisessä sekä kunnossapitotehtävien valinnassa. TPM-menetelmä, jota kuvataan tarkemmin luvussa 3.7.2, sisältää enemmän tiimityöskentelyä kunnossapidon ja tuotannon välillä, josta voidaan todeta, että nämä kaksi menetelmää täydentävät paikoin toisiaan. Olennaista RCM-menetelmän käytölle on, että laitteet ja prosessit tunnetaan niin hyvin, että niille voidaan valita sopivin kunnossapitostrategia. RCM-menetelmän periaatteiden mukaisesti kunnossapito on mahdollista suunnitella toimimaan kustannustehokkaasti missä tahansa teollisuuslaitoksessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 161).

Luotettavuuskeskeisessä kunnossapitomenetelmässä käydään läpi kaikki tuotantolaitoksen prosessit sekä laitteet ja asetetaan ne tärkeysjärjestykseen. Kun kaikki prosessit ja laitteet on selvillä, siirytään tutkimaan laitteiden vikaantumismalleja ja vikaantumisten seurauksia sekä seurausten vakavuutta. Tällä tavoin luodaan laitteille kriittisyysjärjestys, jonka perusteella tutkitaan laitekohtaisesti kunnossapitokeinot ja niiden tarpeellisuus. Kun edellä mainittu prosessi on käyty lävitse, on luotu mahdollisuus määrittää tuotantolaitoksen kunnossapito-ohjelma. (Järviö & Lehtiö 2012, 161.) Järviö ja Lehtiö (2012, 163) tiivistävät Moubrayn (1997) aineistosta RCM menetelmän päämäärät selkeäksi kokonaisuudeksi:

- *”Priorisoidaan prosessien laitteet, ja näin kohdistetaan kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaisimmat priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset ja laatu*
- *Selvitetään laitteiden vikaantumismekanismit ja näin luodaan pohja oikeiden, tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle*
- *Saatetaan kunnossapidon piiriin myös sellaiset raja- ja turvalaitteet, jotka prosessiin toimiessa ovat ”passiivisia”*
- *Laaditaan sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä.*
- *Opetetaan koneiden käyttöhenkilökunta seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.*
- *Luodaan edellytykset analysoida kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta sekä laitteiden luotettavuutta”.*

RCM on siis prosessi, jota käytetään sen määrittämiseksi, että mitä on tehtävä, jotta tuotantolaite tekee edelleen sen, mitä käyttäjät haluavat sen tekevän nykyisessä toimintaympäristössä Moubray (1997, 7). On tärkeätä muistaa, että vikaantumista ei ole aina mahdollista välttää, mutta niiden seuraukset ovat vältettävissä (Järviö & Lehtiö 2012, 164). Jotta näin on mahdollista tehdä, esittää Moubray (1997, 7) seitsemän kysymystä, jotka tulee käydä lävitse jokaisen laitteen kriittisyysarviointin yhteydessä.

- *”Mitkä ovat laitteen toiminnot ja niihin liittyvät suorituskykystandardit sen nykyisessä toimintaympäristössä?*
- *Millä tavoin se ei täytä tehtäviään?*
- *Mikä aiheuttaa kunkin toiminnallisen vian?*
- *Mitä tapahtuu kunkin vian sattuessa?*
- *Mitä on tehtävissä kunkin vian ennakoimiseksi tai estämiseksi?*
- *Mitä täytyisi tehdä, jos sopivaa ennakoivaa toimenpidettä ei löydetä? (Moubray 1997, 7)”.*

RCM-metodin periaatteet ovat peräisin 1950-luvulta. Menetelmä itsessään on kehittynyt vuosien saatossa vastaamaan sen hetkistä kunnossapidon sukupolvea, aina toisesta kunnossapidon sukupolvesta (ennakoiva kunnossapito), kolmanteen sukupolveen (proaktiivinen kunnossapito) ja nykyiseen eli neljänteen kunnossapidon sukupolveen (ehkäisevän analytiikan kunnossapito). (Järviö & Lehtiö 2012, 162; Basson 2018, 25). Järviön ja Lehtiön (2012, 162) mukaan metodi on todettu usein kalliiksi ja raskaaksi, sillä siinä ei oleteta asioita, vaan kaikki tapaukset tutkitaan. Moubray (1997, 19) kuitenkin toteaa, että metodia käyttäen rutiininaiset työt vähenevät 40...70 prosenttisyyskikköä vuositasolla, sillä tehdyt kunnossapito kohdentuu sinne, mistä siitä saavutetaan suurin taloudellinen hyöty.

### **3.7.2 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, TPM**

TPM (eng. Total Productive Maintenance) on omaisuudenhallintamenetelmä, jossa korostetaan tuotannon ja kunnossapidon välistä yhteistyötä. Sen tavoitteena on nolla vikaa, nolla rikkoontumista, nolla onnettomuutta ja työpisteiden hyvä järjestys. Kunnossapidon näkökulmasta siinä luodaan tuotannon laitteille optimaaliset olosuhteet toimia ja pidetään huoli, että saavutettu taso ei laske. TPM sitouttaa kaikki organisaation tasot, lattiatasolta aina johtajiin saakka erilaisilla toimilla,

maksimoidakseen tuotantolaitoksen kokonaistehokkuutta. Kunnossapidon rooli TPM:ssä on suorittaa tuotantolaitteille isot korjaukset sekä elintärkeät huoltotoimenpiteet, kun taas käyttöhenkilökunta vastaa henkilökohtaisesti ja suoraan laitteiston kunnosta. (Järviö & Lehtiö 2012, 143–144; Gulati 2021, 259–260).

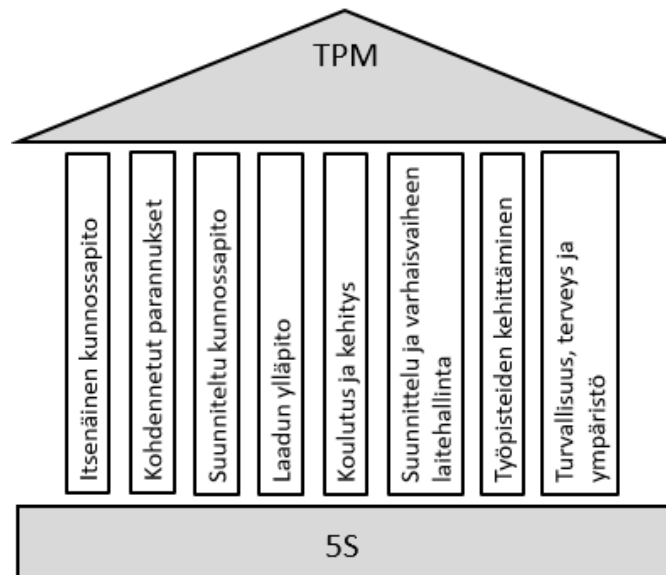
Motivoitunut käyttöhenkilökunta on avaintekijä TPM:ssä. Koska jokainen yritys on erilainen (esim. erilaiset kulttuurit, johtamisjärjestelmät, ihmisten tapa suhtautua asioihin) edellyttää TPM-menetelmän käyttö yrityskohtaista ja yksilöityä soveltamismallia. Perinteiseen ajatustapaan nähden, jossa kunnossapito-osasto hallinnoi yrityksen kunnossapito-ohjelmia, TPM:ssä käyttäjillä on valtuudet aloittaa tuotantolaitteissa korjaavat toimenpiteet, jolloin myös vahva johtajuus ja tuki on tarpeen positiivisen työkuultuurin sekä ympäristön luomisessa. (Gulati 2021, 259–262). Levitt (2011, 111) korostaakin kirjoituksissaan, että TPM:n käyttöönotossa jopa vankimmat ammattiyhdistykset joutuvat irrottautumaan menneisyydestään ja omaksumaan ajatuksen siitä, että vihollinen on markkinoilla, eikä johtajissa.

Gulatin (2021, 260) mukaan kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito perustuu seuraaviin periaatteisiin:

- *”omaisuuden ja laitteiden tehokkuuden parantaminen*
- *käyttäjien itsenäinen kunnossapito*
- *huollot, säädöt ja pienet korjaukset*
- *kunnossapito-osaston suorittama suunniteltu kunnossapito*
- *koulutus ja perehdytys käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittämiseksi*
- *työpisteiden hyvä järjestys, mukaan lukien menettelyjen ja siisteyden standardointi.”*

Gulati (2021, 263) esittää, että TPM perustuu 5S:n päälle ja rakentuu 8:sta pilarista, kuvion 6 mukaisesti.





Kuvio 6. Mukaelma kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon pilareista (Gulati 2021, 263).

TPM pilareiden ja 5S perustuksen sisältämät toimenpiteet voidaan tiivistää seuraavalla tavalla:

#### **Itsenäinen kunnossapito**

Annetaan rutiininomaisten huoltojen vastuu käyttäjille. Tällaisia huoltoja voi olla esimerkiksi puhdistus, voitelu ja tarkastus (Gulati 2021, 263–264).

#### **Kohdennetut parannukset**

Työntekijäryhmät työskentelevät pienryhmissä saavuttaakseen ennakoivasti ja jatkuvasti pienehköjä parannuksia laitteiden toiminnassa (Gulati 2021, 264–265).

#### **Suunniteltu kunnossapito**

Suoritetaan erityisosaamista vaativat korjaus- ja huoltotehtävät kunnossapito-osaston toimesta ennustettujen ja mitattujen vikamäärien perusteella (Gulati 2021, 266).

#### **Laadun ylläpito**

Määritellään virheiden havainnoinnille ja ehkäisemiselle keinot, jotta käyttäjillä olisi edellytykset proaktiiviseen toimintaan (Gulati 2021, 266).

### **Koulutus ja kehitys**

Määritellään ja suunnitellaan TPM:n koulutustarpeiden saavuttamiseen tarvittavat toimenpiteet. Tavoitteena on moniosajista koostuvat henkilöstö. (Gulati 2021, 266–267.)

### **Suunniteltu ja varhaisvaiheen laitehallinta**

Ohjataan TPM:n mukaisten oppien käytännön tieto ja ymmärrys uusien laitteiden suunnittelun parantamiseen ja hankintaan (Gulati 2021, 267).

### **Työpisteiden kehittäminen**

Poistetaan tehokkuutta syöviä asioita niin toimisto- kuin tuotantoalueillakin. Esimerkiksi suunnitteluun ja aikataulutukseen liittyvien toimintojen, jotka tukeutuvat toisiinsa, olisi suotava olla yhdessä paikassa. Toimitilojen järjestyksen ylläpitämiseksi voidaan käyttää 5S kaltaisia työkaluja. (Gulati 2021, 266–267.)

### **Turvallisuus, terveys ja ympäristö**

Ylläpidetään turvallista ja terveellistä työympäristöä; tavoitteena nolla tapaturmaa. (Gulati 2021, 267).

### **5S**

5S on käytännön visuaalinen työkalu, joka on kehitetty hukan vähentämiseen ja tuotannon optimoimiseen paremmin organisoidun työpaikan kautta. Suomenkielinen käännös 5S portaista on: sorteeraa, systematisoi, siivoa, standardisoi ja seuraa. (Gulati 2021, 270.)

### **3.7.3 Lean**

Lean-kunnossapito on lean-periaatteiden soveltamista kunnossapidossa eli päätehtävänä on poistaa hukkaa. Hukaksi on määritelty seitsemän eri muotoa:

- ylituotanto
- odottelu
- logistiikka
- prosessihävikki (=laatu)
- varasto

- turha liike
- viat. (Kumar, S & Suresh, N. 2008, 2015)

Lean kunnossapito tähtää tuotantolaitoksen tuoton, tuottavuuden ja kannattavuuden maksimointiin, tunnistamalla hukkaa ja pyrkimällä parantamaan jatkuvasti prosessia. Laitteiden luotettavuus on päämäärä, jonka seurauksena kunnossapidon korjaus ja vianetsintätarve vähenee sekä samalla myös laitteiden käyttöaika ja tuotantolaitoksen kunnossapitokustannukset laskevat. (Kumar, ym. 2008, 215.)

Useat lähteet tunnustavat 7+1 erilaista hukkaa. Edellä mainittujen seitsemän hukan lisäksi työntekijöiden luovuuden ja osaamisen hyödyntämättä jättäminen, aloitteiden tai vaikkapa uuden oppimisen kautta tuottavat työnantajalle hukkaa. Lean-filosofiassa yrityksen koko henkilöstön tulee saada osallistua tuotannon tehostamiseen ja tuntea kuuluvansa yhteisöön.

#### 3.7.4 Six Sigma

Six Sigma on kunnossapitoprosessi, joka keskittyy vähentämään vaihtelua eli stabiloimaan tuotantoprosesseissa. Vaihtelun vähentämisellä saavutetaan tiukempi hallinta operatiivisten järjestelmien osalta, joka edistää samalla kustannustehokkuutta. Sana Sigma tulee kreikkalaisesta symbolista, jota tilastotieteilijät käyttävät standardipoikkeaman kuvaamiseksi. Termi Six Sigma viittaa prosessin vaihtelun mittaamiseen, joka vastaa 3,4 virheellistä tuotetta miljoonaa valmistettua tuotetta kohden. Six Sigma nojaa vahvasti tilastollisiin työkaluihin virheiden vähentämiseksi. Menetelmää käyttävät tietyt perehdytetyt työntekijät, joilla on vastuu uudelleenmäärittellä, mitata, analysoida, parantaa ja valvoa prosessin laatua sekä tarpeen tullen myös helpottaa parannusprosessia poistamalla organisaatiossa esiintyviä esteitä. (Kumar, ym. 2008, 214)

Itse kunnossapidossa Six Sigma toimii DMAIC-prosessin tavoin tavoitteena vähentää tai poistaa kunnossapitotarve ja parantaa kunnossapitoresurssien tehokkuutta. (Kumar, ym. 2008, 214) Kumar ja Suresh määrittelevät DMAIC-prosessin seuraavasti:

##### **Define = Määrittele**

Määritetään vertailuarvot sekä käytettävyy- ja luotettavuusvaatimukset, asiakkaiden sitoumukset sekä kartoitetaan virtausprosessi (Kumar, ym. 2008, 214).

**Measure = Mittaa**

Kehitetään mittaustekniikat vioille ja määritetään mittausvälineet, tiedonkeruuprosessi, tiedon kokoamis- ja esitystapa (Kumar, ym. 2008, 214).

**Analysis = Analysoi**

Tarkastetaan tiedot ja tehdään johtopäätökset. Määritetään mahdolliset parannusmahdollisuudet ja etsitään juurisyitä (Kumar, ym. 2008, 214).

**Improve = Paranna**

Luodaan mallilaitteisto ja kuvataan kunnossapitoprosessin suunnitelma sekä aikataulu. Toimitetaan suunnitelma (Kumar, ym. 2008, 214).

**Control = Ohjaa / Valvo**

Seurataan parannettua ohjelmaa ja tarpeen tullen muokataan sitä (Kumar, ym. 2008, 215).

DMAIC-prosessi on yksi ongelmanratkaisumalli Six Sigman työkaluista, jossa eri vaiheet kytkeytyvät toisiinsa. Kokonaisuutena Six Sigma on vaativa menetelmä, joka edellyttää ammattitaitoa ja aikaa, sillä erilaisia työkaluja on paljon ja niiden käyttäminen vaatii koulutusta sekä osaamista. (Järviö & Lehtiö 2012, 130).

**3.7.5 Laitetason kunnossapitostrategia**

Laitetekonaisuuksille tai jopa yksittäisille laitteille voi olla tarpeen käyttää erilaisia laitetason kunnossapitostrategioita. Perusteena tälle strategialle voi olla esimerkiksi kustannuskysymys, turvallisuuden liittyvä asia tai yleisimmin käytetty peruste; laitteen vaikutus tuotantolaitoksen prosessiin. Laine (2010, 105–106) esittää viisi eri tasoa, joita voi käyttää monella eri tapaa lajittelemaan laitekohtaisia kunnossapitotoimia:

**Taso 0, OTF tai RTF**

Laite ajetaan rikkoontumiseen saakka ja rikkoontuneen tilalle vaihdetaan uusi.

**Taso 1, FTM**

Laitteelle suoritetaan jaksotettuja huoltoja.

**Taso 2, CBM**

Kunnonvalvonnasta tai huoltokierroksilta saadaan kuntoon perustuvaa tietoa laitteista, joka johtaa korjaustoimenpiteisiin.

**Taso 3, DOM**

Vähennetään kunnossapidon ongelmia suunnittelulla. Vaikutukset voivat olla myös tuotantoon vaikuttavia, esimerkiksi ajotapa.

**Taso 4, NBM**

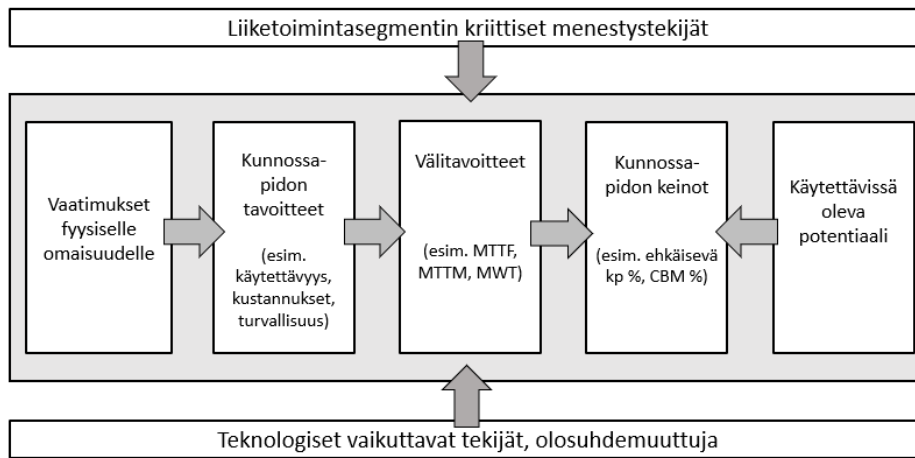
Suoritetaan kunnossapito tarpeen mukaan, esimerkiksi online-, värähtely- ja lämpötilamittausten perusteella.

Laitetason kunnossapitostrategiassa on olennaista ymmärtää, että mikäli halutaan toimia tehokkaasti, niin kaikki tasoja tulee käyttää samanaikaisesti. Laitetason valintoihin vaikuttaa ylemmillä tasoilla olevat yrityksen muut strategia, erityisesti tuotantostrategia. Laitekohtaisiin tasovalintoihin on kohdennettava määrääjain tarkastelua tehtyjen huoltotöiden ja vikaraporttien perusteella, jotta kehitystoimenpiteet saadaan kohdennettua oikein. (Laine 2010, 105–106)

**3.7.6 Tunnuslukumalli**

Kunnossapidon strategiaa on mahdollista esittää tunnuslukumallin avulla, jossa kuvataan mihin strategiset valinnat perustuvat. Kuviossa 7 on esitetty lohkokaaavion muodossa kunnossapitostrategian tunnuslukuperusteinen yhteenveto, jossa kuvataan malli liiketoimintalähtöisesti. Liiketoimintasegmentin kriittiset menestystekijät ovat määräävänä tekijänä, jotka asettavat vaatimuksen fyysiselle omaisuudelle. Fyysisen omaisuuden vaatimuksien perusteella määritetään kunnossapidon tavoitteet, joista johdetaan kunnossapidolle välitavoitteet. Käytävissä olevien potentiaalinen eli kehittämismahdollisuuksien ja kunnossapidon välitavoitteiden summana valitaan ne kunnossapidon keinot, jotka ovat suunniteltavia ja päätettäviä toimenpiteitä. Tavoitteiden ja saavutuksien tuloksien tulkinnassa auttavat teknologiset olosuhdemuuttajat, jotka auttavat ymmärtämään

kehittämispotentiaalia sekä valitsemaan sopivia toimenpiteitä teknologiseen ympäristöön. (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 109).



Kuvio 7. Mukaella kunnossapitostrategian tunnuslukuperusteisesta yhteenvedosta. (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 109)

Kuviossa 8 (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 110) on kuvattu esimerkin omaisesti kuvion 7 mukaista viitekehystä, tuotanto-organisaation sovelluksessa, jossa sarakkeisiin on kuvattu asioita, jotka johtavat välitavoitteisiin ja niistä kohti varsinaisia tavoitteita. Kuvion 8 lyhenteet on kuvattu tämän oppinäytetyön sivulla 4.

	Vaatimukset tuotanto-omaisuudelle	Kunnossapidon tavoitteet	Kunnossapidon olosuhdemuuttujat	Kunnossapidon seuranta-muuttujat (välitavoitteet)	Keinomuuttujat	Kuvaavat muuttujat
Kriittiset menestystekijät	OEE = KNL	esim. *käytettävyys *epäkäytettävyys-kust. + kpkust / JHA *tuotteen laatu	esim. *käyttöaste *teknologia *tuotantojärjestelmän rakenne	esim. *MTTF *MWT *MTTR *MTTM	esim. *ehkäisevä kp % *suunnitteluaste % *varaosat / JHA *alihankinta-aste %	esim. *varaston kiertonop. *mekaanisen kunnossapidon osuus
	Tuotanto-kustannukset	esim. *kunnossapidon kustannukset / JHA *kunnossapidon kustannukset / tuotannon määrä	esim. *käyntiaste *teknologia *toiminnan laajuus *tuotanto-järjestelmän rakenne	esim. *MRT *MTTR *MTTM *joustavuus *varaosat / JHA	esim. *ehkäisevä kp % *suunnitteluaste % *alihankinta-aste %	esim. *materiaalikust. % *kohdistetut kust. % *työn yksikkökust.
	Tuotanto-prosessin laatu	esim. *sisäinen asiakas-tyytyväisyys *suunnitteluaste *työtyytyväisyys	esim. *teknologia *tuotanto-järjestelmän rakenne	esim. *MWT *MTTM *Onnettomuudet *Poissaolot *Reklamaatiot	esim. *palaute asiakkaalle *monitaitoisuus *lupausten pitäminen *parantava kunnossapito	esim. *henkilöstön ikärakenne

Kuvio 8. Mukaella esimerkistä strategisesta yhteenvedosta tuotanto-organisaatiossa (Tietämysperusteinen elinjakson hallinta 2021, 110)

### 3.7.7 ILS

Integrated Logistic Support eli ILS on Yhdysvaltojen puolustushallinnon määrittelemä metodi, jonka mukaan pyritään suunnittelemaan ja käyttöönottamaan jokainen käyttövarmuuden ylläpitoon ja operatiiviseen käytettävyyteen tekijä siten, että hankittavalle järjestelmälle luodaan mahdollisimman hyvät edellytykset jatkaa elinkaaren varhaisista vaiheista käyttö- ja ylläpitovaiheeseen, jossa järjestelmä täyttää sille määritetyt operatiiviset vaatimukset. Mäkipirtti, I. yleistää (Kunnossapidon vuosikirja 2022), että mitä kompleksisempi järjestelmä on kyseessä, niin sitä puutteellisempia järjestelmien ylläpitojärjestelyt ovat. ILS ohjaa myös taloudellisia seikkoja, joka tarkoittaa sitä, että järjestelmän elinjakso kustannuksissa huomioidaan muun muassa eri toteutusvaihtoehtoja ja erilaisia malleja järjestelmän ylläpidon toteuttamiseksi. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 29–31.)

Mäkipirtti (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 32) tiivistää Yhdysvaltojen puolustushallinnon standardin MIL-STD 1369A mukaisesti ILS-suunnittelukokonaisuuteen liittyvät asiat kymmenen kohdan listan avulla:

#### 1. Kunnossapidon suunnittelu

Tavoitteena on kyettävä määrittämään kunnossapidon edellyttämät resurssit.

#### 2. Henkilöstön määrittely

Tavoitteena määrittää logististen toimintojen ja kunnossapidon toteuttamisen edellyttämä henkilömäärä ja heidän osaamistarpeensa.

#### 3. Varaosatuki

Tavoitteena on tunnistaa ja hankkia järjestelmän kunnossapitoon tarvittavat varaosat.

#### 4. Työkalut ja testilaitteet

Tavoitteena on tunnistaa ja hankkia tarvittavat työkalut järjestelmän kunnossapitoon.

#### 5. Koulutus ja koulutusjärjestelmä

Tavoitteena tuottaa tarvittava osaaminen järjestelmän käyttöön ja ylläpitoon.

## **6. Tekninen dokumentaatio**

Tavoitteena on tuottaa tarvittava tekninen dokumentaatio järjestelmän käyttöön ja ylläpitoon.

## **7. Tietojärjestelmät ja ohjelmistot**

Tavoitteena on tuottaa tietojärjestelmäratkaisu, joka tukee järjestelmän käyttöä ja ylläpitoa.

## **8. Tilat**

Tavoitteena on määrittää ja hankkia tilatarpeet, joita järjestelmän käyttö, koulutus ja ylläpito edellyttää.

## **9. Pakkaaminen, käsittely, säilytys ja kuljetukset**

Tavoitteena on määrittää ja toteuttaa järjestelmän logistiset tarpeet.

## **10. Toimintavarmuus ja kunnossapidettävyys**

Tavoitteena on määrittää järjestelmän vikaväli ja kuinka pitkään vian korjaamiseen kuluu aikaa.

Edellä esitetyt tehtävät edellyttävät järjestelmätason rakentamis- ja hankintaprojekteissa moniosaamista ja erillistä ILS-ryhmää, joka huolehtii, että tarvittava osaaminen esitettyjen tehtävien toteuttamiseen toteutuu. Kaikki kymmenen osakokonaisuutta on oltava käytössä, ennen kuin järjestelmä siirtyy käyttö- ja kunnossapitovaiheeseen. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 30–32.)

### **3.8 Ehkäisevä kunnossapito ja ennakkohuolto**

Laitteiston luotettavuutta voidaan lisätä huomattavasti ehkäisevällä kunnossapidolla, jolloin yksiköt, jotka ovat tulossa käyttöikänsä päähän, ovat osittain kuluneet loppuun tai joiden perushuollot on erääntyneet, korvataan uusilla yksiköillä ennalta määritetyissä ajanjaksoissa. Tällä tavoin ehkäistään laitteiden vikaantumista käytön aikana, pienennetään keskimääräistä laitteiston vikaantumisastetta, vähennetään vikaantumisten kustannuksia, kasvatetaan laitteiston käytettävyyttä sekä tuottavuutta ja mikäli on kyse tuotantolaitteistosta myös lasketaan tuotantoyksiköiden hintaa. (Kececioğlu, D. 2003, 243.)



Tuotannon aikaan tapahtuvat vikaantumiset voivat olla merkittävästi kalliimpia, kuin ehkäisevä kunnossapito, koska ne keskeyttävät tuotannon ei-toivottuun aikaan ja vikaantunut osa voi vahingoittaa viereisiä osia tai jopa tuhota niitä. Ehkäisevän kunnossapito vähentää kunnossapidon henkilötuntien kokonaismäärää laitteen käyttötuntia kohden vähentämällä erilaisten vikojen määrää. Näin ollen on pääsääntöisesti erittäin suositeltavaa soveltaa ennaltaehkäisevää osienvaihtopolitiikkaa. Tapauksissa, joissa laitteen rakenteellinen luotettavuus ei ole riittävä järjestelmän suunnitellulle käyttöiälle, laitteen käyttövarmuutta voidaan kuitenkin lisätä merkittävästi ehkäisevän kunnossapidon turvin. (Kececioğlu, D. 2003, 243–244.)

Teollisuuden tunnuslukujen standardin, PSK 7501:2010:n mukaan ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu liitteen 1 mukaisesti, kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen lisäksi jaksotettu kunnossapito sekä kunnonvalvonta. Standardien: Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia – SFS-EN13306:2017, kts. liite 2, sekä Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät PSK6201:2022 mukaan ehkäisevään kunnossapitoon luetaan jaksotettu kunnossapito sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä ennakkohuolto kuvaamaan lähinnä jaksotetun kunnossapidon määräaikaishuoltojen ja määräaikaisvaihtojen kunnossapitotoimia, joilla pyritään estämään tapahtumia, joilla on mahdollista tapahtua.

### **3.8.1 Ehkäisevän kunnossapito-ohjelman perustaminen**

Onnistuneen, ehkäisevän kunnossapito-ohjelman takana on ajatus, että aikataulutetaan työ enemmin, kuin annetaan työn tehdä aikataulutus (Gross 2002, 6). Gross (2002, 6–14) kuvaa ohjelman perustamisprosessia seitsemän askeleen mallilla, joka ohjaa koko prosessin lävitse aikataulutuksesta aina ylläpitoon saakka.

#### **Askel 1: Aikataulun laatiminen**

Perustetaan aikataulutusprosessi kunnossapitohenkilön päivittäisen toiminnan suunnittelua varten. Prosessiin kuuluu arkistointijärjestelmä, johon luodaan kansiot kustakin huollosta sekä kalenterijärjestelmä, jokaiselle päivälle vuodesta. Luotua järjestelmään käytetään huoltojen aikataulutamiseen päivä- ja työvuorotasolla. Tämä vaihe toimii perustana päivittäisten toimintojen hallinnalle ja antaa edellytykset ehkäisevälle kunnossapito-ohjelmalle. Tämä vaihe on kaikkein vaativin ja kriittisin vaihe luoda, mutta ilman onnistunutta

aikataulutusta on turha odottaa täyttyessä kaikkia kunnossapidon velvoitteita. (Gross 2002, 8–9.)

### **Askel 2: Jaa tuotanto-osasto loogisiin osiin**

Laaditaan kartta, jossa jokainen tuotantorakennuksen osa on jaettu loogisesti tuotanto-osastoiksi. Pilkkotaan laitoskokonaisuus siihen muotoon, että sitä on mahdollista tarkastella niin kirjapidollisesta, kuin työmääräimienkin näkökulmasta. Tässä vaiheessa hyödynnetään tuotantolaitoksen fyysistä rakennetta, tuotantolinjoja ja kustannuspaikkoja, mutta kuitenkin vain siinä määrin, että mikä on loogista suunniteltavaa ohjelmaa varten. Tässä vaiheessa on tärkeää ottaa ihmiset mukaan ja luoda kaikille mielekäs rakenne, jolloin myös sitoutuminen ohjelmaa kohtaa on vahvempi. Kehitystyön yhteydessä on huomattava, että jaottelun tulee olla helposti seurattava, jonka kaikki ymmärtävät ja jota kuka tahansa voi käyttää. (Gross 2002, 9.)

### **Askel 3: Luo laitelistaus ja anna toimintopaikkatunnukset**

Luodaan johdonmukainen ja selkokieline luettelo, jota käytetään laitteiden seurannan rakenteena huoltotoimissa. Tässä vaiheessa tarvitaan numerointijärjestelmä, jonka avulla toimintopaikkatunnukset voidaan antaa järjestelmällisesti. Lisäksi tarvitaan kerätä myös laitekohtaisia tietoja esimerkiksi asennuspäivä, valmistaja, malli ja valmistusnumero, jotka tarvitaan työmääräinjärjestelmän käyttövaiheessa. (Gross 2002, 9–10.)

### **Askel 4: Kehitä ja luo ennakkohuoltojen ohjeet**

Kirjoitetaan huoltosuunnitelmien kuvaukset ohjeen muotoon kaikille Askel 3:ssa määritetyille laitteille. Määritetään huoltosuunnitelmille intervallit: viikoittain, kuukausittain, neljännesvuosittain ja niin edelleen. Laitteiden omat käsikirjat ja kunnossapitäjien ammattitaito sekä kokemus toimivat tietolähteenä näille ensimmäisen vaiheen huoltosuunnitelmille. Kirjoitettuja työohjeita (huoltosuunnitelmien kuvauksia) tulee testata, jotta niiden soveltumattomuus ja käyttökelpoisuus nousee esille. Palaute kenttätöistä on tässä vaiheessa todella arvokasta, mutta on ymmärrettävä, että kyse on vasta varhaisimmista vaiheista prosessissa. Ajan saatossa esimerkiksi laiterikkoontumisten, uusien teknologioiden tai uusien näkemysten ja suositusten kautta tulee myös havaintoja, jotka toimivat kehityskohteina huoltosuunnitelmien kuvauksille. (Gross 2002, 10–11.)

**Askel 5: Paikallista ja/tai laadi laitedokumentaatio**

Kehitetään vianmääritystietoja, jotka auttavat kunnossapito-organisaatiota onnistumaan. Laittevalmistajat luovat käsikirjoja, mutta niiden taso vaihtelee runsaasti. Hyvätasoinen dokumentaatio sisältää muun muassa oppaita, kaavioita, varaosaluetteloja sekä ohjelma- ja prosessikuvaukset. (Gross 2002, 11.)

**Askel 6: Kehitä varaston hallintaa**

Kehitetään varastoja siten, että varastoissa on ne varaosat, jotka ovat olennaisia seisokkiaikojen minimoimiseksi ilman, että varaston arvo karkaa pilviin. Varastojen hallinta seuraa varastokirjauksia, joista saadaan tietoa korjaushistoriasta ja materiaalikustannuksista eli osa varastoitavista osista saadaan määriteltyä jo varastokirjauksien perusteella. Käytännön tasolla tässä askeleessa luodaan suunnitelma, että missä ja miten varaosia varastoidaan, mitä varaosia poistetaan varastoista ja mitä otetaan varastoon sekä kuinka varastoa ylläpidetään. (Gross 2002, 11–12.)

**Askel 7: Seuraa ja valvo ohjelman onnistumista ja tee parannuksia**

Kuten olettaa saattaa, muutosprosessissa menestyvät ohjelmat ja varastojen hallinta ei toimi itsestään. Menestyminen edellyttää jatkuvaa sitoutumista ja johtamista. Kun ohjelmaa johdetaan, on myös huolehdittava muutoksesta niiden asioiden osalta, jotka eivät toimi tai jotka ovat jääneet huomiotta aikaisemmissa vaiheissa. Sitoutumisen puute on yleisin syy ehkäisevien kunnossapito-ohjelmien epäonnistumiselle. Yksinkertaisimmillaan ryhdytään lipsumaan työmääräimien täyttämässä, joka johtaa siihen, että kerätty data ei ole enää luotettavaa tai jätetään tekemättä ehkäisevän kunnossapidon työtilauksia muiden ”tärkeämpien” tehtävien takia. Varastojen osalta järjestelmään ei tehdä muutosta, vaikka laitteella olisi vaihdettu osa. Luullaan siis seuraavan tilauksen yhteydessä, että tilataan oikea osa, mutta oikeasti tilataankin osa vanhentuneiden tietojen perusteella. Syöksykierre kohti tulipalojen sammuttelua alkaa helposti. (Gross 2002, 12.)

**3.8.2 Huoltosuunnitelma**

Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä huoltosuunnitelma asiasta, joka ilmenee kirjallisuudessa nimillä ”PM Sheet” ja ”Task list”. Huoltosuunnitelma termiä käytetään SAP-järjestelmän huoltosuunnitelmalomakkeesta, josta generoidaan samaan järjestelmään työtilaus tai ilmoitus.

Ennakkohuollon perustietoihin lukeutuu muun muassa tilaukseen aikataulut, työn yksityiskohtainen kuvaus sekä järjestelmätason kytkennät huoltosuunnitelmalle liittyviin laitteisiin.

Levitt (2011, 81–88) jakaa huoltosuunnitelmat neljään eri kategoriaan (laittekohtainen huoltosuunnitelma, huoltokierros, tulevaisuudessa hyödyttävä huoltosuunnitelma ja kuntoon perustuva huoltosuunnitelma), joiden rakenteet ja itse työskentelyyn liittyvät mekanismit poikkeava toisistaan.

### **Laittekohtainen huoltosuunnitelma**

Laittekohtainen huoltosuunnitelma on ikään kuin huoltosuunnitelman standardi, jossa huolto tehdään laitekohtaisesti ja huoltotoimenpiteet tehdään laitteen toiminnoille. Kun laitekohtainen huolto on suoritettu, niin vasta sitten voidaan siirtyä suorittamaan seuraavan laitteen huoltoa. Laittekohtaiselle huollolle on ominaista, että sen yhteydessä suoritetaan myös pienimuotoisia korjaustoimenpiteitä niillä työkaluilla, joita kunnossapitäjä kantaa huollon aikana mukanaan.

Yksi variaatio laitekohtaisesta huoltosuunnitelmasta on työryhmän suorittama huolto, jossa useita eri alojen ammattilaisia suorittaa yhden laitteen huoltoa samanaikaisesti. Työryhmien suorittamat huollot ovat tyypillisesti niitä huoltoja, joita on mahdollista tehdä huoltoseisokkien aikana.

Kolmas variaatio laitekohtaisesta huoltosuunnitelmasta on TPM:n lähestymistavan kautta tuleva keino, jossa tuotannon henkilö on vastuullinen valtaosasta laitteen huoltoja, joita suoritetaan määräajoin. Mekaaninen kunnossapitoasentaja voi olla tässä variaatiossa mukana, mutta vain joillakin harvemmin suoritettavilla huoltokierroksilla, jolloin huolto suoritetaan myös laajemmin. Etuna laitekohtaisessa huoltosuunnitelmassa on se, että kunnossapitäjä oppii tuntemaan laitteen hyvin, mutta vastapainona; koulutus- ja ammattitaitovaatimukset ovat korkeammat. (Levitt 2011, 81–83.)

### **Huoltokierros**

Huoltokierroksella suoritetaan lyhyitä toimenpiteitä useille toisiaan lähetyillä oleville laitteille peräkkäin. Toimenpiteet on suunnitelmallisesti ketjutettu siten, että kohteesta toiseen siirtyminen ei vie aikaa. Käytettävät materiaalit, työkalut ja osaaminen on tarkoin määriteltävä jo huoltokierroksen suunnitteluvaiheessa. Tyypillisimpiä huoltokierroksen

toimenpiteitä ovat voitelut, mittareiden luennat tai työvuoron alussa tehtävä tarkastuskierros.

Huoltokierroksen etuna on vähäisempi perehdytys ja osaamisvaatimukset. Lisäksi uusien henkilöiden perehdytysvaiheessa huoltokierrokset toimivat hyvänä perehdytyksenä sekä uudet työntekijät saadaan lyhyellä aikavälillä suorittamaan tuottavaa työtä. Haittapuoleksi huoltokierroksella luetaan se, että yhtä laitetta käydään huoltamassa useilla eri huoltokierroksilla ja kunnossapitäjän keskittyy vain tiettyihin asioihin, jolloin kokonaiskuvan luominen vaikeutuu. Joistakin henkilöistä työskentely voi tuntua yksitoikkoiselta, kun samaa huoltokierrosta toistetaan pitkiäkin aikoja. (Levitt 2011, 84–85.)

### **Tulevaisuudessa hyödyttävä huoltosuunnitelma**

Tulevaisuudessa hyödyttävä huoltosuunnitelma hyödyntää toisiinsa kytkettyjä prosesseja. Tulevaisuudessa hyödyttävässä huoltosuunnitelmassa tehdään suunnitelma tuotantolaittekokonaisuudelle, jossa tehdään tietty määrä huoltoja, kun tuotantolinjan osa jostakin syystä pysähtyy. Tyypillisesti tämän tapaisia huoltoja suoritetaan prosessiteollisuudessa, jossa prosessi on jatkuva.

Onnistuessaan tulevaisuudessa hyödyttävä huoltosuunnitelma ei lisää keskeytysaikoja ja käytännössä katsottuna lyhyehköt tuotantolaitteiden käynnistysten viivästymiset antavat laitteistolle paremmat mahdollisuudet selvittää jatkossa paremmin siltä vaadituista tehtävistä. Haittapuolena on, että näitä huoltosuunnitelmia ei voi aikatauluttaa ja niitä tekemään on haasteellisempaa saada resurssia. Lisäksi muut suunnitellut työt häiriintyvät näistä huolloista. (Levitt 2011, 85–86.)

### **Kuntoon perustuva huoltosuunnitelma, CBM**

Kuntoon perustuvat huoltosuunnitelmat ovat yleisesti käytössä ajoneuvojen, rakennusten ja tehtaiden tietokoneavusteisissa ohjausjärjestelmissä. Käytännössä kuntoon perustuva huolto tarkoittaa ajoneuvoissa moottorin öljynvaihto- ja suodattimien syttymistä, jonka seurauksena kuljettaja ajaa ajoneuvon korjaamolle tai kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä antaa hälytyksen, että ilmansuodattimet ovat tukossa, jolloin huoltohenkilö käy vaihtamassa IV-koneen suodattimet. Ehkäiseväksi huolloksi kuntoon perustuvan huoltosuunnitelman tekee se, että tyypillisesti huoltoindikaation ja varsinaisen huoltotarpeen väliin sallitaan jäävän aikaa. Huoltoa ei siis ole tarvetta ryhtyä suorittamaan välittömästi.

Teollisuuden kunnossapidolla on mahdollista saada kuntoon perustuvien huoltojen triggerit erillisten kunnonvalvonta- ja tarkastuskierrosten tai SCADA-järjestelmien kautta. Tästä syystä kuntoon perustuva huolto on kohdennettavissa kriittisimpiin kohteisiin ja siitä syystä kaikkein tarkimmin ajoitettu huolto.

Kuntoon perustuvat huollon etuna on se, että se tuo tuotantoa ja kunnossapitoa lähemmäksi toisiaan, sillä havainnot tulevat tyypillisesti tuotannon henkilöiltä. Haittapuolena on, että järjestelmän automatisointi on kallista ja siihen tarvitaan korkeata ammattitaitoa. Lisäksi on mahdollista, että havainnon jälkeen ei olekaan riittävästi aikaa aikatauluttaa työtä vaan se suoritetaan vian korjauksena. (Levitt 2011, 86–88.)

Huoltosuunnitelman kuvaus (eng. PM instructions) on haastavin osa varsinaista huoltosuunnitelmaa luodessa. Jotta kuvauksien luonti saadaan tehtyä onnistuneesti, on kiinnitettävä erityishuomiota henkilövalintoihin, jotka ryhtyvät kirjoittamaan kuvauksia. Huoltosuunnitelmien kirjoittajilla tulisi olla seuraavanlaiset ominaisuudet:

- ”Osaa lukea ja kirjoittaa hyvin
- kysyy toisilta mielipiteitä ja apua
- ei epäröi jakaa omaa tietämystään asioista. (Gross 2002, 73–74.)”

Grossin (2002, 76) mukaan laadukkaana huoltosuunnitelman ei tarvitse sisältää aivan kaikkea tietoa. Hyvällä tasolla oleva huoltosuunnitelman kuvaus tulisi sisältää kuitenkin kaikki alla kuvatut komponentit:

- *”kaikki tarvittavat turvallisuustoimenpiteet*
  - *kaikki suunnitellut perättäiset työvaiheet*
  - *kaikki vaadittavat laitteiston lukemat ja asetukset*
  - *kaikki tarvittavat työvälineet*
  - *kaikki tarvittavat varaosat (osanumero, koko tai muu tarkentava kuvaus).*
- (Gross 2002, 76.)”

Gross (2002, 77) jatkaa huoltosuunnitelman kuvauksen sisällön luomisessa työvaiheiden tarkentamisella, jotta kaikki tarvittavat asiat huollon alusta loppuun saakka tulisivat suoritetuiksi huolellisesti. Jokaisessa vaiheessa tulisi esiintyä seuraavanlaiset asiat:

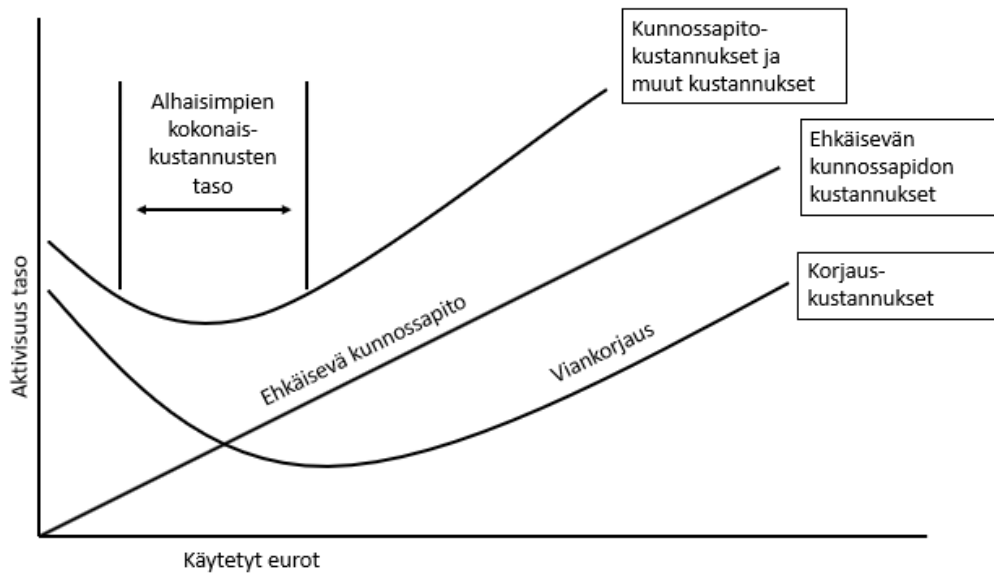
- *”Aloita toimintaa kuvaavalla sanalla (esim. lukitse, mittaa, puhdistaa, poista, asenne, jne.)*
- *Lisää tarkennuksia kuvauksiin välttääksesi sekaannukset ja virheet*
- *Kirjoita yksinkertaisesti ja objektiivisesti, vältä pitkiä kuvauksia*
- *Luettele vaihekohtaisesti tarvittavat osat tai viittaa esimerkiksi johonkin piirustukseen. (Gross 2022, 77.)”*

Huoltosuunnitelmien korjaaminen ja kehittäminen on jatkuvaa tekemistä. Esimerkiksi työvuorojärjestelmien tai laitteistopäivityksien yhteydessä huoltosuunnitelma voikin muuttua niin sanotusta seisokkityöstä käynninaikaiseksi työksi. Edellä mainittu mahdollisuus on syytä kuvata huoltosuunnitelmalla (Gross 2002, 78).

### **3.8.3 Ehkäisevät kunnossapidon suhde muihin kunnossapitolajeihin**

Kunnossapitolajeja esiteltiin aiemmin tässä opinnäytetyössä, luvussa 3.1. Gulatin (2021, 76) mukaan kunnossapidon perusfilosofia on yksinkertainen: ”Tee jonkinlaista kunnossapitoa omaisuudelle, jotta ehkäiset vikaantumista tai sallit omaisuuden vikaantumisen”. Todellisuus kunnossapidosta on nykytietämyksen mukaan kuitenkin paljon moniulotteisempi. Ehkäisevän kunnossapidon optimaalista suhdetta muihin kunnossapitolajeihin on haasteellista arvioida, sillä sen vaikutuksia ei yleensä pystytä näkemään suurissa laitekokonaisuuksissa, kuin vasta pidemmän aikavälin tarkastelussa. Levittin (2011, 59) näkemyksen mukaan liiallinen ehkäisevä kunnossapito hukkaa resursseja ja liian vähäisellä ehkäisevällä kunnossapidolla ei taas löydetä vikoja. Levittin näkemys pitäneeikin paikkansa ja se tulisi ottaa aina huomioon, kun ehkäisevää kunnossapitoa suunnitellaan.

Kuviossa 9 Levitt esittää oman variaationsa kunnossapidon kokonaiskustannusten kehityksestä suhteesta, ehkäisevän kunnossapidon ja viankorjauksen kustannuksiin. Suositeltava ehkäisevän kunnossapidon taso kustannusten näkökulmasta tulisi asettua välille, jossa suoritetaan suhteessa suuri osa viankorjausta ja ehkäisevän kunnossapidon määrä on vähäinen, mutta kokonaiskustannusten laskevan kehityksen kulmakerroin on pieni ja viankorjauskustannusten kulmakerroin on lähellä nollaa. Esillä olevassa kuviossa 9 on epätarkkuutta ja muissa vastaavissa malleissa on voitu ottaa lisäksi huomioon laadullisia asioita tai vaikkapa seisokkiaika (Levitt 2011, 59).



Kuvio 9. Mukaেলা kaaviosta, jossa on kuvattu alhaisimpien kunnossapidon kokonaiskustannusten alue, kun ehkäisevän kunnossapidon kustannuksia kasvatetaan (Levitt 2011, 59)

Kuvion 9 mukaisesti voi olla haasteellista löytää yrityksen toiminnan kannalta yhtymäkohtia, sillä eri vuosien välinen kunnossapidon kokonaiskustannusten vaihtelu voi olla usean eri syyn takia varsin merkittävä. Levitt (2011, 60) esittää kuvion 10 mukaisesti optimaalisia, prosentuaalisia suhteita eri kunnossapitolajien välille, kun tarkastelun kohteena ovat tehdyt työtunnit.

% Osuus työkuormasta	Työlaji
• 15...25%	• Ehkäisevät ja ennakoivat huoltotyöt
• 55...60%	• Korjaava kunnossapito, jonka toimeksiannot tulevat <u>ennakkohuolloista sekä pienistä korjaustapahtumista</u>
• 5...15%	• Proaktiivinen kunnossapito
• 15...30%	• Laiterikot ja muut asiakkaan aloitteesta tehtävät työt

Kuvio 10. Mukaেলা kaaviosta, jossa on esitetty eri työlajien syntyperien suhteita optimitilanteessa (Levitt 2011, 60)

Säänneltyjen toimialojen rakenne kunnossapitolajien painotuksien välillä voi vaihdella. Etenkin ilmailussa ja ydinvoimaloissa vikojen osuus työkuormasta tulee esimerkiksi olla alle 5 % luokkaa,



kun taas kiinteistö-kunnossapidossa vikojen osuus sallitaan olevan kuviossa 10 esitettyjä lukuja suurempi (Levitt 2011, 60). Levittin esittämät kunnossapitolajien optimimäärät on joka tapauksessa kyettävä suhteuttamaan yrityksen omaan kunnossapitotoimintaan, mutta kunnossapitotoiminnan kehityksessä ne voivat hyvinkin toimia lähtötilanteen ja tavoitteiden määrittelyssä.

## **4 Ennakkohuoltoprosessin määrittäminen**

Ennakkohuoltoprosessin määrittämisen perusteet kuvattiin tämän opinnäytetyön luvussa 2. Tavoitteeksi opinnäytetyölle siis asetettiin kiteyttäen, selkiytetty tapa toimia ennakkohuoltosuunnitelmien osalta sahan organisaatiossa sekä määrittellä ohjenuora huoltosuunnitelmien luonnille. Koska kyse oli ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyöstä tuli projekti suorittaa prosessin omaisena, johon sisältyi nykytilan kuvaus, tutkimusmenetelmien valinnat, tutkimuksen toteuttaminen sekä lähdeaineistojen luotettavuuden tarkastelu sekä parannusehdotukset. Hyvin varhaisessa vaiheessa opinnäytetyötä sovittiin toimeksiantajan kanssa, että osana työtä on ohjeluotoon kirjoitettu ennakkohuoltoprosessin kuvaus, joka liitetään osaksi sahan sertifioitua ISO 9001 laatujärjestelmää.

### **4.1 Ennakkohuoltoprosessin nykytila**

Stora Enso Oy:n Uimaharjun sahalla on määritelty kattavasti erilaisia huoltosuunnitelmia eri toimialoille: mekaaniselle, sähkölle/automaatiolle sekä LVI:lle. Ennakkohuoltojen ylläpito ja kehittäminen eivät ole kuitenkaan olleet keskiössä vuosiin. Järjestelmätasolla huoltosuunnitelmien sisällöt ovat pääsääntöisesti hyvin suppeita tai niissä ei ole lainkaan sisältöä. Lisäksi huoltokierroksien kohdentaminen laitekohtaisesti on puutteellista, jolloin kunnossapitojärjestelmään ei kerry laitekohtaista huoltohistoriaa.

Yleisesti ottaen ennakkohuoltojen suorittaminen edellyttää paikallistuntemusta sekä monipuolista teknistä osaamista huoltosuunnitelman aihepiirin sisältä. Uimaharjun sahalla kunnossapito suoriutuu ennakkohuolloista nykyisellään vaihtelevasti, josta herää epäily, että tuleeko kaikille ennakkohuollettaville laitteille tehtyä tarvittavat toimenpiteet ja voisiko ennakkohuoltoja kuitenkin kehittää vastaamaan lähemmäksi nykytietämystä ennakkohuolloista. Yksi useimmiten esiintyvistä haasteista on laajuudeltaan pitkäkestoiset mekaanisen puolen huoltosuunnitelmat, joiden suorittaminen jää toistuvasti kesken.

Tiedossa on, että olemassa olevia huoltosuunnitelmia on siirretty aiemmasta kunnossapitojärjestelmästä nykyisin käytössä olevaan SAP-järjestelmään. Siirron yhteydessä kaikki huoltosuunnitelmien tiedot eivät ole siirtyneet suunnitellulla tavalla ja näin ollen esimerkiksi huoltosuunnitelmat eivät välttämättä muodostu kunnossapidolle työtilauksiksi oikea-aikaisesti, jolloin riskit, että enakkohuoltoja jää tekemättä sopivassa ajankohdassa kasvaa suureksi.

Korjaavia toimenpiteitä on ryhdytty kuitenkin jo tekemään mekaanisten huoltokierrosten osalta parin edellisvuoden aikana, mutta kokonaisuus kaipaa selkeämpiä suuntaviivoja ja yhdenmukaistamista.

## 4.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusaineisto

Jäsentääkseni opinnäytetyön tutkimusosiota päädyin tutustumaan tutkimusstrategioihin ja menetelmiin. Opinnäytetyön tutkimusstrategiaksi valitsin case studyn eli tapaustutkimuksen. Hirsjärven (2009, 134–135) mukaan tapaustutkimuksen piirteisiin kuuluu joukko jotakin ryhmää koskevia tapauksia, jotka ovat suhteessa toisiinsa. Tyypillistä tapaustutkimuksella on myös, että sen kiinnostuksen kohteena ovat prosessit. Tavoitteena tapaustutkimuksella on tyypillisimmin ilmiöiden kuvaaminen. Tutkimusaineiston keräämisessä sallitaan käytettävän useita erilaisia tapoja, muun muassa haastattelut, erilaiset dokumentit ja havainnot (Lehtola 2023).

Aluksi harkitsin Survey-tutkimusstrategiaa, mutta siinä menetelmässä havaitsin tutkimuksen vuorovaikutuksellisuuden jäävän varsin vähäiseksi. Hirsjärvi (2009, 134) kuvaa, että survey-tutkimuksessa tietoa kerätään esimerkiksi joukolta ihmisiä, jokaiselta yksilöltä erikseen ja vakioidussa muodossa.

Tutkimusstrategian lisäksi päädyin valitsemaan kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen pääasialliseksi menetelmäsuuntaukseksi, sillä siinä pyritään tutkimaan kohdetta mahdollisimman laajasti sekä siinä hyväksytään tutkimussuunnitelman muotoutuminen tutkimuksen aikana. Lehtola (2023) nosti webinaarissaan esille, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa etsitään pikemminkin merkityksiä tilastollisten yhteyksien sijaan, joka myös vahvisti valitun menetelmäsuuntauksen oikeaksi ratkaisuksi.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa suositaan ihmistä kerättävän tiedon lähteenä. Olennaista toki on, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa kohdejoukko valitaan tarkoituksenmukaisesti, toisin kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa, jossa toki tehdään samoin, mutta tuloksien tulkinta perustuu kuitenkin enemmän satunnaisotokseen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkijan oletetaan pystyvän luottamaan omiin havaintoihinsa ja keskusteluista saamaansa tietoon, kun taas kvantitatiivisessa tutkimuksessa tulokset pyritään saamaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon, jolloin ne ovat käytännössä joko numeerisia tai muulla tavoin määrällisessä muodossa. (Hirsjärvi 2009, 140–164.)

Otin opinnäytetyöhön mukaan myös suppean kvantitatiivisen tutkimusosuuden, jossa tarkastelin ennakkohuoltojen nykytilannetta ja kyseisen työlahin suhteita kahteen muuhun työlahiin, kolmen saman toimialan tuotantolaitoksen kesken. Lähtötilanteessa oletuksena oli, ettei tarkastelujaksolta välttämättä löydy erityistä huomioita herättäviä seikkoja.

#### **4.2.1 Aineiston hankinta**

Tutkimusaineiston hankintaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa on Hirsjärven (2009, 164) mukaan käytettävissä useita laadullisia metodeja, muun muassa dokumenttien ja tekstien diskursiiviset analyysit, ryhmähaastattelut sekä teemahaastattelut, joissa tapaukset oletetaan esiintyvän ainutlaatuisina. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan esittää hypoteeseja ja kerätään aineistoa tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Lopuksi kvantitatiivisessa tutkimuksessa tehdään päätelmiä ja havainnoidaan tuloksia sekä niiden merkityksiä. (Hirsjärvi 2009, 140.)

Yhdeksi tutkimusmetodiksi valitsin kohdennetut teemahaastattelut, johon valittiin huoltosuunnitelmien laadintaan valikoituja aihealueita käsitteleviä ryhmiä. Ryhmien tavoitteena oli käsitellä kutakin aihealuetta mahdollisimman laaja-alaisesti, mutta kuitenkin kohdennettuna sahan kunnossapitotoimintaan. Toiseksi tutkimusmetodiksi valitsin havainnoinnin päivittäisessä toiminnassa, niin kunnossapitojärjestelmän, kuin vuorovaikutuksenkin osalta. Havainnoinnin tukena toimi, aikaisemmat roolini sahan kunnossapidossa sekä opinnäytetyönprojektin laatimisen hetkellä olevat pienprojektit sekä sahan vuosiseisokkisuunnittelu sähkönjakelun töiden osalta. Kolmanneksi tutkimusmetodiksi valitsin olemassa olevan ammattikirjallisuuden lähteet: standardit sekä luotettaviksi todettavat kirjalliset aineistot. Neljäntenä lähteenä käytin toimeksiantajan sähköistä kunnossapito- sekä tuotannonohjausjärjestelmää, josta käytettävä data oli muokattavissa tarvittavaan muotoon tai suoraan hyödynnettävissä. Erillisinä lähteinä käytin myös yksittäisiä verkkosivuja, Stora Enson

sisäisiä ohjeistuksia sekä Stora Enson omaa kirjallisuutta sekä pohdinnan tukena yhtä ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä.

Koska työ suoritetaan ulkopuoliselle organisaatiolle ja etenkin nimetyn organisaation käyttöön, oli syytä ottaa vahvasti huomioon tilaavan organisaation tarpeet ja organisoituminen. Opinnäytetyön suunnittelun edetessä tilaajan kanssa nimettiin kuhunkin osa-alueeseen sopivimmat resurssit ja sovittiin ajankäytöstä. Samalla tehtiin valintoja työskentelytapojen suhteen, tarvittavan tiedon keräämiseksi.

#### **4.2.2 Haastateltavien valinnat**

Haastateltavien valinnassa täytyi huomioida useiden eri osapuolien tarpeet, sillä oletin, että kullakin henkilöllä oli omat vaatimuksensa ja odotuksensa riippuen ennakkohuoltoprosessin eri vaiheista; suunnittelusta aina käytöstä poistoon saakka.

Ryhmähaastatteluihin valitsin henkilöt yhteistyössä toimeksiantajan kanssa, huomioiden henkilöiden sen hetkisen roolin yhteydet kuhunkin käsiteltävään ryhmähaastattelun aihealueeseen. Lisäksi osassa ryhmähaastatteluja kutsuin paikalle myös paikallisen kehitysorganisaation henkilöitä, joiden substanssiosaaminen aihepiiriin sisältä auttoi kokonaisuuden hallinnassa. Pyysin myös kehitysorganisaatiota tuomaan esille niitä hyväksi havaittuja tapoja työskennellä ennakkohuoltojen parissa, joita olisi mahdollista käyttää myös tässä projektissa. Ryhmähaastatteluihin kutsutut tai erikseen haastatellut henkilöt on esitetty liitteessä 4.

Työn edetessä havaittiin, että joiltakin osin kokemuseräistä tietoa ei välttämättä saataisi riittävästi, niinpä kesken opinnäytetyön suorittamisen mukaan otettiin vielä pari erillistä asiantuntija-haastattelua, erikseen kohdennetuille henkilöille.

#### **4.2.3 Aineiston analyysi**

Opinnäytetyön luotettavuuden varmistamiseksi käytin teoretiedon lähteinä tunnettujen kirjailijoiden teoksia, niin kotimaisen kuin ulkomaisenkin tietokirjallisuuden osalta. Lisäksi huomioin, ettei tietokirjallisuudessa ole ristiriitaisuuksia voimassa olevien standardien kanssa. Aihepiiriin liittyi

myös toimeksiantajayrityksen omaa aineistoa, erilaisten ohjeiden ja esitysten muodossa, joiden oletin olevan luotettavia lähteitä.

Opinnäytetyön aineistona käytin myös teemahaastattelujen tuloksia sekä kunnossapitojärjestelmästä kerättyä numeerista sekä erilaisin indikaattorein kuvattua dataa. Teemahaastattelujen tuloksien luotettavuutta arvioin henkilöiden intressien ja työkokemuksen perusteella sekä pyrin huomioimaan myös henkilöiden eleitä ja reaktioita haastattelujen aikana. Kunnossapitojärjestelmästä kerättyä dataa arvioin valitsemalla määrätyn pituiset tarkastelujaksot valituista kohteista. Kvantitatiivisen tutkimuksen osan kohteiden valintaan vaikuttivat teemahaastatteluissa esiintyneet henkilöiden omakohtaiset havainnot ja kokemukset sekä oma kokemusperäinen tietoni.

Tutkimuksen eettisyyttä käsitellessäni huomioin tutkittavien henkilöiden yksityisyyden siten, että yksilöiden näkemykset tai kommentit eivät käy ilmi opinnäytetyössä. Yrityksen toiminnan kehittämisen näkökulmasta opinnäytetyön eettisyyttä pyrin huomioimaan siten, että yritystoiminnalle haitallisia tai riskejä sisältäviä tekijöitä suljettiin pois. Lisäksi opinnäytetyön edetessä kävimme toimeksiantajan kanssa vuorokeskustelua erilaisista tavoista ilmaista asioita lopullisessa opinnäytetyössä.

Yleistä tietosuojasetusta (GDPR) huomioin siten, että kaikki opinnäytetyöhön haastatellut listasin liitteeseen 4, jota ei julkaista. Henkilötiedot säilytetään sähköisessä muodossa opinnäytetyöntekijän omistamalla PC:llä, jonka tietoturva-asiat on hoidettu suomalaisen tietoturvayhtiön kautta sekä opinnäytetyön toimeksiantajalla. Paperisessa muodossa olevat tiedot säilötään opinnäytetyöntekijän kirjahyllyyn sekä toimeksiantajan arkistoon, jonne molempiin on varsin rajallinen pääsy ulkopuolisten tekijöiden osalta.

### **4.3 Ennakkohuoltoprosessin kehitystarpeet**

Ennakkohuoltoprosessin määrittely on käytännön tason ohjenuora huoltosuunnitelmien luomiseen ja ylläpitoon. Ennakkohuoltoprosessiin liittyy olennaisesti huoltosuunnitelmat, joiden tulee antaa mahdollisimman hyvät edellytykset tuotantolaitteiston virheettömälle toiminnalle sekä varmistaa laitteiston suunniteltu elinkaari, laitteiston käyttöönotosta aina laitteen käytöstä poistoon saakka.

Tässä opinnäytetyössä luodaan perusta sahan laatujärjestelmään luotavasta ohjeistuksesta kunnossapidon ennakkohuoltoprosessiin. Lisäksi opinnäytetyön aikana ilmenneitä kehityskohteita kuvataan luvussa 9, Pohdinta.

## 5 Ennakkohuoltoprosessi

Standardit merkitsevät kunnossapitäjille paljon, sillä ne auttavat luomaan kokonaiskuvan ja perusymmärryksen alasta ja alaan liittyvästä problematiikasta. Standardeissa määritelty yhteinen kieli, alan toimijoille, luo pohjaa tietojärjestelmien kehittämiseksi, tietoperustaiselle tuotanto-omaisuuden elinjakson johtamiselle, tasokkaalle koulutukselle ja laadukkaalle tutkimukselle. Aiemmin standardien keskiössä oli määrittää vaadittavat minimitasot, mutta nykyisin on noussut esiin näkemyksiä, että uusien standardien tulisi esittää parhaita käytäntöjä. (Kunnossapidon vuosikirja 2022, 50–51.)

Ennakkohuolloilla pyritään vaikuttamaan laitteen ja/tai laitekokonaisuuden käytönaikaiseen elinkaareen suunnitelmallisella tavalla. Yleisesti ennakkohuolloilla on pyrkimyksenä ylläpitää toiminnan tasoa ja/tai pyrkiä jatkamaan laitteen elinkaarta erilaisin menetelmin. On syytä kuitenkin huomioida, että esimerkiksi ennakkohuoltoja optimoimalla voidaan optimoida resurssitarpeita, prioriteetiltaan kriittisempiin kohteisiin esimerkiksi elinkaarensa loppupäässä olevan laitteen voitelu- ja tarkastuskierroksia suunnitellusti harventamalla, jolloin kunnossapitoresurssia vapautuu muihin kohteisiin. Ennakkohuollot ovat moniulotteinen kokonaisuus, johon on mahdollista luoda erilaisia mekanismeja. Standardien ja käytetyn kirjallisuuden avustamana tämän otsikon alla olevissa kappaleissa kuvataan osa-alueet, joista ennakkohuoltoprosessi rakentuu tässä opinnäytetyössä.

### 5.1 Huoltosuunnitelman sisältö

Mobleyn (2004, 32) mukaan tehokkaan kunnossapito-ohjelman perustaksi tarvitaan seuraavat osatekijät:

1. Kukin laite on yksilöity näkyvästi toimintopaikkatunnuksella
2. Kullakin laitteella on tarkat laitehistoriatiedot
3. Kunkin laitteen vikatiedot voidaan luokitella ongelman/syyntoimenpiteen mukaan

4. Samankaltaisista laitteista on kerätty kokemusperäistä tietoa
5. Valmistajan suositukset huoltoväleistä ja – menettelyistä on tiedossa
6. Laitteiden huoltokäsikirjat ovat käytössä
7. Laitteiden varaosatiedot ovat saatavilla ja kriittisimmät varaosat varastossa
8. Henkilökunta on ammattitaitoista
9. Työkalut ja testausvälineet ovat tarpeeseen sopivat
10. Ohjeistus on selkeä ja tarkistuslistat ovat kuitattavia
11. Yhteistyö tuotannonhenkilöiden kanssa toimii
12. Kunnossapidolla on johdon tuki. (Moblely 2004, 32).

Onnistuneet huoltosuunnitelmat edellyttävät kaikkia edellä mainittuja asioita, mutta tässä opin-  
näytetyössä ei ollut tarvetta käydä kaikkia Mobley'n (2004, 32) esittämiä osatekijöitä lävitse, sillä  
tarpeena oli määrittää soveltuvimmat asiat ennakkohuoltoprosessin määrittämiseksi. Osa Mobley  
esittämistä osatekijöistä oli jo kunnossa ennen opinnäytetyön aloitusta, mutta ne tekijät, jotka  
edellyttivät tarkastelua sahalle räätälöidyn prosessikuvauksen aikaansaamiseksi, on kuvattu tämän  
otsikon alla. Näiden osatekijöiden lisäksi nähtiin tarpeelliseksi käsitellä myös laitteiden kriittisyys-  
tarkastelun yhteyttä huoltosuunnitelmiin.

### **5.1.1 Huoltosuunnitelmien nimeäminen**

Huoltosuunnitelmien nimeäminen on kuvattu seikkaperäisesti Eforan (2015, 4) huoltosuunnitelma  
koulutusaineistossa. Koska huoltosuunnitelmia käsittelee eri organisaatiotasojen henkilöt ja toisi-  
naan jopa varsinaisen organisaation ulkopuolisetkin henkilöt on huoltosuunnitelman nimeäminen  
tehtävä ohjeistuksen mukaisesti. Eforan huoltosuunnitelma koulutusaineistossa nimeämisen vaki-  
oidut osat ovat paikkakuntatunnus, prosessialue sekä ammatillinen toimiala, jotka jokaisesta huol-  
tosuunnitelman nimestä tulee löytyä. Näiden perustietojen lisäksi nimessä tulee olla mahdollisim-  
man hyvä varsinaista työtä kuvaava selostus. Mikäli sekaantumisen mahdollisuuksia esimerkiksi eri  
syklisten, mutta samankaltaisten huoltokierrosten välillä on, tulee huoltosuunnitelman nimeen li-  
sätä myös huollon sykli. Johdonmukainen huoltosuunnitelmien nimeäminen helpottaa työnsuun-  
nittelua ja toimii luokittelua avustavana tekijänä huoltosuunnitelman elinkaaren eri vaiheissa  
muun muassa huoltokierrosten päivitysten yhteydessä, kun uusien laitteiden huoltotoimenpiteitä  
tulee sovittaa olemassa olevien huoltokierrosten yhteyteen.

### 5.1.2 Huoltosuunnitelmien kuvaukset

Huoltosuunnitelmien sisältöjen tulee olla selkeästi jäsenneltyjä ja selkokielisiä, joista ilmenee myös työjärjestys. Suositeltava tapa kuvata suoritettava työ on esittää tehtävät toimenpiteet siten, että ohjelauseen alussa on toimenpidettä kuvaava sana, esimerkiksi mittaa, lue tai puhdistaa. Huoltosuunnitelmalla tulee olla määritetty myös työn tavoitteet, mikäli se on mahdollista. Tällaisia kohteita on muun muassa teholähteiden jännitetasomittaukset, värähtelymittaukset ja erilaiset suuntauokset. Kun sisältömäärittely on tehty huolella ja varmistettu, että työt suoritetaan laadukkaasti, pystytään toteamaan tehtyjen huoltojen toistuvuus. Toistuvuus on olennainen kunnossapidolta saatava tieto, muun muassa juurisyyanalyysien tekemisen yhteydessä. Mikäli ennakkohuolto edellyttää rutiinista poikkeavia toimenpiteitä esimerkiksi työsuorituksen puhtauteen liittyen hydraulikkaneustesäiliöiden täyttöjen yhteydessä tai keskijännitelaitteiston huoltojen yhteydessä tehtävät turvallisat, on toimenpiteet korostettava huoltosuunnitelmassa. Vaikka yleinen oletamus on, että työt tulee aina tehdä oikein ja laadukkaasti on työnantajalla velvollisuus myös kuvata haluttuja työmenetelmiä. Huoltosuunnitelmien sisällöt ovat osa työssä oppimista ja etenkin uusien työntekijöiden perehdytyksen yhteydessä arvokkaita työkaluja.

Aiemmin Stora Ensolla on luotu huoltosuunnitelmille vakiotekstejä, erilaisista vakioiduista huolto-toimenpiteistä. Vakiotekstien käyttö on suotavaa ja helpottaa huoltosuunnitelmien ylläpitoa, sillä niitä käytettäessä huoltosuunnitelmien muutosten hallinta helpottuu. Vakiotekstejä päivitettäessä jokaiselle huoltosuunnitelmalle ei tarvitse käydä tekemässä muutoksia, vaan tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti huoltosuunnitelmien kuvauksille. Huoltosuunnitelmilla esiintyy merkittävä määrä samankaltaisuuksia ja toistuvuutta. Niiden osalta on syytä harkita, että luodaanko sahalle oma huoltosuunnitelmien vakiotekstikanta, jonka hallinta olisi myös paikallinen.

Stora Enson SAP-järjestelmän huoltosuunnitelmissa on käytettävissä objektiluettelo. Objektiluettelon avulla huoltosuunnitelma on kytkettävissä laitteiston laitehierarkiaan ja näin ollen huoltosuunnitelma saadaan siis kohdennettua kullekin huollettavalle laitteelle. Huoltosuunnitelmien objektiluettelot täytyy määritellä olemassa olevien huoltosuunnitelmien osalta, jotta laitekohtainen historiadata saadaan kerättyä huoltokierroksilta. Yksittäisten laitteiden huoltosuunnitelmien osalta tulee huolehtia, että huolto kohdentuu oikealle toimintopaikalle ja/tai laitetunnukselle.



Huoltosuunnitelmien kestojen tulee olla lyhyehköjä. Mekaanisen kunnossapidon huoltokierrokset tulee suunnitella siten, että niiden kesto työajassa on kahdesta neljään tuntia ja sähkökunnossapidon voivat olla vähän pidempiä, mutta kuitenkin alle kahdeksan tuntia. Tällä määrittelyllä vähennetään keskeneräisten töiden määrää ja mahdollistetaan päivittäiskunnossapidon suunnitelmallisuuden ylläpitoa. Mikäli jostakin syystä huoltosuunnitelma muodostetaan edellä määriteltyä työmäärää pidempi kestoiseksi, täytyy se huomioida tuolloin huoltosuunnitelman huoltoriveinä, jotka muodostuvat tilauksille työvaiheiksi. Työvaiheet on mahdollista päättää erikseen, joka mahdollistaa sen, että keskeneräisenkin työn tilanne on mahdollista raportoida käytettyyn järjestelmään oikein.

Huoltosuunnitelmaa laadittaessa on määriteltävä, että tehdäänkö työ tuotantolaitoksen käynnin aikana, lyhyessä tuotantoseisokissa vai onko työ niin sanotusti vuosiseisokkityö, joka luokitellaan SAP-järjestelmään pitkänä seisokkityönä. Nykyinen tuotantotilanne Uimaharjun sahalla mahdollistaa sen, että viikonloppuisin, kun tuotantoa ei ole, on mahdollista tehdä pidempikestoisia huoltotöitä vuosiseisokkijakson ulkopuolella. Pitkän seisokkityön määritelmä tulee kuitenkin edelleen säilyttää siinä merkityksessä, että työ luokitellaan huoltosuunnitelmalla siten, että se on edelleen pitkän tuotantoseisokin edellyttämä työ, vaikka tuotantotilanne mahdollistaisikin tehdä työn muuna aikana. Tällöin vältytään siltä, että mikäli tuotanto siirtyy seitsemän päiväiseen työviikkoon kaikkien tuotanto-osastojen osalta, niin muutoksia huoltosuunnitelmille ei tarvitse tehdä.

Lyhyesti todettuna; ennakkohuollon sisällön tulee olla sellainen, että kuka tahansa, sen alan ammattihenkilö, jonka osaamisaluetta ennakkohuolto on pystyy suorittamaan suunnitellun ennakkohuollon, kun vain löytää kohteeseen.

### **5.1.3 Työturvallisuus huoltosuunnitelmissa**

Tekemällä huoltotoimenpiteitä ennakkoon varaudutaan siihen, että mitä voi tapahtua ja pyritään estämään ei toivottu tapahtuma. Stora Enson tavoitteena on 0-tapaturmaa sekä jokainen työntekijä terveenä kotiin jokaisen työpäivän päätteeksi. Valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta (2008), koneen suunnittelua ja rakennusta koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset kohdassa 1.6 on luotu raamit asioista, joita edellytetään laitteen kunnossapitoon liittyvässä suunnittelussa ja turvallisessa kunnossapidossa. Myös konedirektiivi 2006/42/EY huomioi samoja asioita, kuin valtioneuvoston asetus. Huoltosuunnitelmien turvallisuustoimenpiteitä

huomioitaessa tulee huomioida siis koko työyhteisön yhteiset tavoitteet sekä taustalla vaikuttavat asetukset ja direktiivit.

Huoltosuunnitelmassa kuvatut turvallisuustoimenpiteet kuvastavat yrityksen turvallisuuskulttuuria, osoittaen ja ohjaten toivotunlaiseen toimintaan. Tavoite on, että ihmiset toimivat samoin myös valvomattomissa, kuin valvotuissakin olosuhteissa. Tämä on mahdollista toteuttaa selkeän ja helposti ymmärrettävän ohjeistuksen voimin. Koneiden ja laitteiden turvallistamistoimenpiteet tulee olla kuvattuna huoltosuunnitelmalle, mikäli huoltotyö sitä edellyttää. Stora Ensolla on käytössään Standarditekstilista (2023) huoltosuunnitelmien laadinnan tueksi ja yhdenmukaistamiseksi. Standarditekstilista sisältää kuitenkin vain yleiset työn turvallistamistoimet sekä ennallistamisen, jossa varmistetaan prosessiturvallisuus, huolehditaan omat turvalukitukset sekä suoritetaan henkilökohtainen vaaranarviointi. Sähkötöihin liittyviä turvallistamistoimia löytyy standarditekstilistasta työkohteen jännitteettömäksi erottamiseksi ja työmaadoittamisen suorittamiseksi. Huoltosuunnitelmilla tulee ilmetä myös tavallisuudesta poikkeavat henkilökohtaiset suojavälineet, kun työn turvallinen suorittaminen sitä edellyttää. Uimaharjun sahalla on käytössä Stora Enso – Suojainmatriisi (2023), jossa on kuvattu tuotannon henkilöiden osalta, osastokohtaisesti eri työtehtäviin käytettävät henkilösuojaimet ja kunnossapidon osalta, karkealla tasolla, työtehtävätasoinen henkilösuojainvaatimus. Suojainmatriisi kattaa kaikki henkilösuojaimet pois lukien työtehtäväkohtaiset työasut.

Huoltosuunnitelmien laadinnassa tulee määritellä erityisesti tavallisuudesta poikkeavat turvallistamisjärjestelyt. Tällaisia voivat olla esimerkiksi laitteiden turvallistamistoimenpiteisiin liittyvät laitteisiin jääneen potentiaalienergian huomioiminen ja sen poistaminen tai sahan sähkönjakelun keski-jännitehuoltojen yhteydessä vaadittavat kytkentäohjelmat, joissa kuvataan tehtävän turvallistamistoimet askel askeleelta. Lisäksi huoltosuunnitelmia suunnitellessa täytyy ottaa huomioon myös kohdelaitteen välittömässä läheisyydessä olevien laitteiden toiminnan vaikutus suunniteltujen huoltotoimenpiteiden turvallisen suorittamisen mahdollistamiseksi. Henkilösuojauksen osalta huoltosuunnitelman tulee ottaa kantaa normaalista suojavarustuksesta poikkeaviin henkilösuojaimiin, joita edellytetään ennakkohuoltokierroksilla. Erityisesti kemikaalien käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota ja valittava henkilösuojavarusteet oikein.

#### 5.1.4 Voitelu- ja tarkastushuoltokierrokset

Voitelu- ja tarkastushuoltokierrokset ovat sahan suurin kunnossapidon, ennalta suunniteltavissa oleva ja PSK 6201:2022-standardin mukainen kunnossapitolaji, joka tunnetaan standardissa nimellä määräaikaishuolto. Tuotantolaitoksen jokaiselle laitteelle tulee olla määritelty jonkin tasoinen määräaikaishuolto. Stora Enson paikallinen kehitysorganisaatio on luonut aiemmin malleja voitelu-, tarkastus- ja analyysikierroksille, mutta pääosin prosessiteollisuuden ympäristöön. Olemassa olevia malleja tulee hyödyntää myös sahan huoltokierroksien määrittelyvaiheessa, jotta saavutetaan yhtenäisempi visuaalinen ilme huoltosuunnitelmien kuvauksille sekä opitaan jo aiemmin tehdyistä havainnoista.

Sahan määräaikaishuoltokierroksissa on aiemmin ollut haasteena niiden pitkät kestot ja siitä syystä huoltokierroksien yhtäjaksoinen suorittaminen on ollut haasteellista. Opinnäytetyön teemahaastattelujen yhteydessä sovittiin, että nykyiset huoltosuunnitelmat pilkotaan ja lähtökohtaisesti yhden huoltokierroksen tavoitetyöajaksi pyritään saamaan työparille 2 tuntia. Tällä toimenpiteellä pyritään varmistamaan, että huoltokierrokset pystytään suorittamaan mahdollisimman häiriöttömästi ja keskeneräistä työtä ei jäisi käsiteltäväksi. Toinen haaste huoltokierroksissa on ollut niiden sisältöjen kuvaukset. Liitteessä 6 on määritelty tarkemmin, millaiset vähimmäisvaatimukset huoltokierroksien huoltosuunnitelmien kuvauksilla tulee olla, jotta voidaan mahdollistaa huoltokierrosten laadukas suorittaminen.

Teemahaastatteluissa käytiin keskusteluja voitelu- ja tarkastushuoltokierrosten tarkastelun yhteydessä mahdollisuudesta, että huoltokierroksien sisältöjä laajennettaisiin siten, että huoltokierroksella tehtäisiin samanaikaisesti voitelua, erilaisia tarkastuksia ja pienimuotoisia korjauksia. On huomioitava, että mikäli huoltokierroksella yhdistellään erilaisia työtehtäviä, täytyy myös varmistua töiden suunnittelussa siitä, että onko huoltokierros mahdollista suorittaa kaikkien haluttujen vaiheiden työvälineiden kanssa ja miten käy työn mielekkyyden, jos esimerkiksi mukana kannettavia työvälineitä on runsaasti. Selkeä mielikuva on, että huoltokierroksilta on ulosmitattavissa merkittävästi hyötyjä ja niihin onkin syytä panostaa.

Huoltokierrosten suunnittelussa on ensisijaisena tiedon lähteenä laitevalmistajien huolto-ohjekirjat. Takuunalaisten laitteiden huollot tulee suorittaa valmistajan huoltojen mukaisesti ja vasta takuuajan umpeuduttua voi laitteeseen kohdistuvia voiteluja ja tarkastuksia optimoida vastaamaan

vallitsevia käytäntöjä. Onhan tällöin saatu jo pitkältä ajanjaksolta tietoa laitteen käyttäytymisestä, jolloin huoltotoimenpiteiden optimointi on muutoinkin tuolloin perusteltua. Huoltokierrosten määrittelyssä on olennaista, että lisäarvoa tuottamaton ”teollisuuskävely” minimoidaan eli huoltokierrosten eri huoltokohteiden järjestys on tarkoin harkittu ja optimoitu. Voitelu- ja tarkastushuoltokierroksista voi muodostua lopulta hyvinkin erilaisia vaikeustasoltaan ja se on täysin hyväksyttävää. Esimerkiksi voiteluhuoltokierrosten on syytä olla helppoja, sillä niitä tehdään tiheästi ja ne toimivat tällöin myös uuden työntekijän perehdytystehtävinä. Helpohkojen huoltokierrosten avulla uudet työntekijät on mahdollista saada tekemään tuottavaa työtä nopeallakin aikataululla. Tarkastushuoltokierrokset taas voivat olla vaativampia, joihin sisältyy niin tarkastuksia, kuin tarkistuksia ja ne edellyttävät syvempää laitetuntemusta. Voiteluhuoltojen onnistumisen varmistamiseksi olisi suotavaa luoda merkintäjärjestelmä, jossa esimerkiksi eri värien avulla kerrotaan voiteluaineen määrä, joka huollon yhteydessä lisätään kohteeseen.

Voitelu- ja tarkastushuoltokierrosten huoltosuunnitelmien jatkuva ylläpito ja kehittäminen on perusedellytys voitelu- ja tarkastushuoltokierrosten onnistumiselle. Koko organisaation on sitouduttava huoltokierrosten kehittämiselle, sillä jo pelkästään ensimmäisten huoltokierrosten määrittely nykyhetkestä haluttuun muottiin sisältää mittavan määrän työtä. Kun ensimmäiset versiot huoltokierroksista on testausvaiheessa, niin tuolloin ollaan vasta matkan puolivälissä, jonka jälkeen kunnossapitoasentajien kommentit ja parannusehdotukset tulee saattaa kunnossapitojärjestelmän huoltosuunnitelmille. Huoltokierroksien tarkkuus määrittää lopulta sen, että kuinka paljon reaktiivista kunnossapitoa ilmenee.

### **5.1.5 Kriittisyystarkastelun vaikutus huoltosuunnitelmiin**

Kriittisyystarkastelu luo perustan kaikelle nykyaikaiselle kunnossapidolle. Stora Ensolla on käytössä RCM-menetelmään perustuva kriittisyystarkastelutyökalu, jonka mukaan sahan laitteistolle aiemmin tehty kriittisyysluokittelu tulee päivittää sahan laitteiston osalta ajan tasalle. Liitteessä 3. on kuvattu Stora Enson mallin mukainen kriittisyystarkastelun luokittelumalli ja kriittisyysluokkien (A, B ja C) rakentuminen kaaviomuodossa.

Kriittisyystarkastelun lopputuloksena tuotantolaitteille on määritelty toimintopaikkakohtainen kriittisyysluokka. Toimintopaikoille valitaan niiden kriittisyysluokan perusteella muodostuvat huoltosykliit ja kunnossapitostrategia. Esimerkiksi A-kriittisen laitteen huoltosykliit ovat tiheitä ja niille

laitteille tehdään voitelua, tarkastusta sekä kunnonvalvontaa. C-kriittisen laitteen huoltosykliä toteutuvat harvemmin ja ne voivat sisältää vain voitelua. Laitteen kriittisyysluokittelu auttaa uusien huoltosuunnitelmien luomisessa. Huomioitava on, että onnistunut ja ajantasainen kriittisyysluokittelu helpottaa myös työnohjausta niin reaktiivisen kunnossapidon kuin proaktiivisenkin, eli suunnitelmallisen kunnossapidon saralla. Lähtökohtana tulee kuitenkin pitää toimintamallia, jossa jokaiselle laitteelle on määritelty huoltostrategia, riippumatta laitteen kriittisyysluokasta.

Valitut kriittisyysluokkien mukaiset kunnossapitostrategiat ja huoltosykli on kuvattu liitteessä 6.

### **5.1.6 Ennakkohuolloissa käytettävät varaosat ja voiteluaineet**

Varaosien ja voiteluaineiden hallinta on myös yksi kunnossapidon kulmakivistä. Jos niitä ei ole käytettävissä jää huolto tai korjaus tekemättä tai työtä ei voida suorittaa suunnitellulla tavalla. Ennakkohuollot toistuvat tiheästi ja niissä käytettävät varaosat ja voiteluaineet ovat ennalta tiedossa. Tällä hetkellä sahan ennakkohuolloista, vain osassa on määritelty voiteluaine kunnossapitojärjestelmän huoltosuunnitelman kuvaukseen, mutta pääosin varaosia tai voiteluaineita ja voiteluaineiden määriä ei ole määritetty huoltosuunnitelmille. Voiteluaineiden osalta sahalla on tehty aiemmin kehitysprojekti, jolloin voiteluaineiden määrää on rajattu ja saatu voiteluainekokonaisuus helpommin hallittavaksi.

Ideaalitilanteessa kriittisyystarkastelun tuloksena, jokaiselle tuotantolaitoksen laitteelle on määritetty kriittisyysluokka. Kriittisyysluokan perusteella määritellään laitekohtainen varaosavarautuminen, joka käytännön tasolla tarkoittaa sitä, että korkeamman kriittisyysluokitellun laitteen varaosien saatavuus on selvitetty ennalta ja mahdollisesti tuotantolaitoksen omiin varastoihin on hankittu varaosia odottamaan tarvetta. Voiteluaineiden osalta tilanne on toinen, laitekohtainen voiteluaine on määriteltävä kullekin laitteelle ja voiteluainetta tulee löytyä varastosta, huolimatta siitä, mikä sen kriittisyysluokka on.

Varaosien ja voiteluaineiden määrittelylle huoltosuunnitelmissa on useita eri mahdollisuuksia sahalla käytössä olevassa kunnossapitojärjestelmässä. Varaosat tulee kaikissa tapauksissa määritellä nimikkeiksi ja kohdistaa ne laitteiden alapuolelle kunnossapitojärjestelmän toimintopaikkarakenteessa. Myös voiteluaineet tulee luoda nimikkeeksi ja kohdistaa samalla tavoin, kuin varaosat.

Ennakkohuoltojen osalta varaosien ja voiteluaineiden määrittely ja ohjeistus on mahdollista tehdä kolmella eri tapaa:

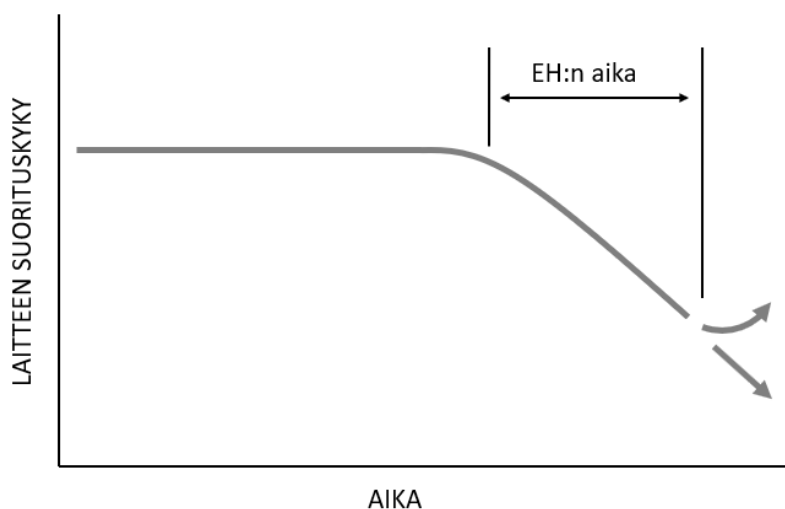
1. Varaosan tai voiteluaineen nimiketiedot ja nimi sekä määrä kirjataan huoltosuunnitelman pitkään tekstiin erikseen.
2. Varaosan tai voiteluaineen nimiketiedot ja nimi sekä määrä kirjataan vakioteksteihin ja huoltosuunnitelmien pitkissä teksteissä käytetään varaosien ja voiteluaineiden osalta vakiotekstirivejä.
3. Varaosa tai voiteluaine lisätään nimikkeenä huoltosuunnitelman sisällä olevan huoltorivin komponentit välilehdelle.

Teemahaastatteluissa huomattiin, että varsin rajallinen määrä nimikkeitä, varaosia ja voiteluaineita liittyy kunnossapitojärjestelmässä oleviin ennakkohuoltoihin. Suurimman hyödyn työsuunnittelijan näkökulmasta saavuttaisi, kun huoltosuunnitelmilla olisi määriteltynä voiteluaineet, tiivisteet ja eri järjestelmien suodattimet. Joskin suodattimien osalta olisi myös tarve suorittaa harmonisointia, niiden laajahkon valikoiman vuoksi.

Huoltosuunnitelmien ylläpidon näkökulmasta varaosien ja voiteluaineiden esittäminen huoltosuunnitelmilla on yksinkertaisin esittää yllä kuvatun vaihtoehdon 2. mukaisesti. Tällöin esimerkiksi voiteluaineen vaihdon yhteydessä tarvittava muutos tehdään vain vakiotekstiin ja tehty muutos päivittyy kunnossapitojärjestelmän kaikkiin huoltosuunnitelmiin, johon vakioteksti on kirjattu. Yksittäisissä varaosatarpeissa voi olla tarve poiketa valitusta tavasta, jolloin yllä esitetyn vaihtoehdon 1. käyttäminen on perusteltua, muutoksen tekemisen helppouden vuoksi. Vaihtoehto 3. aikaansaakaan, että huoltosuunnitelman muodostuttua huoltotilaukseksi, suunnitellut varaosat ja voiteluaineet ovat ”tilausvalmiina” työtilauksella ja kun tilaus vapautetaan kunnossapitojärjestelmässä, muodostuu tarviketilaukselle, ellei tarvikkeita poista tilauksen vapauttamisen yhteydessä. Vaihtoehto 3.:ssa kulut kirjautuvat aina oikeille tilauksille, mutta käytäntö ei sovi nykyiseen toimintamalliin, jossa esimerkiksi voiteluaineet ovat sahan vapaajakeluvarastossa ja edellä kuvattu kunnossapitojärjestelmän tarviketilauksella muodostaisi erillisiä tilauksia voiteluainetoimittajille. Vaihtoehto 3.:n käyttöönotto edellyttäisi merkittäviä muutoksia logististen toimintatapojen yhteyteen, joten sen käyttöönottoa ei voi suositella tähän yhteyteen.

### 5.1.7 Huoltosuunnitelmien syklit

Ennakkohuollot ovat toistuvia töitä, joita voidaan tehdä esimerkiksi kalenteriin, käyntiaikaan tai johonkin indikaattoriin perustuvana. Tekniset ratkaisut antaisivat jo edellytyksen, Stora Enson Uimaharjun sahalla luoda jo tälläkin hetkellä erilaisia triggereitä laitteiden käyntiaikoihin, värähtelyyn tai lämpötiloihin perustuvista mitatuista suureista, mutta eri järjestelmien välille ei ole tois- taiseksi rakennettu rajapintoja tai itse järjestelmiin ei ole rakennettu edellytyksiä kerätä dataa. Huoltosuunnitelmien sykleillä on merkittävä vaikutus kunnossapidon toimintaan. Kuviossa 11 on esitetty yksinkertaistettu malli ennakkohuollon ideaalisesta syklin määrittelystä. Kuviossa ennak- kohuolto on ajoitettu siihen ajankohtaan, jossa laitteen suorituskyky alkaa laskemaan, mutta laite ei vielä vikaannu. Ajankohta on kuitenkin sovitettu niin, ettei laitetta huollettaisi liian aikaisin, jol- loin käytännössä ei hukata kunnossapidon resurssia eikä materiaalia ”ylihuoltamiseen”. Pohjana huoltosuunnitelmien syklien määrittämiselle on yksinkertaisinta käyttää laite- ja varaosavalmista- jien ohjeistusta huoltoväleistä, joskin on syytä ottaa huomioon, että laitevalmistajilla voi olla tarve ohjeistaa ylihuoltamaan, toimittamiaan laitteitaan. Muita vartenotettavia keinoja huoltokierros- ten syklien määrittelyssä on laitekohtaisen vikaantumistaajuuden tai tapahtumataajuuden tarkas- telu, jonka perusteella huoltosyklejä joko tihennetään tai harvennetaan. Molempia edellä maini- tuista keinoista on mahdollista käyttää olemassa olevilla Stora Enson kunnossapidon dataa havainnollistavilla sovelluksilla, mutta valitettavaa on, että käytössä oleva laitteiden historiadata, etenkin huoltojen osalta on heikkoa tai sitä ei ole ollenkaan.



Kuvio 11. Periaatteellinen ennakkohuollon ideaalisyklin määrittäminen aikajanalla.

Stora Enson, Uimaharjun sahalla on käytössä pääasiassa 6 vakiosykliä ennakkohuolloille. Käytössä olevat syklit ovat: 1, 4, 12, 26 ja 52 viikkoa. Lisäksi löytyy yksittäisiä huoltosuunnitelmia esimerkiksi määräaikaistarkastuksille, joiden syklit ovat pidempiä, kuin 1 vuosi. Huoltokierroksien läpikäynnin yhteydessä on syytä tarkastella tarkoin, etenkin tiheimmin tehtävien huoltosykljen tarvetta ja mahdollisesti ottaa käyttöön lisää vakiosyklejä esimerkiksi 2 vko ja 8 vko.

Huoltokierrosten sykljen tarkastelu tulee olla yksi ajoittain tarkasteltavista ennakkohuoltoihin liittyvistä asioista. Tuotantomäärien muuttuessa aikaan perustuvat huoltosyklit tulee ottaa tarkasteluun, sillä samalla kun tuotantomäärä kasvaa tapahtuu muutoksia myös laitteiden käyntiaikoihin, joka tarkoittaa lisääntyvää huollon tarvetta. Vallitsevassa tilanteessa ei kuitenkaan nähdä vielä tarpeelliseksi ryhtyä tekemään muutoksia huoltosuunnitelmiin nykyisten tuotantomäärien vaikutuksesta.

Vuodenaikojen vaihtelut tulee pystyä ottamaan huomioon huoltokierrosten sykleissä. Vallitsevien ilmasto-olosuhteiden muuttuminen kesähelteistä talven kireimpiin pakkaspäiviin aikaansaa muutoksia etenkin voiteluaineiden ominaisuuksissa. Kunnossapitojärjestelmän ominaisuudet huomoiden, eri vuodenaikoina tehtäville töille tulee luoda omat huoltosuunnitelmat, jotka vaihdetaan käsin kunnossapitojärjestelmässä vuodenajan vaihtuessa.

#### **5.1.8 Toimeksiannot suunnitelmalliseen kunnossapitoon**

Ennakkohuoltoja suorittaa Stora Enson, Uimaharjun sahalla omat kunnossapito- ja kunnonvalvontaorganisaatiot, tuotannon henkilöt sekä ulkopuoliset toimijat. Kaikilla huoltoja suorittavilla tavoilla ei ole tarpeen päästä käyttämään Stora Enson kunnossapitojärjestelmää. On kuitenkin hyväksyttävä ja sisäistettävä, että vaikkakin huoltokierroksilla pääfokus on tehdä tiettyjä tarkastikin määriteltyjä kunnossapitotoimenpiteitä, tulee työn yhteydessä tehdä havaintoja myös työkohteeseen ja huoltokierrokseen liittyvistä laitteista sekä henkilö- ja laiteturvallisuuteen liittyvien asioiden osalta. Olennaisinta työn suorittamisen kannalta kuitenkin on, että huoltokierrokset pystytään suorittamaan ”häiriintymättä”, jolloin huoltokierroksen aikana ei ole järkevää ryhtyä suorittamaan pidempikestoisia korjaustoimenpiteitä. Painotettava on, että huoltokierroksien aikana helposti ja nopeasti tehtävät korjaustoimenpiteet on syytä suorittaa.



Kukin ennakkohuoltoon sisällymätön korjaustoimenpide tulee kirjata kunnossapitojärjestelmään ilmoitukseksi. Huolloissa, jotka tekee ulkopuolinen toimija, ilmoituksen järjestelmään luo työn tilannut henkilö ja Stora Enson työntekijän tehdessä ennakkohuolto, tulee työntekijän itse tehdä ilmoitus. Erillisiä paperilappuja, tekstiviestejä tai käytäväkeskusteluja ei tule pitää hyväksyttävänä tapana välittää tietoa, sillä kuvattuja tapoja käytettäessä on inhimillisen unohtamisen vaara merkittävä, jolloin korjaustyö voi jäädä tekemättä ja kunnossapitojärjestelmään ei kerrytetä tulevaisuuden tarpeita varten arvokasta dataa.

Useita vuosia aiemmin on ohjeistettu laittamaan kunnossapitojärjestelmän ilmoituksille erityinen tilatieto, joka kertoo sen, että ilmoitus on luotu ennakkohuoltotapahtumasta. Tämän tilatiedon käyttö on edelleen osittain käytössäkin kunnossapidon sekä kunnonvalvonnan osalta, mutta kyseisen tilatiedon lisäämisestä tulee tehdä käytäntö, joka auttaa tulevaisuudessa ennakkohuoltojen ylläpitäjiä tarkastelemaan huoltokierroksien tarpeellisuutta sekä huoltokierroksien laadullisia tekijöitä.

Huolto- ja tarkastuskierrosten sisältöjä sekä ohje ennakkohuollosta perustettavalle ilmoitukselle on kuvattu yksityiskohtaisemmin liitteessä 6.

## **5.2 Huoltosuunnitelman luominen**

Huoltosuunnitelman luomisen tarve voidaan ajatella tulevan tarpeelliseksi kahdessa erilaisessa tapauksessa. Uuden laitteen hankinta täyttää projektin merkit, olipa kyse sitten pienestä laitehankinnasta tai mittavasta investointihankkeesta. Uuden laitteen hankinnan tulee edetä Eforan (tätä nykyä Stora Enso, mutta dokumentin nimeä ei päivitetty) Toimintajärjestelmän - Projektikäsikirjan (2015, 22–33) kappaleiden 12.3: Projektin kunnossapito- ja 12.6: Koulutusasioiden sekä 12.5: Projektin vastaanottotarkastuksen ja 16.2: Lopputöiden että 16.3: Projektin dokumentointiohjeistuksen mukaisesti. Tällöin muutkin, kuin huoltosuunnitelmiin liittyvät kunnossapidolliset asiat tulevat huomioiduksi. Käytössä olevalle laitteelle huoltosuunnitelman luominen etenee suoraviivaisesti käytettävissä olevan datan jalostamisen kautta. Laitteen huoltohistoria, henkilöiden tekninen osaaminen, olemassa olevat ohjeistukset sekä laitevalmistajan toimittamat huolto-ohjeet muodostavat huoltosuunnitelman, joka optimoidaan kunnossapidon käyttöön.

Kun huoltosuunnitelmaa ryhdytään luomaan laitteen myöhäisessä elinjaksosvaiheessa, on vaikutusmahdollisuudet hävinneet lähes minimiin niin elinjaksokustannusten kuin teknistenkin ratkaisujen osalta. Käytössä oleva data on todennäköisesti puutteellista tai sitä ei ole laisinkaan, mikä johtaa siihen, että työtä tehdään muistinvaraisena. Farrin ja Faberin (2018) mukaan jopa 75 % laitteen elinjaksokustannuksista määritellään laitteen suunnittelun konseptivaiheessa. Uimaharjun sahan laitehankinnoissa, kuten alalle on muutenkin tyypillistä, laitteen suunnittelun varhaiset vaiheet on hyvin pitkälti tehty laitetoimittajan toimesta ja investoinnin tai korvausinvestoinnin yhteydessä laite hankitaan uuteen sijaintiin tai sovitetaan olemassa olevaan tuotantolinjaan. Panostamisella oikea-aikaisesti laitetoimittajan kanssa hankitun laitteen esisuunnitteluvaiheeseen ja erityisesti osallistamalla kunnossapidon henkilöitä esisuunnitteluvaiheeseen, pystyttäisiin vaikuttamaan merkittävästi laitteiston huollettavuuteen.

### **5.2.1 Huoltosuunnitelman luominen uudelle laitteelle**

Eforan Toimintajärjestelmän – Projektikäsikirjan (2015, 22) projekteissa tavoitteena on se, että kunnossapidon tietojärjestelmät ovat päivitetyt tai valmiit ennen uuden laitteiston käynnistystä. Myös tarvittavat, uudet varaosat tulee olla saatavilla (Projektikäsikirja 2015, 22). Myös Stora Enson Uimaharjun sahall on syytä asettaa sama tavoite. Kunnossapidollisten asioiden mahdollisimman varhainen huomioiminen projekteissa luo mahdollisuuden hyödyntää niin oman, kuin laitetoimittajankin osaamista laitteiston käyttövaiheessa. Laitetoimittajalta on mahdollista edellyttää osana laitetoimitusta kattavat huoltosuunnitelmat, jotka lähtökohtaisesti rakennetaan olemassa oleville lomakepohjille. Tuolloin projektissa on mahdollista myös säästää projektiin osallistuvan henkilön työpanoksesta, kun aineistot käsitellään valmiimpaan muotoon jo laitetoimittajan toimesta. Kun huoltosuunnitelmien laadintaan osallistetaan laitetoimittajaa, niin sen voidaan ajatella vaikuttavan positiivisella tavalla myös laitetoimittajan elinjaksoajatteluun, jolloin laitetoimittaja itse joutuu käsittelemään ennakkohuoltoihin liittyviä asioita yksityiskohtaisemmalla tasolla.

Olennaista on, että projekteissa nimetään vastuulliset henkilöt huolehtimaan eri toimialojen huoltosuunnitelmien luomisesta. Uusien laitteiden huoltojen ja huollettavuuden huomioiminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, yhdessä selkeiden vastuiden kanssa, voidaan olettaa antavan hyvän perustan onnistuneelle ennakkohuoltojen suunnittelulle. On huomioitava, että projekteissa voi olla järkevä jakaa projektin tehtäviä kunnossapidon henkilöille sinne, mistä sen hetkinen paras asiantuntemus löytyy, etenkin ennakkohuoltojen osalta.

Liitteessä 6. on kuvattu uuden laitteen huoltosuunnitelman luomiseen liittyvä tehtävänjako uimaraatakaaviomuodossa.

### **5.2.2 Huoltosuunnitelman luominen olemassa olevalle laitteelle**

Koska Stora Enson Uimaharjun saha on jo yli 80-vuotias tämän opinnäytetyön laatimisen aikaan, sopii olettaa, että sen historia sisältää lukuisia erilaisia tapoja hoitaa kunnossapitoa ja erityisesti ennakkohuoltoja. Alkuperäisen sahan laitteita ei ole enää nykyisin käytössä. 1970-luvulta alkaen, jolloin Uimaharjun saha paloi lähes täysin ja tilalle rakennettiin uusi on havaittavissa eri vuosikymmenien aikana kerrostuneita ratkaisuja ja laitteita, joita on korjattu ja saneerattua aikojen saatossa. Kevään 2023 aikana käytyjen teemahaastattelujen yhteydessä havaittiin, että useille laitteille on tarvetta luoda uusia huoltosuunnitelmia kunnossapitojärjestelmään.

Huoltosuunnitelman luomista olemassa olevalle laitteella voidaan pitää työläämpänä, kuin huoltosuunnitelman luomista uudelle laitteelle. Kaikki laitetta koskettavat valmistajakohtaiset huolto-ohjeet tulee sovittaa paikallisesti, parhaimmiksi opittujen keinojen kanssa, mutta esimerkiksi voiteluhuoltojen osalta on sovellettava laakerivalmistajien ohjeistuksia. Erilaisia variaatioita ohjeiden yhdistämisistä on lukuisia, kuten on ohjeiden lukijoitakin. On olennaista, että huoltosuunnitelman teoreettisen tiedon pohjana käytetään luotettavaa lähdeaineistoa. Tärkeätä on myös, että ohjeita tulkitaan ja sovitetaan kunnossapidossa paikallisesti ja yhtäläisin tavoin, jolloin kunnossapidossa tarkasteltavien ilmiöiden tulkitseminen selkiytyy ja tulee yhdenmukaisemmaksi. Kun yhteisiä tulkintoja määritellään, tulee antaa painoarvoa kokemusperäiselle tiedolle sekä kunnossapitojärjestelmästä saatavalle datalle.

Liitteessä 6. on kuvattu olemassa olevan laitteen huoltosuunnitelman luomiseen liittyvä tehtävänjako prosessikaaviomuodossa.

### **5.3 Huoltosuunnitelmien ylläpitäminen**

Huoltosuunnitelmien ylläpito on kunnossapidon jatkuvuuden kannalta elintärkeätä. Järjestelmän ylläpito ei itsessään edellytä suurta järjestelmäpuolen erityisosaamista, kun huoltosuunnitelmiin liittyvät asiat on määriteltä ennalta ja hyvällä tarkkuudella. Organisaatiossa on kuitenkin syytä nimetä henkilö tai henkilöt, jotka hallinnoivat kunnossapitojärjestelmässä olevia huoltosuunnitelmia

ja -rivejä sekä avustavat huoltosuunnitelmien sisältöjen laadinnassa projektihenkilöitä. Ilman erillistä vastuun nimeämistä organisaation sisällä jatkuu tilanne samankaltaisena, kuin mitä se tämän opinnäytetyön tutkimuksen aikana ja jo aiemminkin oli havaittu olevan. Vastuuta huoltosuunnitelmien ylläpidosta ei ollut kenelläkään.

Huoltosuunnitelmien ylläpidon rakentuminen voidaan nähdä alkavan elinjakson hallinnan näkökulmasta jo uuden laitteen hankintavaiheesta ja tämä tulee ottaa myös huomioon, kun projektiin osallistuvia henkilöitä määritellään. Kunnossapidon henkilöiden osallistuminen projekteissa laitemäärittelyyn sekä hankintoihin varmistaa, että laitteen ennakkohuollot saadaan määriteltyä mahdollisimman yhdenmukaisiksi, olemassa olevien huoltosuunnitelmien kanssa.

Tyypillisesti myös suuremmat laitesaneeraukset hoidetaan projektinomaisesti. Tuolloin projektin vastuuhenkilöillä tulee olla hyvä käsitys siitä, että mitä huoltosuunnitelmia tulee päivittää ja mitä huoltosuunnitelmia ylipäätään muutos koskettaa. Kun laitesaneerauksien yhteydessä muutetaan huoltosuunnitelmia on avainasemassa onnistumiselle kunnossapitojärjestelmään oikein luodut huoltosuunnitelmat, joihin on liitetty kunkin laitteen tiedot sovitulla tavalla. Tällöin vältetään päällekkäisyyksiltä, sekä vanha tieto tulee poistetuksi oikealla tavalla.

Laitteen elinjakson tuotantovaiheessa on kunnossapito vastuullisena huoltosuunnitelmien ylläpidosta. Kunnossapito kehittää ja optimoi jatkuvasti huoltosuunnitelmia tarveperusteisesti. Merkittävät muutokset huoltosuunnitelmissa hyväksytetään kunnossapito-organisaation ylätasolla, kunnossapitopäälliköllä, joka valvoo ja huolehtii, että valittu kunnossapitostrategia toteutuu.

Liitteessä 6. on kuvattu olemassa huoltosuunnitelman ylläpitoa yksityiskohtaisemmin.

## **5.4 Huoltosuunnitelmien käytöstä poistaminen**

Huoltosuunnitelmien käytöstä poistaminen tulee tapahtua harkitusti, sillä se tarkoittaa käytännössä sitä, että huoltosuunnitelmalle kohdennetuille laitteille ei enää generoidu tulevaisuudessa huoltotilauksia kunnossapitojärjestelmään. Normaalitilanteessa tyypillisellä SAP-käyttäjällä ei ole kunnossapitojärjestelmään sellaisia käyttäjäoikeuksia, että huoltosuunnitelman pystyisi poistamaan kokonaan. Yleinen toimintatapa on toimia siten, että huoltosuunnitelma asetetaan kunnossapitojärjestelmässä ”Ei Aktiivinen -tilaan”, jolloin se ei luo enää uusia ennakkohuoltotilauksia.

Mikäli huoltosuunnitelman tilamuutos havaitaankin myöhemmin tarpeettomaksi on huoltosuunnitelma palautettavissa käyttöön palauttamalla se jälleen ”Aktiivinen -tilaan”.

Huoltosuunnitelmilla, joihin on koottu useita eri laitteita yhdeksi kokonaisuudeksi, tulee pystyä muokkaamaan tarpeita vastaavaksi. Tällaisia ovat esimerkiksi voitelu- ja tarkastushuoltokierrokset. Käytöstä poistettujen laitteiden toimintopaikka- ja laitetiedot tulee poistaa huoltosuunnitelmilta ja huoltosuunnitelma tulee muokata niin tavoitetyöaikojen kuin huoltosuunnitelman kuvauksen osalta vastaamaan todellisuutta. Edellä mainituissa esimerkkitapauksissa huoltosuunnitelmaan tehdään harkittuja muutoksia, mutta itse huoltosuunnitelman tilaa ei muuteta, vaikkakin huoltosuunnitelmalta poistetaan tietoa.

Liitteessä 6. on kuvattu olemassa huoltosuunnitelman käytöstä poistoa yksityiskohtaisemmin.

## **5.5 Viranomaistarkastukset ja ulkopuolisen tekemät ennakkohuollot**

Teollisuuslaitoksen toiminta edellyttää erilaisia viranomaistarkastuksia ja ulkopuolisen tehon tekemiä huoltoja sekä tarkastuksia. Osa tehtävistä tarkastuksista on lain mukaan teetettävä valtuutetun tarkastajan toimesta tai osassa töistä/tarkastuksista voidaan hankkia riittävä osaaminen yrityksen sisälle, työn suorittamiseksi. Käytänteet voivat erota hyvinkin paljon toisistaan saman yrityksen eri toimipisteiden välillä. Opinnäytetyön teemahaastatteluissa tunnistettiin sahalla olevan yli 35kpl ulkopuoliselta hankittavaa huolto- tai tarkastuskokonaisuutta. Mahdollisesti, edellä mainittuja pienempiä tai suurempia kokonaisuuksia havaitaan myöhemmin lisää. Vaikka kaikki tunnistetut ostopalveluna tehtävät huollot ja tarkastukset eivät toistu vuosittain, voidaan olettaa, että niiden tuotannollinen sekä taloudellinen vaikutus on merkittävä ja senkin takia niitä tulee käsitellä samalla huolellisuudella, kuin muitakin sahalla tehtäviä ennakkohuoltoja.

Ulkopuolisten palveluiden voidaan lähtökohtaisesti olettaa olevan laadukkaita, koska niitä hankitaan tiettyä erityisosaamista vaativiin töihin. Huoltosuunnitelmilta tulee kuitenkin ilmetä, että mitä tilatulta työltä odotetaan (=mitä tehdään), jotta toistuvasti tehtävät huollot tehdään vaaditulla tasolla ja huoltojen tilaaminen käy helposti. Eli käytännössä ”tiedetään mitä tilataan”. Viranomais-tarkastukset tulee myös olla luotuna huoltosuunnitelmiksi, joihin kuvataan tarkastuksen toimenpiteet sekä tarkastusta edeltävät turvallisuus- sekä valmistelutoimenpiteet.

Niin viranomaistarkastustenkin, kuin ulkopuolisen tahon tekemien tarkastus- ja huoltopöytäkirjojen arkistointi tulee olla yhdenmukainen ja pöytäkirjat tulee tallentaa Stora Enson intranettiin, sinne varattuihin toimintopaikkakohtaisiin kansioihin. Ne huollot, jotka on mahdollista dokumentoida kunnossapitojärjestelmään, on ne myös sinne tehtävä. Tämä on käytännössä mahdollista niiden toimijoiden osalta, joilla on käyttäjätunnukset Stora Enson kunnossapitojärjestelmään. Ulkopuolisten tahojen tekemien tarkastusten ja huoltojen laatua tulee kuitenkin edelleen valvoa, jotta voidaan varmistua siitä, että tilatusta ja toimitetusta työkokonaisuudesta ollaan yhtä mieltä.

Liitteessä 6. on kuvattu viranomaistarkastusten ja ulkopuolisen tahon tekemien huoltosuunnitelmien sisältökuvauksia yksityiskohtaisemmin.

## **5.6 Käyttäjäkunnossapidon rooli ennakkohuolloissa**

Sahan tuotantotyöntekijöiden työtehtävät vaihtelevat hyvin laajasti eri osastojen organisaatioissa. Tuotannon resurssia on monesti kuitenkin mahdollista käyttää suunnitellusti erilaisiin tehtäviin, huomioiden tuotantoon ja osaamiseen liittyvät rajoitteet. Opinnäytetyön aikana sahalla oli meneillään 5S-projekti, jossa tuotannon työntekijöiden vastuuta tuotantolaitteista päivitettiin, määriteltiin uudelleen tarkentaen sen hetkisiä ohjeistuksia ja kohdentaen erilaisia tehtäviä tuotantokriittisiin laitteisiin. Lisäksi tuotannon henkilöille on vuosien 2022 ja 2023 aikana hankittu nykyaikaiset puhelimet, joiden avulla on tullut mahdolliseksi raportoida turvallisuuteen liittyviä havaintoja sekä ilmoittaa tuotantolaitteisiin liittyvistä havainnoista kunnossapitojärjestelmään, mobiilisovelluksen välityksellä. Tuotannon henkilöitä on myös perehdytetty tekemään yksittäisiä tuotantoa ylläpitäviä toimia. Pidempien tuotantoseisokkien aikana tuotannon henkilöitä ottaa osaa sahan kunnossapidon tehtäviin, osin kunnossapito työryhmien osana tai paikoin myös itsenäisesti. TPM:ssä tuotannon henkilöstöllä on ”laitevastuu” tuotantolaitteesta ja kunnossapito-organisaatio tuottaa käytännössä kunnossapitopalvelua tuotannolle. Opinnäytetyön tekohetkellä käyttäjäkunnossapito on väärä termi kuvaamaan tuotannon osallistumista kunnossapidollisiin tehtäviin. Paremmin kuvaava termi käynnissäpito kertoo tämänhetkisestä tekemisen laajuudesta ja ajatusmaailmasta suhteessa TPM:n ideaalimalliin ”laitevastuusta”.

Suosittelavaa olisi, että tuotannon henkilöiden osaamista kasvatettaisiin määrätietoisesti kohti vankempaa osaamista oman tuotantovastuun alueen laitteistojen osalta, jolloin laitteiston ylläpitoonkin liittyvät asiat muodostuisivat pidemmällä aikajänteellä enemmän ”omistajuuden”

kaltaiseksi. Havaintojen laadukas raportointi kunnossapitojärjestelmään on selkeä ensiaskel kohti edellä mainittua suositusta. Uutena kommunikoinnin tapana tuotannon ja kunnossapidon välillä, ilmoitusten käsittelyyn ja ilmoitusten laadun varmistamiseen tulee käyttää aluksi merkittävä määrä energiaa, jotta toimintatapa saadaan vakiinnutettua ja uuden toimintavan hyödyt tuotua esille. Myös tuotannon henkilöiden suorittamat testauskierrokset tulee luoda huoltosuunnitelmiiksi kunnossapitojärjestelmään, jolloin muistinvaraiset asiat ja erilliset muistintukena olevat excel-tiedostot ja vastaavat muistilistat saadaan yhteen järjestelmään ja töiden raportointi reaaliaikaiseksi. On myös havaittu, että tarkastuksien osalta löytyy päällekkäisyyksiä tuotannon ja kunnossapidon tekemien ennakkohuoltojen osalta. Päällekkäisyydet tulee hävittää välittömästi sekä varmistaa samalla, että tehdyt tarkastukset löytyvät huoltosuunnitelminä kunnossapitojärjestelmästä.

Liitteessä 6. on kuvattu tarkemmin kunnossa- ja käynnissäpidon ajantasainen tehtäväjako sahalla.

## **6 KPI-mittarit sahan kunnossapidossa**

Kunnossapidon tunnuslukuja hyödynnetään vaihtelevasti Stora Enson kunnossapidon työnohjauksessa. Sahan työnohjauksessa koetaan, että osa tarjolla olevista KPI-mittareista ohjaa toimintaa kuormittavampaan suuntaan työnohjauksen ja -suunnittelun osalta ja siitä syystä joidenkin mittareiden käytöstä on luovuttu. Mittarit olivat hajallaan ja niistä ei saatu kaikkea hyötyä irti tai ne eivät palvelleet toimintamallia halutulla tavalla, jonka vuoksi on ajauduttu siihen, että aktiivista tarkastelua mittareiden osalta tapahtuu vain murto-osalle tarjolla olevista KPI-mittareista.

Opinnäytetyön aikana seurannassa sahan kunnossapidon KPI-mittareista oli: kunnossapitojärjestelmän avoimien tilausmäärien seuranta, keskimääräinen työn kesto sekä viikon välein pidettävissä palavereissa käsiteltävänä olevat avoimet kunnossapitotilaukset, kokonaistyömäärän ennuste sekä tilauksien käsittelyprosessin tarkastelu. Muiden mittareiden käyttö oli satunnaista, mutta käsitys olemassa olevien mittareiden tarjonnan laajuudesta oli olemassa.

KPI-mittareiden käyttöä kunnossapidon työnohjauksessa ei siis koettu sahalla kovin merkittäväksi, opinnäytetyön tekemisen aikana. Päivittäisen toiminnan, reaktiivisten töiden osuus vaikutti työnohjauksen käyttämään työaikaan muita töitä enemmän. Tämän vuoksi sahan kunnossapidon työnohjauksessa koettiin, että muun muassa kunnossapitojärjestelmän kunnossapitotilausten suunnitelmallisuuden seuranta ei tällöin tarjonnut oikea-aikaista kuvaa tilanteesta.

Koska opinnäytetyön tekijällä ei opinnäytetyötä tehdessä ollut pääsyä sahan KPI-mittareihin (Stora Enson sisäinen työkalu), päädyttiin tarkastelemaan kunnossapitojärjestelmästä saatavaa dataa kunnossapitolajeista ja niihin kytkeytyvistä kustannuksista, kolmen toisiinsa rinnastettavan tuotantolaitoksen osalta. Kunnossapitojärjestelmästä saatavilla oleva data oli käytettävissä kolmen tuotantolaitoksen osalta vuosien 2016 ja 2022 väliseltä ajalta, jolloin kussakin tuotantolaitoksessa oli käytössä sama kunnossapitojärjestelmä. Otannassa oli mukana yhteensä yli 117 500 kunnossapitotapahtumaa.

Tuotannon ja kunnossapidon tunnuslukujen yhteyksien tarkastelua ei tehty opinnäytetyössä, sillä tuotannon tunnuslukuja oli käytettävissä vain kahdelta vuodelta, jolloin tarkastelu olisi kohdentunut hyvin lyhyelle ajanjaksolle.

Liitteen 7. ensimmäisellä sivulla on kuvattu tarkastelun kohteena olleet tuotantolaitokset.

## **6.1 Kunnossapitolajien suhteet ja kustannukset päätetyistä kunnossapitotapahtumista**

Kunnossapitolajien suhteet kaikkien kolmen tarkastelussa olleen tuotantolaitoksen otannassa, muokautuvat likimain kuviossa 10, Levittin (2011, 60) esittämää optimaalista mallia; suunnitellun kunnossapidon osuuden ollessa yli 50 %, ehkäisevän kunnossapidon osuuden ollessa 20 % ja korjaavan kunnossapidon osuuden ollessa alle 30 %.

Kahden tuotantolaitoksen (tuotantolaitos 1 ja 2) kunnossapitolajien suhteet kunnossapitolajeittain käyttäytyivät hyvin samankaltaisesti tarkastelujakson suhteellisiin määriin verrattuna mutta yhden tuotantolaitoksen (tuotantolaitos 3) korjaavan kunnossapidon tapahtumien määrä oli tarkastelujaksolla lähes puolet kaikista kyseisen tuotantolaitoksen kunnossapitotapahtumista. Peräkkäisten vuosien tapahtumamäärien muutokset olivat kaikkien tuotantolaitoksien osalta merkittäviä, mutta tuotantolaitos, jonka korjaavan kunnossapidon suhde muihin kunnossapitolajeihin oli suuri, pysyi korjaavan kunnossapidon tapahtumien määrä tarkastelujaksolla tasaisimpana.

Kunnossapitolajien vuosittaiset kokonaiskustannukset eri kunnossapitolajien osalta käyttäytyivät ehkäisevän- ja korjaavan kunnossapidon osalta hyvin tasaisesti, vaikka tapahtumamäärät vaihtelivat. Suunniteltujen kunnossapitotapahtumien osalta vuosittainen kustannusten heilunta oli



kuitenkin kunkin tarkasteltavan tuotantolaitoksen osalta runsasta. Suunnitellun kunnossapidon kustannusten vuosittaiselle heilunnalle löytyisi todennäköisesti selittäviä tekijöitä. Koska opinnäytetyössä tarkasteltavana oli erityisesti ehkäisevän kunnossapidon tapahtumat, ei suunnitellun kunnossapidon kustannusten heilahteluja ryhdytty tarkastelemaan tarkemmin eikä korjaavan kunnossapidon tapahtumiin kiinnitetty huomiota, muutoin kun nykytilan toteamisen osalta.

Liitteessä 7. on kuvattu kunnossapitolajien suhteet sekä toteutuneet kustannukset päätetyistä kunnossapitotapahtumista tarkastelluissa tuotantolaitoksissa.

## **6.2 Ennakkohuoltotapahtumien kustannusten tarkastelu päätetyistä kunnossapitotapahtumista**

Ennakkohuollot ovat melko tarkasti ennalta arvioitavissa oleva kunnossapitokustannus vuositasolla. Etuna hyvin arvioituista suunnitellun työn kustannuksista on apu vuosittaisen kunnossapitobudjetin laadinnassa sekä kunnossapitostrategian määrittelyssä.

Ennakkohuoltotapahtuman arvioitujen ja toteutuneiden kustannusten välinen ero on suuri, kun tarkastellaan kolmen tuotantolaitoksen vuotuisia kokonaiskustannuksia. Toteutuneiden kustannusten kokonaissumma on poikkeuksetta yli kaksinkertainen arvioituihin kustannuksiin nähden, mikä kertoo siitä, että työnsuunnittelu ei ole onnistunut arvioimaan tehtyjen töiden kustannuksia.

Uimaharjun sahan osalta tilanne on vain hieman keskiarvoa parempi. Arvioituissa työkustannuksissa on vuosien välillä melko kuitenkin paljon hajontaa. Mikäli otetaan huomioon se, että otannan kunnossapitotapahtumat asettuvat sille vuodelle, missä niille on tehty tekninen päättäminen kunnossapitojärjestelmässä, on todennäköistä, että ennakkohuoltoja siirrelty vuosien välillä. Mikäli edellä mainittu teoria pitää paikkaansa, ennakkohuoltojen arvioidut kustannukset toistuvat kuitenkin vuosittain melko tasaisesti. Toteutuneet kustannukset eivät seuraa arvioituja kustannuksia, mikä taas voi selittyä osin sillä, että ennakkohuoltoja on tehty satunnaisesti esimerkiksi viikonlopputyönä tai ylitöinä, jolloin työn kustannus on tavallista korkeampi.

Liitteessä 7. on kuvattu kappaleessa ”Kunnossapitolajien suhteet päätetyistä kunnossapitotapahtumista” esitetyt tuotantolaitokset.

### 6.3 Ennakkohuoltotapahtumasta luodut uudet tilaukset kunnossapitojärjestelmään

Levittin (2011, 60) näkemyksen mukaan 55...60 % korjaavan kunnossapidon työkuormasta tulisi syntyä ennakkohuoltotapahtumista sekä pienistä korjaustapahtumista. Kyseiset korjaavan kunnossapidon tehtävät ovat niitä toimenpiteitä, joita ei ole esimerkiksi tehokasta tehdä huoltokierroksien aikana joko ajankäytöllisistä syistä tai vaikkapa huoltokierroksella tai kunnossapitoasentajalla ei ole mukanaan soveltuvaa työvälineistöä korjaus- tai säätötyön tekemiseksi. Stora Enson kunnossapitojärjestelmässä indikoidaan edellä mainittua asia työn ilmoitukselle sekä tilaukselle OPRM-indikaattorilla, josta löytyy erillinen kunnossapidon ohjeistus: Ilmoituksen ja tilauksen teko ennakkohuollosta havaituista vioista\_2016.

Tarkasteltavassa aineistossa oli tarkasteluajanjaksolla yhteensä 3232kpl sellaisia tilauksia, joihin oli lisätty OPRM-indikaatio. Tämä tarkoittaa sitä, että ennakkohuolloista kunnossapitojärjestelmään luotuja ilmoituksia olisi yhteensä alle 3 % tarkasteltavasta kokonaismäärästä. Erikoista tilauksien OPRM-indikoinneissa oli se, että tarkastelujakson loppua kohden mentäessä OPRM-indikoinnit kohdentuivat ennakkohuoltotilauksille, minne niitä ei ohjeistuksen mukaan tulisi kohdentaa. Samalla kun OPRM-indikointien määrä kasvaa vuositasolla ennakkohuoltotilauksilla, niin OPRM-indikoinnit suunnitellun kunnossapidon tilauksilla vähenevät. Tämä ilmiö voimistuu vuoteen 2022 saakka, minne tarkastelujaksokin ylettyy. Havaittu muutos voinee olla peräisin esimerkiksi kunnossapitostrategioiden muutoksista tai vaikka henkilömuutoksista kunnossapito-organisaatiossa, mikäli esimerkiksi perehdytyksen yhteydessä uusia toimihenkilöitä ei olla saatu ohjeistettua toimimaan olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. OPRM-indikointi on selkeästi otettu käyttöön vuonna 2017, jolloin OPRM-indikoinnilla varustettujen tilausten määrä kasvoi merkittävästi.

Kun tarkasteltavasta aineistosta jätetään ne OPRM-indikoinnin sisältävät kunnossapitotilaukset pois, jotka ovat ennakkohuoltotilauksia (PM12) saadaan kuvattua ne tilaukset, jotka on tehty olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. Kuvaaja, jossa on kuvattuna tiimeittäin päätetyt ja OPRM-indikoidut tilaukset kertovat sen, että käytännössä tuotantolaitoksien 1 ja 2 mekaanisen kunnossapidon tiimit ovat toimineet ainakin osittain ohjeistuksen mukaisesti. Muilla kunnossapitotiimeillä toiminnassa on kehitettävää tämän asian osalta.

Liitteessä 7. on kuvattu päätettyjen ja OPRM-indikoitujen kunnossapitotilauksien määriä ja kustannuksia erilaisten kuvaajien avulla.

## 7 Tulosten arvioiminen

Opinnäytetyön tulokset selvensivät kunnossapito-organisaatiolle roolituksia ja olennaisimpia asioita huoltosuunnitelmien luomisessa sekä ylläpidossa. Haasteena yhteenvedon (ohjeen) kokoamisessa oli, että tapaustutkimuksessa ilmenneistä inhimillisistä tekijöistä, kuten erilaisista muisti- ja mielikuvista oli kyettävä poimimaan oleellinen tieto sekä puutteellinen tieto oli pystyttävä poissulkemaan. Toisaalta taas hyvinkin monipuoliset keskustelut tiettyjen aihepiirien sisällä vahvistivat tuntemuksia kehitystoimenpiteiden jalkauttamisen tarpeesta. Kunnossapitojärjestelmästä kerätyn datan oikeellisuudesta oli tunnistettava ilmiöitä, jotka tarkasteltavien lukujen takana esiintyivät. Datan sekä kokemuseräisen tiedon perusteella tehtyjen päätelmien avulla luotiin opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa tavoitteet kunnossapitotoiminnan kehittämiseksi.

Opinnäytetyön päällimmäiseksi tavoitteeksi nousi prosessikuvauksen luominen ohjeen muotoon, jossa kuvataan kunnossapidon ennakkohuoltojen käsittelymenettelyjä sekä määritellään hyvälle tasolle huoltosuunnitelmien vähimmäisvaatimukset niin sisällön kuvauksien, kuin kunnossapitojärjestelmässä olevien kenttienkin käytön osalta. Kunnossapitojärjestelmän käytön kannalta olennainen tieto oli jo pääosin saatavilla. Opinnäytetyön aikana saatiin kasattua ohjeistus sekä huoltosuunnitelmiin liittyvät sähköiset asiakirjat, jotka liitettiin sahan laatujärjestelmään. Opinnäytetyön yhteydessä luotuun ohjeistukseen saatiin määriteltyä tarkastellut asiat hyvälle tasolle, mutta kuitenkin opinnäytetyön loppusuoralla todettiin, että luotu ohje on niin sanotusti elävä asiakirja, jota tulee päivittää ennakkohuoltotoiminnan kehittyessä ja havaittujen puutteiden ilmettyä.

Opinnäytetyössä ilmenneiden kehityskohteiden käytäntöön saattaminen aloitettiin opinnäytetyön ollessa vielä keskeneräinen. Huoltosuunnitelmissa käytettävien vakiotekstien tarkastelu sekä mahdollinen sovittaminen vallitsevaan ympäristöön sovittiin aloitettavaksi paikallisen kunnossapito-organisaation ja kehitysorganisaation toimesta. Huoltosuunnitelman esimerkitapauksen luominen (voiteluhuoltokierros), jonka laatimisessa hyödynnettiin muun muassa laitevalmistajien huoltomanuaaleja, aloitettiin laatimaan ennen varsinaisen ohjeen valmistumista, paikallisen kunnossapidon toimesta. Lämpökuvauskierroksen huoltosuunnitelman malliesimerkki laadittiin opinnäytetyön aikana.

Opinnäytetyön valmistuttua, luodut asiakirjat tallennettiin Stora Enson, Uimaharjun sahan intranettiin ja aineistot esiteltiin soveltuvin osin kunnossapidon toimihenkilöille. Ennakkohuoltoihin liittyvät aineistot löytyvät nyt helpommin ja ovat kaikkien sahan kunnossapitäjien käytettävissä.

Kunnossapitojärjestelmästä saadun datan tarkastelun yhteydessä havaittiin, että tilaukset, joissa on OPRM-indikointi, eivät kohdennu oikein eli OPRM-indikoinnin käyttöä ilmoitusten luonnin yhteydessä tuli tarkentaa. OPRM-indikoitujen tilausten trendi tarkastelujakson ennakkohuoltotilauksilla on nouseva, joka kertoo siitä, että toiminta ei ole kuitenkaan ohjeistuksen mukaista. OPRM-indikointia käytetään kunnossapitotilauksilla merkittävä määrä, mutta se ei kohdistu oikeisiin kunnossapidon tilauslajeihin.

Toimeksiantajan kanssa todettiin, että luodun toimintamallin vaikutuksien näkyminen toiminnassa on aluksi enemmänkin kuormittava tekijä. Oletuksena kuitenkin on, että 1...2 vuoden aikavälillä kehitystyö huoltosuunnitelmien saralla on alkanut tuottamaan tulosta, jolloin työsuunnittelun resurssia on saatu kohdennettua enemmän suunnitelmalliseen kunnossapitoon nykyisen tulipalojen sammuttelun sijaan ja etenkin ennakkohuoltojen laadulliset vaikutukset näkyvät toiminnassa.

Toimintamallin uudistumisen ja tarkentumisen myötä oli syytä asettaa myös tavoitteita, jotta tavoiteltua muutosta olisi mahdollista seurata. Toimeksiantajan kanssa valittiin neljä KPI-mittaria keskeisimmiksi mittareiksi, halutun kehityssuunnan seurannan tueksi. Liitteen 8. alussa on kuvattu valitut mittarit sekä kuvattu yksityiskohtaisemmin mittareiden valintaan liittyviä perusteita. Valtaosalle mittareista asetettiin myös tavoitteet, jotka on myös kuvattu liitteessä 8. Valittujen KPI-mittareiden pyrkimyksenä on ohjata kunnossapitoa kohti suunnitelmallisempaa toimintaa, joka sisältäisi nykyiseen toimintamalliin verrattuna kunnossapitoasentajien vahvempaa osallistumista ehkäisevään kunnossapitoon. Mittareita valittiin varsin rajallinen määrä, pyrkimyksenä pitää tavoitteiden asettamista selkänä.

## **8 Pohdinta ja jatkokehitysjatukset**

”Kunnossapito-osaston tehtävä on tarjota asiakkaalleen luotettavuutta ja turvallisuutta omaisuudelle ja ympäristölle sekä tarjota tukea vähentämällä sekä lopulta poistaa kunnossapitopalveluiden tarve (Levitt 2011, 9).”

Koska kyseessä on julkinen opinnäytetyö, oli se huomioitava työn alusta alkaen työn kirjallisen osuuden tuottamisessa. Ulkopuolisilta salattavat tiedot kasattiin erillisiksi liitteiksi. Itse opinnäytetyön leipätekstin muotoiltiin siten, että sen pystyi julkaisemaan vapaasti.

Ennakkohuoltojen merkitys nousee taloudellisen laskukauden aikana merkityksellisemmäksi, kuin nousukautena, jolloin yrityksen investoivat laitteistoihin. Käytössä olevat laitteistot tulee huolehtia entistä paremmin suorittamaan haluttuja tehtäviä ja ennen kaikkea suorittamaan haluttua toimenpidettä vaaditulla tuotantokapasiteetilla. Kuin sattumalta, opinnäytetyön ajankohta ja käsiteltävä aihe sattuivat hyvinkin aikakauteen soveltuviksi.

Soveltuvimpien kunnossapitostrategioiden valitseminen kunnossapidon tarpeisiin luo helpotusta ja selkeyttä kunnossapidon toimintaa pidemmän aikavälin tarkastelussa. Sahalle vuonna 2018 aloitetun, Moubrayn (1997) teeseihin perustuvan, luotettavuuskeskeisen kunnossapidon kriittisyysanalyysi tulee olla kunnossapidon peruskivi, johon perustuu kaikki kunnossapidon päivittäistoiminnassa tehdyt ratkaisut kuin kunnossapidon logistiikka ja varastotoiminnotkin. On syytä jatkaa analyysin teko loppuun ja mikäli nähdään tarpeen, niin mahdollisesti joidenkin osa-alueiden uudelleen käsittelylle voisi olla sijansa. Kriittisyystarkastelun yhteydessä tulee valita myös laitteille yksi tai useampia huoltostrategioita, joiden määrittelyssä hyvänä tukena toimii luvussa 3.7.5. esitelty laitetason kunnossapitostrategia. Samaisen kriittisyystarkastelun yhteydessä tulee ottaa tarkasteltavaksi myös laitekohtainen varaosasaatavuus sekä analysoida varastoitavien varaosien tilannetta. Kriittisyystarkasteluun on perusteltua ottaa mukaan myös viereisellä tuotantolaitoksella käytössä oleva AA-kriittisyys, jossa korostetaan kaikkein tuotantokriittisimpien laitteiden merkitystä kunnossapidollisin menetelmin sekä varaudutaan myös varaosien osalta vankemmin, kuin A-kriittisten laitteiden osalta.

Grossin (2002) askeleet onnistuneen ennakkohuolto-ohjelman laatimisessa sekä tarkentavat kuvaukset huoltosuunnitelmien sisällöistä auttoivat muodostamaan teemahaastatteluihin perustukset, jonka perusteella käsiteltävä kokonaisuus räätälöitiin yhdessä toimeksiantajan kanssa sahaympäristöön soveltuvaksi. Aiheiden käsittely ja ohjeistuksen ymmärrettävyys pyrittiin pitämään kaukana kompleksisesta, jolla pyrittiin välttämään tarpeeton puutteiden syntyminen.

Sahalla on samanaikaisesti meneillään opinnäytetyöprojektin aikaan myös 5S-projekti, jossa on kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapitostrategian ja lean-filosofian mukaan pyrkimyksenä on tehostaa toimintaa vähentämällä hukkaa ja selventämällä vastuita. Vaikkakin 5S on lopulta pikemminkin toimintatapa kuin projekti, on sillä mahdollisuus antaa ”tönäisy” laajemmankin tuotannon ja kunnossapidon yhteistyön lisäämiseksi ja osaamisen laajentamiseksi, kun ihmisille annetaan mahdollisuus ymmärtää yhdessä tekemisen mahdollisuudet sekä mahdollisuus vaikuttaa asioihin. Esimerkiksi TPM-kunnossapitostrategian mukaan laitekohtainen vastuu on tuotannon henkilöillä, jotka huolehtivat laaja-alaisesti laitteiden kunnosta ja kunnossapidon tehtävänä on suorittaa isomat korjaustoimenpiteet. Uimaharjun sahan nykyisessä toimintamallissa kunnossapidon rooli ”laittekohtaisessa omistajuudessa” on merkittävä, mutta vastuun asteittainen siirtäminen tuotannolle voisi mahdollisesti vapauttaa kunnossapidon resursseja korjauksien suunnitteluun ja tämänkin opinnäytetyön aiheena oleviin ennakkohuoltoihin sekä niiden kehittämiseen. Laittekohtainen omistajuus mahdollistaisi vahvempia ja hyvinkin erilaisia rooleja tuotannossa, joissa vaikuttamisen mahdollisuus sekä vastuu olisi nykyisiin rooleihin nähden vahvempi. Lisäksi tuotannon työntekijöiden vankempi laiteosaaminen voisi parhaimmassa tapauksessa vähentää kunnossapidon tarvetta siinä määrin, että mekaanisen kunnossapidon työaikajärjestelmän, TAM 37/8h tilalle olisi valittavissa muitakin vaihtoehtoja.

Six Sigma on raskas menetelmä kehittää toimintaa. Ennakkohuoltojen laadun vaihtelun pienentäminen luo kuitenkin merkittävästi nykyistä paremmat edellytykset käyttää Six Sigmaa työkaluna tuotannon vaihteluiden vähentämisessä. Kun ennakkohuoltotoiminnassa päästään tilanteeseen, että voidaan sanoa huoltokierrosten toistettavuuden olevan korkealla tasolla ja valitut toimenpiteet osoittavat toimivuutensa on syytä harkita Six Sigma -työkalun käyttöä enenevässä määrin myös Uimaharjun sahall.

Uimaharjun sahall on jo opinnäytetyön tekohetkellä merkittävä määrä huoltosuunnitelmia, joiden kokonaistyömäärä vastaa lähelle viittä asentajatyövuotta, yhden ennakkohuoltovuosi kierron aikana. Jotta kaikki tulevat huoltosuunnitelma tulee muokattua, uudelleenrakennettua, perustettua ja paloitetua on työmäärä merkittävä. Jotta työ huoltosuunnitelmien parissa saadaan alkaamaan, on syytä asettaa tavoitteita työn aikataulusta sekä työjärjestyksestä. Koska kaikkea ei voida käsitellä kerralla, on varmasti mieluisampaa lähteä työstämään aineistoa, jonka vaikutukset ovat merkittävimmät. Esimerkiksi pisimmät tuotannon keskeytysajat ja useimmin vikaantuvat laitteet

ovat löydettävissä nykyisten kunnossapidon- ja tuotannonjärjestelmien raporteista. Koska huoltosuunnitelmia on määrä työstää sahan nykyisen henkilöstöresurssin voimin, on muutoksen aikataulu mukautettava vastuuhenkilöiden työkuorman mukaiseksi. Olennaista on, että muutoksen alkuvaiheessa saadaan kirkastettua avainhenkilöille, että millä toimenpiteillä ja työkaluilla muutos hallitaan. Muutoksen alkuvaiheessa on hyväksyttävä, ettei huoltosuunnitelmia saada luotua ”täydellisiksi” ennen kuin ne annetaan kunnossapitoasentajien käyttöön. Epätäydellisyys tulisi pystyä pukemaan pikemminkin haasteeksi kunnossapitoasentajille, jotka tuovat ajatuksensa ja jatkojalostavat huoltosuunnitelmia, yhdessä kunnossapitoinsinöörin kanssa, kohti erinomaista kokonaisuutta. Se, että pystyy vaikuttamaan sen hetkiseen tekemiseen, jakamaan oppejaan sekä muuttamaan tulevaa, pääsääntöisesti motivoi ja sitouttaa ihmisiä. Myös tulosten visualisointi ja kokemusten kerääminen, kun niitä on nähtävissä, vahvistaa osalle tekijöistä tuntemusta halutun muutoksen suunnasta.

Ennakkohuoltojen kehittäminen on käytännössä koko tuotantolaitoksen henkilöstön yhteinen asia. Tuotantolaitteiden elinkaaren alkuvaiheessa vastuullisina ovat projektien ja hankinnan henkilöt. Kun laite on liitettyä (=olemassa oleva laite) tuotantolaitteistoon vastuullisina toimivat tuotannon ja kunnossapidon henkilöt. Lopulta tuotantolaitte poistetaan käytöstä, jolloin vastuu siirtyy investoinneista vastaaville henkilöille. Organisaatioissa on hyväksyttävä, että kaikkea elinkaaren aikana käytettävää tietoa ei välttämättä pystytä hallitsemaan parhaalla mahdollisella tavalla, jolloin apua on syytä pyytää erityisalojen asiantuntijoilta. Huoltosuunnitelmilla tarvitaan melko yksityiskohtaista tietoa erilaisten alojen erityisosaamisesta ja oikean tiedon saaminen oikea-aikaisesti voi olla haasteellista. Huoltosuunnitelmien kehittämiseen saattaa löytyä toisinaan apua vaikkapa vakuutusyhtiöiltä, joilla on käytössään hyvinkin erilaista dataa tuotantolaitoksista, kuin mitä tavallisesti esimerkiksi kunnossapidon osalta on monessa tuotantolaitoksessa totuttu käsittelemään. Lähtökohtaisesti tietolähteinä huoltosuunnitelmien laadinnassa on kuitenkin pidettävä laite- ja varaosatoimittajien ohjeistuksia, jotka ovat huomattavasti ihmismuistia luotettavampi tietolähde.

Kuten Kettunen, M (2021, 54) toteaa opinnäytetyönsä pohdinnassaan, että projektoinnin tulee painostaa elinkaariajatteluun tulevaisuudessa, on samainen havainto myös tässä opinnäytetyössä ajankohtainen. Investointi itsessään on monesti vain osa laitteen elinjakokustannuksista ja huomioimalla eri elinjakovaiheiden tarpeet hyvällä tarkkuudella elinjakson varhaisessa vaiheessa muodostamalla vaikutuksensa niin taloudellisessa kuin työhyvinvointiinkin liittyvissä asioissa.

Mallia voisi olla perusteltua ryhtyä ottamaan Yhdysvaltojen puolustushallinnon määrittelemästä ILS-menetelmästä, joka on lähtökohtaisesti täysin ylimitoitettu käytettäväksi sahaympäristössä, mutta se antaa kuitenkin erinomaisen käsityksen, mitkä asiakokonaisuudet tulisi huomioida, kun kunnossapitoa suunnitellaan investointien yhteydessä.

Investointien yhteydessä tulee pystyä arvioimaan elinkaarikustannuslaskelmin, hankittavien laitteiden elinkaarikustannukset, jotta todelliset kunnossapitokustannukset ovat kustannusvertailuvaiheessa esillä. Olennaisena osana elinkaarikustannusten arvioinnissa on laitteiden kriittisyys, joka ohjaa sitä, kuinka paljon henkilöresursseja hyödynnetään myös laitteiden varhaisissa suunnitteluvaiheissa.

Laitetoimittajilla ei ole kaikissa investoinneissa edellytyksiä toimittaa ennakkohuoltosuunnitelmia laitteille, jotka kuuluvat toimitukseen. Näissä tapauksissa huoltosuunnitelmat tulee rakentaa yhdessä paikallisen kunnossapidon kanssa. Tapauksissa, joissa laitetoimittaja kuitenkin kykenee luovuttamaan laitteelleen ennakkohuoltosuunnitelman, tulee kyseeseen mahdollinen tarve synkronoida uuden laitteen huoltosuunnitelmat olemassa olevien laitteiden huoltojen sisään, sillä edellytyksellä, että uuden laitteen valmistajan antama takuu säilyy. Edellä mainittu menettely edellyttää sopimista takuuasioista ennakkoon sekä hyvää valmistelua. Investointien laitetoimittajilta tulee vaatia kaikkien hankintojen yhteydessä ennakkohuollot Stora Enson ennakkohuoltojen koontitaulukkomuodossa, jolloin datan siirtäminen kunnossapitojärjestelmän huoltosuunnitelmille nopeutuu.

Mobley (2004,27) mukaan kunnossapito menestyy silloin, kun ei ole vikoja korjattavana. Menestyvä kunnossapito-organisaatio käyttää enenevässä määrin aikaa ongelmien poistamiseen ja kerätyn datan analysointiin kuin jatkuviin korjaustoimenpiteisiin. CMMS:t mahdollistavat datan kokoamisen ja laajemman analysoinnin, joiden avulla toiminnan parantamisen edellytykset kehittyvät. Kerätyn datan laatuun vaikuttaa kuitenkin täysin se, että kuinka laadukkaasti kunnossapitotapahumat raportoidaan. Raportoinnin oikeellisuuden ja tarkkuuden korostaminen kaikessa kunnossapidossa on elintärkeätä pohjatyötä. Ilman laadukasta dataa mitkään menetelmät tai järjestelmät eivät kykene tuottamaan luotettavaa raportointia. Kunnossapitoilmoitusten laadun tarkkailua olisi syytä suorittaa kunnossapitoinsinöörien toimesta jatkuvasti.



Kunnossapidolla on valtavan hyvät mahdollisuudet vaikuttaa siihen, että miten paljon yrityksessä syntyy hukkaa. Tästä syystä kunnossapidon kehittämiseen tulisi käyttää resursseja jatkuvasti ja kunnossapitoa suorittavia toimintoja täytyisi kyetä käsittelemään pikemminkin tulosta tekevänä toimintona kuin pelkkänä kustannuksena. Onnistuessaan kunnossapito vaikuttaa laitteiden käytettävyyteen ja tuotettujen tuotteiden laatuun, kustannusten hallintaan, henkilöturvallisuuteen, energiatehokkuuteen sekä sivuvirtojen ja jätteiden hallintaan.

Yksin kunnossapidolle saatiin määriteltyä selkeät ja toimintaa seuraavat KPI-mittarit. Yksinomaan kunnossapidon mittarit eivät kuitenkaan riitä kuvaamaan tuotantolaitoksen kyvykkyyttä ja kehityksen suuntaa. Esimerkiksi kunnossapidon ja tuotannon yhteisiä mittareita ja niiden käyttöä on tarve miettiä uudelleen. Tuotannon- ja kunnossapidon lukujen sovittaminen yhteisiksi, visuaalisiksi mittareiksi helpottaisi asioiden havainnollistamista. Tunnuslukumallissa, kappaleessa 3.6.7, on esitelty tyypillisimpiä kunnossapidon ja tuotannon yhteensovitettuja mittareita, joiden luominen Uimaharjun sahalle edellyttäisi tuotannon järjestelmän (WPS:n) tiedonkeruun korjaamista siten, että datan pystyisi kohdentamaan nykyistä tarkemmin, laitekohtaisesti ja lopulta yhdistämään kunnossapitojärjestelmästä saatavan datan kanssa. Mikäli tuotannon datan korjaaminen ja yhdistäminen kunnossapitodatan kanssa tulisi mahdolliseksi, olisi kokonaistehokkuuden (KNL) mittaaminen mahdollista. KNL-mittauksen avulla erityyppiset hävikit tulisivat selkeämmin esille ja asioiden yhteisvaikutukset voitaisiin esittää havainnollisemmin. Samasta datasta saataisiin esiin myös MTBF ja MTTF aikoja, jotka ovat hyvinkin olennaisia tuotantolaitoksen tunnuslukuja, kun halutaan kohdentaa kunnossapidollisia toimia muun muassa kaikkein vikaherkimpiin laitteisiin. Lisäksi sahalla on hyvä miettiä, että mitä asioita olisi mitattavissa kunnossapidon yläpuolella olevassa organisaation toiminnassa ja kuinka mitattavat asiat olisivat ”linjassa” nyt valittujen kehityskohteiden kanssa. Kun kunkin organisaation mittarit ovat valittu, olisi perusteltua luoda ”johdon työpöytä”, josta seurattavat mittarit olisivat helposti löydettävissä ja havainnollisesti esitettyinä, jolloin kynnys mittareiden tarkastelemiseksi olisi luotu mahdollisimman matalaksi.

Kuukausitasoinen tarkastelu kunnossapitojärjestelmässä avautuneiden ja päätettyjen ennakkohuoltotilausten seuranta tulisi ottaa välittömästi käyttöön, jotta Uimaharjun sahalla pystytään seuraamaan ennakkohuoltojen onnistumista resurssien käytön kannalta. Vaikkakaan huoltosuunnitelmat eivät ole vielä määritellyn mallin mukaisesti luotuja, niin ennakkohuoltojen toteutuman seuranta on ainut tapa varmistaa ennakkohuoltojen oikea-aikainen suorittaminen.

Ennakkohuoltojen kehittämiseen liittyy olennaisesti eri organisaatiotasojen osallistaminen. Luvussa 7 kuvattiin, ennakkohuolloista suunniteltuun kunnossapitoon syntyvien havaintojen nykytilannetta, josta voidaan käsitellyn datan perusteella todeta, että toimintatavat, tältä osin, kaipaavat tarkennusta ja valvontaa. OPRM-indikoinnin lisääminen kunnossapitoilmoituksille, kunnossapitoasentajien toimesta ja OPRM-indikoinnin sisältävien päätettyjen kunnossapitotilauksien seuranta korostaisi Levittinkin (2011, 60) kuvaamaa kunnossapitolajien suhteiden tärkeyttä kohti suunnitelmallisempaa kunnossapitoa ja vähäisempää korjaavan kunnossapidon määrää. OPRM-indikointien seuranta/visualisointi kunnossapitotilauksilta ja toivotunlaisen toimintatavan omaksumineiden oikea-aikainen kannustaminen auttaisi nostamaan aiemmin käytössä olleen keinon uudelleen käyttöön. Mutta ennen kaikkea, kunnossapidon tulisi pystyä pitämään avautuneiden ja päätettyjen ennakkohuoltotilauksien välinen vakiona, jolloin voidaan olettaa, ettei ennakkohuoltojen ruuhkautumista pääse syntymään.

Kustannusten esittäminen kunnossapidon ja tuotannon ihmisille havainnollistaa monesti asioiden suuruusluokkia. Kun tuotannon ja kunnossapidon järjestelmien data olisi siinä muodossa, että ne olisivat yhdistettävissä, jolloin merkittävimpien tapahtumien tarkastelu, niin ajan kuin taloudellisten vaikutusten osalta ohjaisi kunnossapitoa kohdentamaan toimensa oikeisiin asioihin.

Opinnäytetyöllä pyrittiin vaikuttamaan laadullisten tekijöiden voimin parempaan käyttövarmuuteen Uimaharjun sahalla. Aihe koostui kuitenkin vain yhdestä kunnossapitolajista, jonka yhteyksiä muihin kunnossapitolajeihin ei käsitelty kovinkaan tarkasti. Myös korjattavien ja suunniteltavien asioiden yksityiskohtainen esittäminen jäi työssä sivurooliin, sillä ajankäytölliset perusteet ja substanssiosaaminen aihepiirien sisällä eivät niihin riittäneet. Ennakkohuolloilla, joita opinnäytetyö käsitteli ”ylätasolta”, lukeutuvat ehkäisevään kunnossapitoon, joissa vaikutetaan tarkastus- ja tarkistuskierröiden havaintojen sekä aikataulutettujen toimien perusteella tuotantolaitteiden optimaaliseen toimintaan sekä pyritään vaikuttamaan pidentävästi tuotantolaitteen käyttöikänsä. Opinnäytetyössä luotu ohjeistus auttaa parantamaan ennakkohuoltojen suunnitelmallisuutta, helpottamaan kunnossapidon vuosikustannusten ennustamista sekä mahdollisesti toimimaan myös kunnossapidon toimihenkilöiden perehdytysaineistona. Ohjeistus sisältää ennakkohuoltoihin liittyvät organisaatiroolitukset, joissa vastuiden hajauttaminen on kuvattu uimaratakaaviomuodossa. Vastuiden kuvaaminen luo myös edellytykset sille, että jatkossa kunnossapitoinsinöörien

tehtävänkuvissa on esitettyä myös toiminnan kehittämiseen liittyvät asiat nykyistä yksityiskohtaisemmin.

Projektilla odotetaan olevan positiivinen vaikutus ennakkohuoltojen kehittämiseen. Projektin aikana kootut aineistot nostavat toki esille paljonkin puutteita kunnossapidon toimintaan liittyen, mutta projektin edetessä hieman jäsennellympään muotoon kirjailut asiat, muun muassa Liite 6. OHJE\_Ennakkohuolto prosessin kuvaus ja Liite 8. Kehitysajatukset, tuovat selkeämmin esille asioita ja toimintatapoja, jotka edesauttavat kunnossapito-organisaatiota kehittämään toimintaansa. On syytä huomioida, että projektissa kehitysajatuksiksi kootut muutokset koskettavat pitkälti yksilöiden ja organisaation toimintatapoja, joten muutoksen tueksi tarvitaan myös yrityksen ylemmän organisaatiotason tukea.

## Lähteet

Aalto, H. 1995, Kunnossapitotekniikan perusteet, Kunnossapitoyhdistys ry

Ahonen, T. Hanski, J., Uusitalo, T., Vainio, H., Kunttu, S., Valkokari, P., Kortelainen, H. & Koskinen, K. (2018) Smart asset management as a service. Viitattu 14.4.2023 [https://www.researchgate.net/publication/325285755\\_Smart\\_asset\\_management\\_as\\_a\\_service\\_Deliverable\\_20](https://www.researchgate.net/publication/325285755_Smart_asset_management_as_a_service_Deliverable_20).

Basson, M. 2018. RCM3: Risk-Based Reliable Centered Maintenance. E-kirja. USA: Industrial Press, Inc. Viitattu 26.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel Industrial & Operations Management Academic.

Christiansen, B. 2021. Maintenance Costs: How to Manage and Minimize Them. Viitattu 13.3.2023. <https://limblecmms.com/blog/maintenance-cost-explained/>.

Efora – Ennakkohuoltokoulutus, Huoltosuunnitelman teko OR tilaus (TH4) toimihenkilö, 2016. Rev. 4. Viitattu 5.6.2023

Efora – Kriittisyysanalyysiohje. 2009. Viitattu 26.4.2023.

Efora, Ohje – Ilmoituksen ja tilauksen teko ennakkohuollosta havaituista vioista\_2016, Viitattu 2.12.2023.

Efora Toimintajärjestelmä – Projektikäsikirja. 2015, Viitattu 13.5.2023.

Farr, J. & Faber, I. 2018. Engineering Economics of Life Cycle Cost Analysis. E-kirja. Florida: CRC Press. Viitattu 4.4.2023. <https://janet.finna.fi>, EBSCOhost.

Gross, J. 2002. Fundamentals of Preventive Maintenance. E-kirja. USA: AMACOM. Viitattu 15.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel Industrial & Operations Management Academic.

Gulati, M. 2021. Maintenance and Reliability Best Practices, 3<sup>rd</sup> edition, USA: Industrial Press, Inc. Viitattu 7.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel – Industrial Engineering & Operations Management Academic.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15, p. Helsinki: Tammi.

Härkönen, S., Kestilä, M., Haapamäki, M. & Parvi, S. 2022. Höyrystekniikka – Stora Enso Suomessa 150 vuotta. Lahti: Stora Enso.

ISO/IEC/IEEE 15288:2015 – System life cycle processes.

Järviö, J. & Lehtiö T. 2012. Kunnossapito, Tuotanto-omaisuuden hallinta. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media.

Kececioglu, Dimitri B. 2003, Maintainability, Availability & Operational Readiness Engineerin Handbook, Volume 1. E-kirja. USA: DEStech Publications, Inc. Viitattu 25.2.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel Industrial & Operations Management Academic.

Kettunen, M. 2021, Tuotantolaitoksen elinkaaren hallinta osana kunnossapidon ja tuotannon johtamista. Opinnäytetyö, Ylempi ammattikorkeakoulututkinto, Karelia-Ammattikorkeakoulu.

Kumar, S ja Suresh, N. 2008. Production and Operations Management, 2<sup>nd</sup> edition New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers. Viitattu 9.4.2023. <https://janet.finna.fi>, ProQuest Ebook Central.

Kunnossapidon vuosikirja. 2022. 1. painos. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito: Tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media.

Lehtosaari, M. 2018. Laadukas kunnossapito liikuttaa koko yhteiskuntaa. <https://promaint-lehti.fi/Nakokulma/Laadukas-kunnossapito-liikuttaa-koko-yhteiskuntaa>. Viitattu 3.3.2023.

Lehtola, P. 2023. Opinnäytetyön ohjauswebinaari 4.4.2023. Viitattu 5.4.2023.

Levitt J. 2011. Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance, Second Edition, Industrial Press, Inc. Viitattu 12.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel – Industrial Engineering & Operations Management Academic.

Mobley, R. 2004. Maintenance Fundamentals, 2<sup>nd</sup> edition. E-kirja. Massachusetts: Elsevier Science & Technology. Viitattu 13.3.2023. <https://janet.finna.fi>, ProQuest Ebook Central.

Moubray, J. 1997. Reliability-centered maintenance, 2<sup>nd</sup> edition. New York: Industrial Press Inc.

Narayan, V. 2012. Effective Maintenance Management, 2<sup>nd</sup> edition. E-kirja. New York: Industrial Press Inc. Viitattu 15.2.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel Industrial & Operations Management Academic.

Palmer, R. 2005. Maintenance Planning and Scheduling Handbook, 2<sup>nd</sup> edition. New York: McGraw-Hill. Viitattu 10.3.2023. <https://janet.finna.fi>, VLeBOOKS.

PSK 6201:2012 – Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät.

PSK 7501:2010 – Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut.

SFS-EN 13306:2017 – Kunnossapidon terminologia.

Solidium Oy, Omistusosuudet. Viitattu 25.3.2023. <https://www.solidium.fi/omistukset-2/>.

Stora Enso, Annual Report 2022. Viitattu 1.4.2023. <https://www.storaenso.com/en/investors/annual-report>.

Stora Enso, Historia. Viitattu 21.3.2023. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/our-history>.

Stora Enso – Biomaterials, Uimaharjun saha 2023. PowerPoint -esitys. 2023. Viitattu 25.3.2023.

Stora Enso – Vakiotekstit\_EH SAP pitkät tekstit EF ja UH; Standarditekstilista. 2023. Viitattu 12.6.2023.

Stora Enso – Suojainmatriisi. 2023. Viitattu 12.6.2023

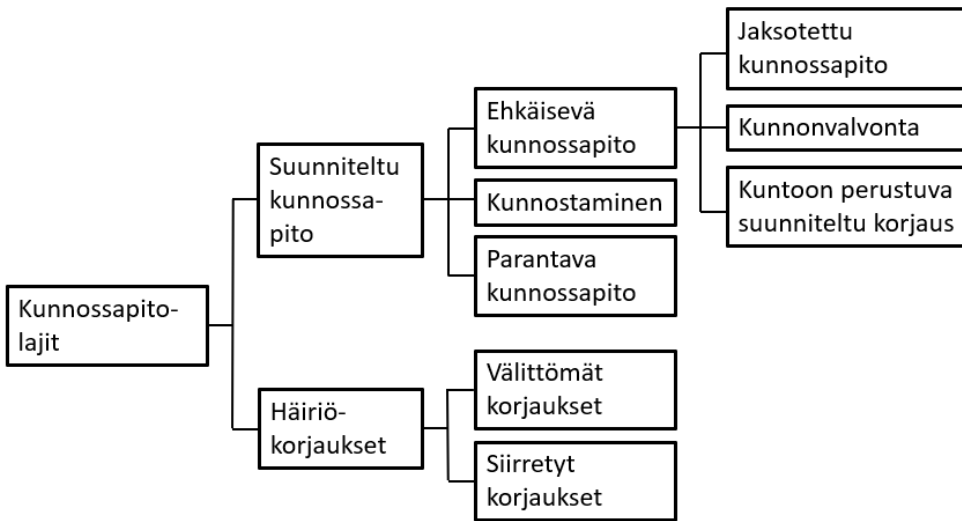
Tietämysperusteinen elinjakson hallinta. 2021. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008, Koneasetus.

Wireman, T. 2005. Developing Performance Indicators for Managing Maintenance, 2<sup>nd</sup> edition. New York: Industrial Press Inc. Viitattu 9.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Knovel Industrial & Operations Management Academic.

## Liitteet

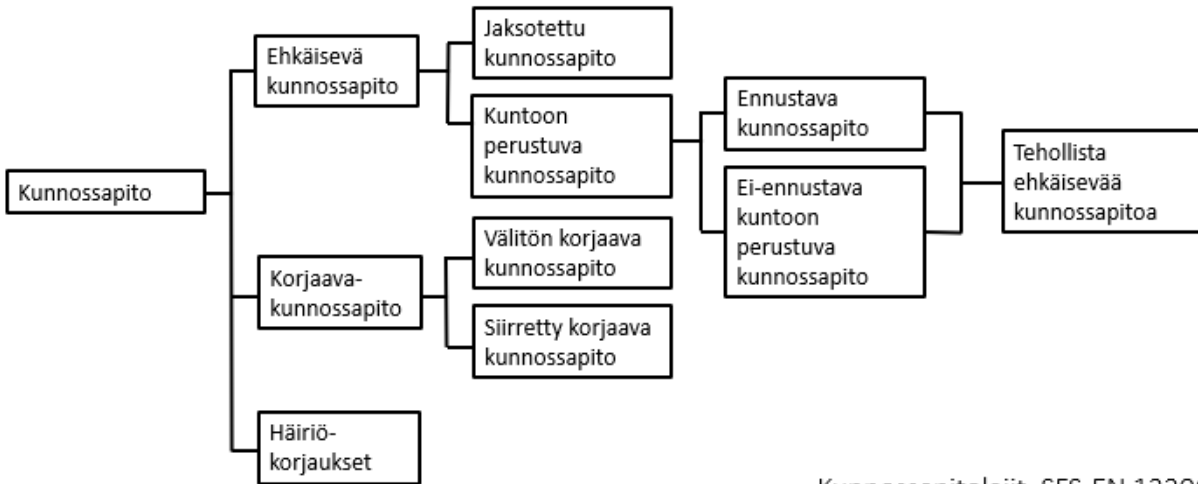
### Liite 1. PSK 7501:2010, s. 32 - Kunnossapitolajit



Kunnossapitolajit, PSK 7501:2010

**Liite 2. SFS-EN 13306:2017, s. 22 - Kunnossapitolajit**

Liite 2. SFS-EN 13306:2017, s.22 - Kunnossapitolajit



Kunnossapitolajit, SFS-EN 13306:2017



**Liite 3. Efora kriittisyysanalyysiohje, Kriittisyysluokittelun tekijä (ylempi kuvio) ja Kriittisyysluokittelun tekijöiden looginen puurakenne (alempi kuvio).**

Salainen liite

**Liite 4. Teemahaastatteluihin kutsutut henkilöt**

Salainen liite

## **Liite 5. Teemahaastattelujen kysymykset**

Salainen liite

## **Liite 6. Ennakkohuolto prosessin kuvaus (OHJE)**

Salainen liite

## **Liite 7. Tuotantolaitosten tunnuslukujen tarkastelua**

Salainen liite

## **Liite 8. Kehitysajatukset**

Salainen liite