



Jonne Levonen

# Huoltosuunnitelmien päivitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

9.12.2024

# Tiivistelmä

Tekijä: Jonne Levonen  
Otsikko: Huoltosuunnitelmien päivitys  
Sivumäärä: 24 sivua  
Aika: 9.12.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Tatu Suomi

---

Insinööriyön aiheena oli luoda huoltosuunnitelma, jonka avulla suoritetaan ennakkoivaa kunnossapitoa valitulle tuotantolinjalle. Hyvin toteutetun ennakkohuollon avulla voidaan varmistaa parempi käyttövarmuus huoltokohteelle.

Insinööriyössä esitellään standardit SFS 13306 ja PSK 6201, jotka sisältävät kunnossapidolle keskeisiä käsitteitä ja termejä. Lisäksi esitellään kunnossapitoon liittyvät toimintamallit RCM ja TPM. Huoltotoimenpiteiden laatimisessa on sovellettu molempia toimintamalleja.

Työn pohjana käytettiin laitevalmistajien dokumentteja ja vastaavien linjojen huoltosuunnitelmia. Lisäksi huoltohenkilökunnan aikaisempi kokemus otettiin huomioon. Työ laadittiin Excel-tiedostoon, josta se siirretään yrityksen käyttämään järjestelmään. Työt jaettiin eri ammattihenkilöiden töiden mukaan. Lisäksi toimenpiteet jaettiin ennen huoltoa, huollon aikana ja sen jälkeen suoritettaviin toimenpiteisiin.

Työn tuloksena on huoltosuunnitelma, jota voidaan soveltaa muille tuotantolaitoksen linjoille, mikäli laitteiden ja koneiden rakenne ja toimintamalli ovat samat. Mahdolliset parannusehdotukset on myös esitelty työn lopussa. Näitä ovat varaosien lisääminen huoltosuunnitelmaan, huoltotoimenpiteiden rytmittäminen ja tekoälyn käyttö.

Avainsanat: kunnossapito, huoltosuunnitelman päivitys, SFS 13306, PSK 6201, RCM, TPM

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Jonne Levonen  
Title: Updating maintenance plans  
Number of Pages: 24 pages  
Date: 9 December 2025

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical power engineering  
Supervisors: Tatu Suomi, Lecturer

---

The purpose of this engineer work was to create a maintenance plan, that can be used for preventive maintenance for a chosen production line. A well-made maintenance plan can increase the reliability of the chosen maintenance target.

The engineering thesis presents standards SFS 13306 and PSK 6201 that contain concepts and terms regarding maintenance. Maintenance strategies RCM and TPM are also presented. A bit of both strategies was used when creating the new maintenance plan.

Manufacturers documents and previously used maintenance plans were used as a base for the new maintenance plan. The maintenance personnels experiences were also included in the maintenance plan. The finished product is an Excel- file that includes all the necessary tasks regarding the maintenance. The tasks were divided into electrical and mechanical work. In addition, the maintenance plan was also divided into pre, during and after performed maintenance tasks.

The finished product can be used on other similar production lines, if the purpose and functionality of the production line are similar. Potential upgrades for the maintenance plan are also presented. They were adding spare parts to the maintenance plan, scheduling the maintenance tasks and the use of artificial intelligence.

Keywords: maintenance, updating maintenance plans, SFS 13306, PSK 6201, RCM, TPM

# Sisällysluettelo

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Standardit ja kunnossapito	1
2.1	Standardi SFS-EN 13306:2010	2
2.2	Standardi PSK 6201:2011	3
2.3	Kunnossapidon määrittely	4
2.4	SFS 13306- ja PSK 6201-standardien keskeiset käsitteet ja termit kunnossapidolle	6
2.5	SFS 13306- ja PSK 6201-standardien muut käsitteet ja termit kunnossapidolle	7
3	Kunnossapidon toimintamallit RCM ja TPM	9
3.1	RCM	10
3.2	TPM	11
4	Huollon nykytilanne ja lähtökohta	13
5	Uuden huoltosuunnitelman luonti	14
5.1	Kohteen kriittisten laitteiden määrittäminen	15
5.2	Osien vian kehittyminen	16
5.3	Huoltotoimenpiteiden määrittäminen	17
5.4	Huoltotoimenpiteiden jaottelu	18
5.5	Turvallinen työskentely ja huollon riskit	19
6	Tulokset ja arviointi	19
7	Jatkosuunnitelmat ja tulevaisuus	21
8	Yhteenveto	22
	Lähteet	24

## Lyhenteet

- AC: *Alternate current*. Kolmivaiheinen järjestelmä tai toiselta nimeltä vaihtosähkö.
- DC: *Direct current*. Yksivaiheinen järjestelmä tai toiselta nimeltä tasa-sähkö.
- ELEC: *Electrical*. Sähköiset huoltotoimenpiteet, joita sähköasentajat suorittavat.
- MEC: *Mechanical*. Mekaaniset huoltotoimenpiteet, joita mekaniikka-asentajat suorittavat.
- RCM: *Reliability Centered Maintenance*. Yleisesti suomennettu luotettavuuskeskeiseksi kunnossapidoksi.
- TPM: *Total Productive Maintenance*. Yleisesti suomennettu tuottavaksi kunnossapidoksi.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda valitulle tuotantolinjalle ennakkohuoltosuunnitelma, jonka avulla tulevaisuuden huoltoja toteutetaan. Lopputyö laadittiin opinnäytesopimuksen välityksellä toimeksiantajalle. Opinnäytetyössä esitellään ennakkohuoltosuunnitelman päivittämistä koskevia vaiheita. Projektin lopullisena tuotteena on valitulle tuotantolinjalle valmis huoltosuunnitelma, jonka avulla ennakkohuoltoja voidaan toteuttaa hallitusti sekä laadullisesti toistettavalla tavalla. Lisäksi yksilöllisen tuotantolinjan tarpeiden mukaan laadittu huoltosuunnitelma parantaa valitun linjan käyttövarmuutta. Lopputuloksena on erinäisiä huoltotoimenpiteitä sisältävä Excel-tiedosto, joka huoltotoimenpiteiden kanssa sisäistetään yrityksen järjestelmään.

Opinnäytetyö suoritettiin osana kunnossapito-organisaatiota, jonka avustuksella projektia vietiin eteenpäin. Kunnossapidon tärkeisiin tehtäviin kuuluu tuotantolinjojen huollon suunnittelu sekä toteuttaminen. Lisäksi kunnossapito vastaa tuotantolinjojen vikaantumisista johtuvien äkillisten pysähdysten ratkomisesta ja korjaamisesta.

## 2 Standardit ja kunnossapito

Nykykäsityksen mukaan kunnossapidon ensisijaisena tehtävänä on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapidon alaisuuteen kuuluvat myös rikkoutuneiden laitteiden ja komponenttien korjaukset, vaikka korjaustoiminta ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito nähdään myös tuotantolaitoksen kilpailukykyä edistävänä tekijänä eikä pelkästään kustannuksia aiheuttavana organisaation osana. [1, s. 25.]

Työssä on ensisijaisesti viitattu kunnossapitoyhdistyksen Promaint-opetusmateriaaleihin ja niissä esitettyihin tietoihin. Opetusmateriaaleissa on viitattu jo vanhentuneisiin standardeihin. Tekstissä käsiteltävien vanhempien standardien pitävyys on varmistettu vertaamalla niitä vastaaviin uudempiin julkaisuihin ja

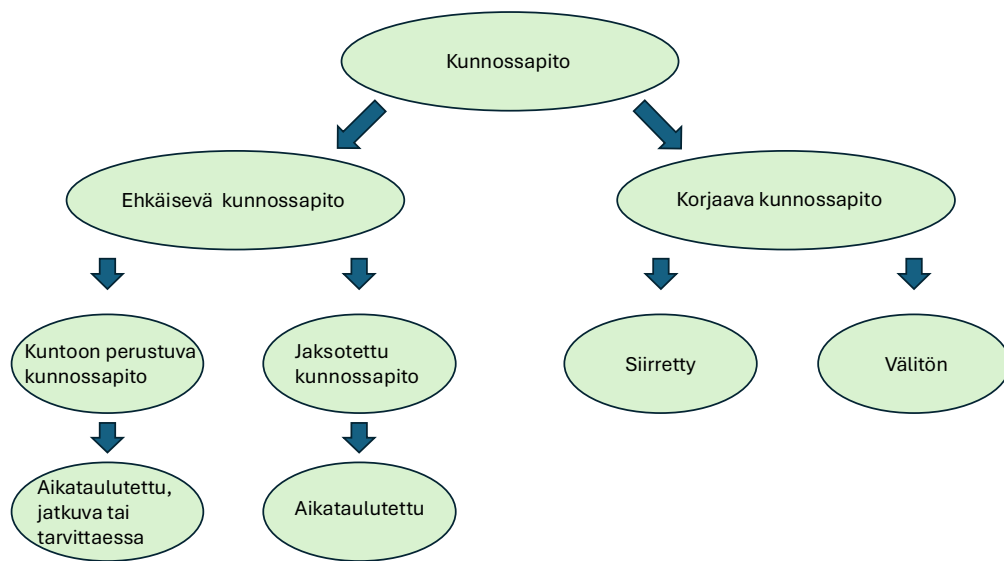
lisäämällä ajan tasalla olevat julkaisut mukaan lähteiksi niihin kohtiin, missä opetusmateriaalit ovat niitä esitelleet.

## 2.1 Standardi SFS-EN 13306:2010

SFS Suomen Standardit on standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa, ja se vastaa standardisoinnista lukuun ottamatta sähkö- ja telealaa. Eurooppalaisen CEN:n ja maailmanlaajuisen ISO:n jäsenenä SFS edistää yhdessä asiantuntija-verkostonsa kanssa standardien laadintaa ja suomalaisten näkökulmien huomioimista standardointiprosessissa. SFS huolehtii, että suomalaiset voivat vaikuttaa standardeihin eli markkinoiden yhteisiin pelisääntöihin sekä niiden edistymiseen. SFS tarjoaa yrityksille ja organisaatioille käytettävän standardikokoelman. [2.]

SFS-EN 13306:2010 -standardi määrittelee erilaisia huoltoon liittyviä termejä ja sanastoa, joiden toimenpiteet jaetaan vian havaitsemisen mukaan. Vialla tarkoitetaan häiriötilaa, jossa laite ei kykene suorittamaan sille suunniteltua toimintaa. Kunnossapitolajit jaetaan sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai tuotantohäiriöitä aiheuttavia. [3, s. 46.]

Kuvassa 1 on esitelty kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 -standardin mukaan. Kuvan 1 kaaviota on verrattu uudempaan SFS 13306:2017 -standardiin [4] ja todettu sen vastaavuus vanhemman materiaalin kanssa.



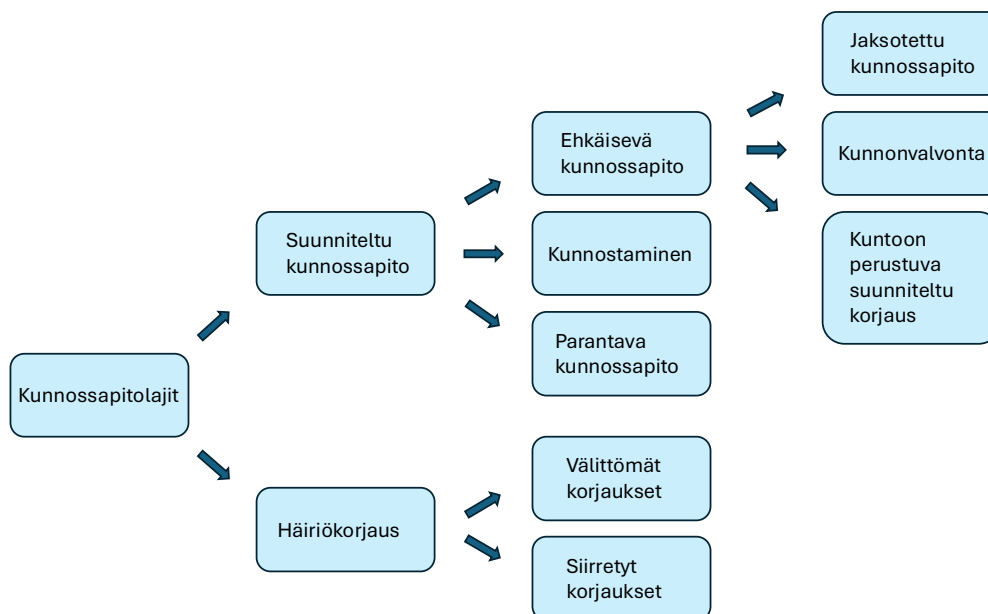
Kuva 1. Kunnossapitolajit SFS 13306:2010 -standardin mukaan [1, s. 98].

## 2.2 Standardi PSK 6201:2011

PSK-standardisointi on teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen puolueeton kehitysyksikkö, jonka tavoitteena on tukea jäsenistönsä kotimaista sekä kansainvälistä liiketoimintaa standardisoinnin ja koulutuksen avulla. Yksikkö on toiminut yli 50 vuoden ajan. Vuosittain standardien laadintaan työryhmissä osallistuu noin 250 asiantuntijaa ja PSK:n piirissä on noin 500 aktiivista asiantuntijaa, jotka osallistuvat yhteisten ongelmien ratkaisun löytymiseen antamalla lausuntoja standardiehdotuksiin. PSK:n laatimat standardit ovat käytännönläheisiä menetelmätyyppisiä työkaluja. Niiden kehyksinä käytetään eurooppalaisia ja kansainvälisiä tuotestandardeja. [5.]

PSK 6201 esittää kunnossapidon keskeiset käsitteet määritelmät, joiden avulla kunnossapidon toimintoja rajataan. Lisäksi voidaan määritellä kunnossapidon osa-alueiden, teknisten järjestelmien ja tietojärjestelmien suunnittelu. [6, s. 62.] PSK 6201:2011 -standardin mukaan kunnossapidolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joiden avulla kohde saatetaan toimintakuntoon. Kunnossapitolajit jaetaan ennalta koivaan tai reagoivaan kunnossapitoon. Kunnonvalvonta on lisätty PSK

7501:2010-standardin mukaan kaavioon. [3, s. 47.] Kuvassa 2 on esitelty kunnossapitolajit PSK 7501:2010 -standardin mukaan. Kuvan 2 kaaviota on verrattu PSK 6201:2022 -standardiin [7] kanssa ja todettu sen vastaavuus.



Kuva 2. Kunnossapitolajit PSK 7501:2010 -standardin mukaan [1, s. 96].

### 2.3 Kunnossapidon määrittely

Kunnossapidolle löytyy useita määritelmiä kansainvälisistä ja kansallisista standardeista sekä useasta alan teoksesta. Nämä määrittelyt ovat hyvin lähellä toisiaan, ja niitä yhdistämällä saadaan koherentti määritelmä kunnossapidolle. Esimerkimmääritelmänä käytetään standardeja SFS-EN 13306 ja PSK 6201 sekä lainausta alalla tunnetulta edelläkävijältä John Moubraylta. Mikkosen & al. mukaan SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon [1, s. 26].

Mikkosen & al. mukaan standardi PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

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 aikana [1, s. 26].

Lisäksi Mikkosen & al. käynnöksen mukaan John Moubray määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapidolla varmistetaan, että laitteet jatkavat sen tekemistä, mitä käyttäjät haluavat niiden tekevän [1, s. 26; 8].

Edellä mainituista määritelmistä voidaan todeta, että ne ovat hyvin lähellä toisiinsa. Huomattavana poikkeamana voidaan todeta, että Moubrayn määritelmässä tuodaan esille käyttäjän tietämys laitteen toiminnasta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laitoksessa pitää olla selkeä näkemys laitteen suorituskyvystä. Tämän tiedon perusteella voidaan määrittää, millaista tasoa ja tuloksia halutaan kunnossapidolta. Laitteiden suorituskyvyn vaatimusten perusteella määritellään laitoksen kunnossapitostrategia ja käytännön toimenpiteet niiden saavuttamiseksi. Edellä mainitun loogisen ketjun ymmärtäminen ja soveltaminen yrityksen sisällä on tärkeää, jotta voidaan varmistaa kunnossapidon vakaa pohja. Lisäksi laitteiden suunnittelu- ja hankintavaiheessa on hyvä ymmärtää laitteiden toiminta ja niiltä vaadittava suorituskyky, jotta niiden kunnossapitoon liittyvät osa-alueet voidaan huomioida mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Kunnossapitoa käsittelevät määritelmät ovat toistensa kaltaisia ja ne sisältävät seuraavat perusolettamukset:

- Kunnossapidolla pyritään varmistamaan, että laite pysyy kunnossa tai se kunnostetaan normaaliin toimintakuntoon.
- Kunnossapitoon sisältyy varsinaisen tekemisen eli teknisen suorittamisen lisäksi kaikki toimenpiteisiin liittyvät hallinnolliset ja johtamisen toimenpiteet.

Ensimmäisessä kohdassa kunnossapidon ulkopuolelle rajataan kaikki ne toimenpiteet, joilla laitteen suorituskykyä pyritään parantamaan verrattuna alkupe räiseen kokoonpanoon. Näitä ovat erilaiset laitteen tehokkuutta tai käyttövarmuutta parantavat toimenpiteet. Kunnonvalvonnasta puhuttaessa on kuitenkin

tärkeää mainita, että yksi kunnonvalvonnan tärkeimmistä tehtävistä on pystyä osoittamaan mahdolliset toimenpiteet, millä laitteen suorituskykyä voidaan nostaa alkuperäistä paremmalle tasolle. [1, s. 26.]

#### 2.4 SFS 13306- ja PSK 6201 -standardien keskeiset käsitteet ja termit kunnossapidolle

SFS 13306- ja PSK 6201 -standardeissa on määritelty useita kunnossapidon käsitteitä ja termejä. Suuri osa käsitteistä ja termeistä esiintyy molemmissa standardeissa, tai ne on nimetty tosiaan vastaavalla tavalla. Käsitteiden sisältö ja kuvaus vastaavat toisiaan. Tähän lukuun on kerätty keskeisimmät käsitteet kunnossapitoon liittyen.

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametrejä. Tavoitteena on vähentää koneen tai osan toimintakyvyn heikkene- mistä tai vikaantumisen mahdollisuutta. Ehkäisevä kunnossapito suoritetaan säännöllisen aikataulun mukaan tai kohteen tarpeen niin vaatiessa. Kunnossa- pidon tehtäviä ja aikataulua suunnitellaan tulosten perusteella. Ehkäisevä kun- nossapito kattaa tarkastamisen, kuntoon perustuvan kunnossapidon (kunnon- valvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus), määräystenmukaisuuden toteamisen, testaamisen tai toimintakunnon toteamisen, käynninvalvonnan sekä vikaantumistietojen analysoinnin. [3, s. 50; 4, s. 13; 7, s. 32.]

Jaksotettu kunnossapito suoritetaan määräajoin. Huoltovälit määritellään käyttö- ajan tai -määrän mukaan. Lisäksi kohteen käytöstä johtuva rasitus on hyvä ot- taa huomioon. Jaksotetun kunnossapidon suoritettavia toimenpiteitä ovat puh- distukset, voitelut, huoltaminen, kalibrointi, kuluneiden osien vaihtaminen ja toi- mintakyvyn palauttaminen. [3, s. 49–50.] Jaksotettu kunnossapito on osa ehkäi- sevää kunnossapitoa [4, s. 14; 7, s. 32].

Korjaavan kunnossapidon ajattelumallissa vikaantuvaksi todettu osa tai kompo- nentti palautetaan toimintakuntoon. Komponenttien tai osien elinikä voidaan ar- vioida laskemalla kunnossapidon suoritusaikojen perusteella. Korjaavaa kun- nossapitoa voidaan suorittaa häiriökorjauksen tai ennalta määritellyn

kunnostamisen kautta. Korjaavan kunnossapidon toimenpiteitä ovat vikojen määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen sekä niiden korjaaminen ja toimintakuntoon palauttaminen. [3, s. 51; 4, s. 14; 7 s. 27.]

Välitön kunnossapito tai välitön häiriökorjaus tarkoittaa vian välitöntä korjausta heti vian havaitsemien jälkeen. Tavoitteena on palauttaa normaali toimintakunto ja välttää vian aiheuttamat seuraukset. [1, s. 97, 99; 4, s. 15; 7, s. 27.] Vian jatkumiselta tai sen lisäseurauksilta halutaan välttyä, joten havaittu häiriö tai vika korjataan välittömästi.

Siirretyn kunnossapidon tai siirretyn häiriökorjauksen malleissa havaittua vikaa ei korjata välittömästi, vaan vaadittavat toimenpiteet vian ratkaisemiseksi suoritetaan ennalta sovittuna ajankohtana tuotannon tai organisaation tilan salliessa. [1, s. 97, 99; 4, s. 15; 7, s. 28.] Kyseiset mallit ovat mahdollisia, mikäli havaittu vika tai häiriö eivät aiheuta lisäseurauksia tai laitetta on mahdollista käyttää vajalla toimintakapasiteetilla väliaikaisesti.

Kuntoon perustuvan huollon tai kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen malleissa kohteen suorituskykyä ja toimintakuntoa tarkkaillaan erilaisten havaintojen avulla. Näitä ovat aistinvaraiset havainnot ja suorituskyvyn parametrit. Toimintamallit ovat osa ehkäisevää kunnossapitoa. Havaitut epäkohdat tai alkavat viat korjataan suunnitellun aikataulun mukaan. Kohteiden seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai sitä tehdään tarpeen mukaan. [1, s. 97, 99; 4, s. 14; 7, s. 29.]

## 2.5 SFS 13306- ja PSK 6201 -standardien muut käsitteet ja termit kunnossapidolle

SFS 13306- ja PSK 6201 -standardeissa on määritelty muita kunnossapitoa käsitteleviä käsitteitä ja termejä, joita ei ole vielä mainittu. Lisäksi on paljon käsitteitä ja termejä, jotka määritellään vain toisessa standardissa. Seuravaksi esitellään kyseisiä termejä ja käsitteitä.

Huolto on jaksotetun kunnossapidon toimenpide, jossa kohteelle tehdään erilaisia tarkastuksia, säätöjä, puhdistuksia, rasvauksia, öljyvaihtoja, suodattimien vaihtoja tai muita vastaavia toimenpiteitä. Kohteita huoltamalla pidetään yllä niiden käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai vaurion muodostumista. [3, s. 49; 7, s. 4.]

Kunnonvalvonnan avulla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvontaa suoritetaan aistinvaraisten havaintojen, mittalaitteilla tapahtuvien tarkastusten ja valvonnan sekä mittatulosten analysoinnin kautta. Kunnonvalvonnan avulla saadaan lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun. [1, s. 97; 4, s. 16; 7, s. 31.]

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteita muutetaan päivittämällä uudempia osia tai komponentteja ilman, että kohteen suorituskykyä parannetaan. Yleinen tällainen toimenpide on vanhojen DC-käyttöjen korvaaminen taajuusmuuttajilla varustettuihin AC-käyttöihin. Toinen pääryhmä käsittää uudelleensuunnittelun ja korjaukset, joiden tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ilman, että suorituskykyä edistetään. Kolmanteen pääryhmään kuuluvat kohteen modernisaatiot, joiden avulla suorituskykyä pyritään parantamaan. Tämä suoritetaan yleensä päivittämällä yksittäinen kone sekä valmistusprosessi. Modernisaatio onärkevin vaihtoehto, kun valmistusprosessin yksittäisen koneen kilpailukyky on heikentynyt mutta kyseisellä koneella on vielä elinaikaa jäljellä. Tällöin onärkevää uudistaa kohde romuttamisen tai uuden ostamisen sijaan. [3, s. 51; 7, s. 32.]

Ennakoiva huolto tai ennustava kunnossapito on kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, joka perustuu kohteen suorituskyvyn tarkkailuun ja analysointiin. Kyseisten keinojen avulla voidaan havaita kohteen suorituskyvyn heikkenemistä ja suunnitella mahdolliset palauttamistoimenpiteet. [1, s. 99; 4, s. 14.] Mahdollisiin epäkohtiin pyritään puuttamaan hyvissä ajoin ja tavoitteena välttää yllättävät ongelmatilanteet.

Etä- ja lähikunnossapito ovat toistensa vastakohtat. Etäkunnossapitoa suoritetaan kauko-ohjatusti ilman, että kunnossapitohenkilökunta on suoraan tekemisissä kohteen kanssa, kun taas lähikunnossapitoa suoritetaan huoltokohteen luona paikallisesti. Käyttäjäkunnossapidolla tarkoitetaan koneen käyttäjän suorittamia toimenpiteitä. [1, s. 99.] Kunnostamisella tarkoitetaan kuluneen tai vaurioituneen pois käytöstä otetun kohteen palauttamista toimintakuntoon [1, s. 97].

### 3 Kunnossapidon toimintamallit RCM ja TPM

Kunnossapidon alueella on viime aikoina kehitetty erilaisia filosofioita ja ismejä, joiden avulla toimintaa kunnossapidon toimintaa pyritään kuvaamaan. Näiden takana ovat yleensä konsulttiyritykset, jotka pyrkivät erottumaan toisistaan. Useimmiten uudet ja näyttävät toimintamallit eivät sisällä mitään uutta vanhempiin toimintamalleihin verrattuna. Toisaalta erilaisille filosofioille löytyy perusteltu tarve, koska eri teollisuuden aloilla on eri asioilla omat painoarvonsa, jotka riippuvat muun muassa tuotannon luonteesta, laitekannan tai tuotteen arvosta, ympäristö- tai henkilöriskeistä ja monista muista tekijöistä. Toimintamallien yhteenvetona voidaan todeta seuraavaa:

- Mikään yksittäinen filosofia ei tarjoa kaikkia etuja, muuten käytössä olisi yksi vallitseva filosofia.
- Kaikissa filosofioissa on haittapuolia, jotka pitää ottaa huomioon. Yleensä haittapuolia ei muisteta mainita etukäteen.
- Jokaisen filosofian hyöty on riippuvainen käyttäjäorganisaation tavasta tulkita ja soveltaa sitä omassa toiminnassaan.
- Ihmisten käyttäytymisellä on suurin vaikutus siihen, miten hyvin ja tehokkaasti menetelmä toimii käytännössä.
- Jokaisessa laitoksessa on käytössä jokin kunnossapitofilosofia. Mikäli asiaa ei ole mietitty lainkaan, niin käytössä on yleensä kokonaisvaltainen korjaavan kunnossapidon filosofia.
- Uusien kunnossapitofilosofioiden käyttöönotossa on hyvä huomioida, miten käyttöönotto vaikuttaa varsinaiseen toimintaan.
- Kaikki tilanteet ovat erilaisia. Kahden identtisen tehtaan toiminnassa on eroja, jotka riippuvat ulkopuolisen työvoiman saannista, logistisista kuviosta, vasteajoista ja ammattihenkilöiden osaamisesta. [1, s. 69.]

Yksilöllisen tehtaan tarpeisiin soveltuva toimintamalli voidaan muodostaa yhdistelemällä eri filosofioiden käytäntöjä.

### 3.1 RCM

RCM on lyhenne englannin kielen sanoista Reliability Centered Maintenance, joka suomennettuna tarkoittaa luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. Menetelmä on yksi tärkeimmistä kunnossapidon suunnittelun työkaluista. RCM on systemaattinen menetelmä kunnossapidon avuksi, jonka lähtökohtana ovat olleet lentokoneteollisuuden tarpeet kehittää systemaattinen menetelmä koneiden käyttövarmuuden lisäämiseksi. RCM-menetelmässä huomattavaa on se, että varsinaisen kunnossapidon lisäksi yhtä tärkeänä pidetään laitteiden suunnittelua ja sen kehittämistä kunnossapidettävyyden ja käyttövarmuuden lisäämiseksi. [1, s. 75.]

Tehokkaiden menetelmien ja työkalujen puutteen vuoksi ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on yksi kunnossapidon ongelmista, koska kunnossapito-ohjelmat on jouduttu suunnittelemaan koneiden valmistajien ohjeiden sekä omien kokemusten perusteella. Tämän seurauksena sekä kunnossapitoa että varsinkin ehkäisevää kunnossapitoa tehdään liikaa. Englantilainen John Moubray on esittänyt, että suunnitellusta tai ehkäisevästä kunnossapidosta jopa 40 % on tarpeetonta. [1, s. 75; 8.]

RCM-menetelmän mukaan kunnossapitoa pyritään tekemään mahdollisimman vähän kuitenkin vaarantamatta laitteen tai laitoksen toimintaa. Toimintamallin pohjana on systemaattisuus, jossa keskitytään oleellisiin toimenpiteisiin ja mahdollistetaan turhan pois jättäminen. [1, s. 75.]

Teollisuuden alan perusteoksena pidetään John Moubrayn RCM 2-kirjaa, jossa RCM:n keskeisimmät päämäärät määritellään seuraavasti:

- Kunnossapito kohdistetaan sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tämä tapahtuu priorisoimalla prosessin laitteet. Tyypillisiä priorisointikriteereitä ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu.

- Selvitetään laitteiden vikaantumismekanismit, joiden perusteella luodaan oikea pohja tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Lisätään kunnossapidon alaisuuteen myös turvalaitteet ja rajat, jotka ovat prosessin toimiessa passiivisia.
- Määritellään valmiit toimintaohjeet myös laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä.
- Opetetaan koneiden käyttökäyttökunta seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa. [1, s. 75; 8.]

### 3.2 TPM

TPM on lyhenne englannin kielen sanoista Total Productive Maintenance, joka suomennetaan kokonaisvaltaiseksi tuottavaksi kunnossapidoksi. TPM on kokonaisvaltainen strategia, jonka tavoitteena on maksimoida tuotannon tehokkuus ja laatu. Lähtökohtaisesti TPM on enemmän tuotanto- eikä kunnossapitofilosofia. TPM-filosofian lähtökohtana on luoda tuotannon koneille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää niitä. Kokonaisvaltaisuus korostuu TPM-filosofiassa seuraavasti:

- Kokonaistehokkuus pyritään mittaamaan taloudellisten mittarien avulla
- Kokonaiskattavuutta, eli kunnossapitotarpeen pienentämistä, pyritään edistämään muuttamalla huoltoa ja korjaustoimia kuntoon perustuvaan kunnossapidolla.
- Vahvistetaan kokonaisvaltaista osallistumista, jossa kaikki yrityksen osastot ja ihmiset osallistuvat häiriöttömän toiminnan edistämiseen asemasta riippumatta. [1, s. 79.]

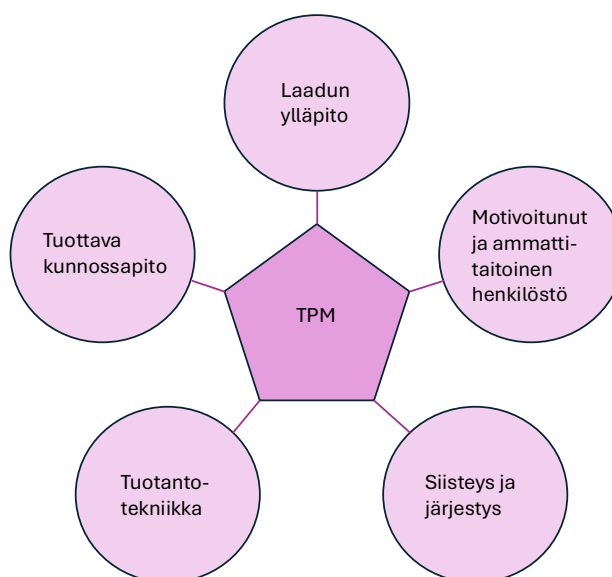
Kaikki tuotannolle tärkeät laitteet ja koneet pidetään optimikunnossa ja niiden suorituskyky pyritään maksimoimaan. Tämä on mahdollista, kun tehtaiden ja laitteiden käyttökäyttökunta on henkilökohtaisesti ja suoraan vastuussa siitä, että näin tapahtuu. TPM-ajattelumallissa on tärkeää sitouttaa koko henkilöstö osaksi systemaattista työskentelytapaa, jossa kunnossapitoa tarkastellaan yrityksen tuotantoprosessiin kuuluvana osana. Tämän avulla pyritään luomaan häiriöttömiä prosesseja mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla. TPM jakautuu viiden ydinajatuksen varaan seuraavasti:

- Tuotantojärjestelmän tehokkuus pyritään maksimoimaan.
- Koneen elinkaarelle rakennetaan kattava tuottavan kunnossapidon järjestelmä.
- TPM otetaan käyttöön kaikilla osastoilla, jotka käyttävät, huoltavat, suunnittelevat tai hankkivat koneita.
- Koko henkilöstö osallistuu ja sitoutuu filosofiaan asemasta riippumatta.
- Parannustyöt suoritetaan tavoitejohdettujen ryhmien toimesta. [1, s. 79.]

TPM-filosofiassa tavoitellaan nollatoleranssia vikojen osalta, eli tavoitteena on virheetön toiminta vikojen ja laiterikkojen osalta. TPM:n viisi pääperiaatteet ovat:

- Laiterikkoja pyritään jatkuvasti vähentämään.
- Koneet ja laitteet pidetään jatkuvasti huippukunnossa.
- Koneiden huolenpito on osa päivittäistä rutiinia.
- Henkilöstön osaamista ja taitoja kehitetään jatkuvasti, jotta laitteita pystytään huoltamaan ja käyttämään mahdollisimman hyvin.
- Tuotantoprosessit pitää suunnitella ja kehittää siten, että ne ovat turvallisia, helppokäyttöisiä ja vähäistä kunnossapitoa vaativia. [1, s. 79.]

TPM-filosofiaan liittyy myös kunnossapidon panoksen ja tuotoksen optimointi. Lisäksi TPM:n käyttötarkoituksena on hyödyntää olemassa olevat käyttöominaisuudet mahdollisimman tehokkaasti. Nykyään kunnossapito määritellään osaksi kokonaistuottavuutta eikä pelkästään korjaavaan ja ennakoivaan huoltoon. Kunnossapito on tärkeä tekijä laadun parantamisessa ja tehokkaan toiminnan edistämisessä. TPM-ajattelussa henkilöstön osaamisen kehittäminen on yksi vahvoista kehityskohteista. [1, s. 79–80.] Kuvassa 3 esitellään TPM-ajattelun osatekijät.



Kuva 3. Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon osatekijät [1, s. 80].

#### 4 Huollon nykytilanne ja lähtökohta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ennakkohuoltosuunnitelma uudelle tuotantolinjalle. Käytännössä tämän prosessin aikana käytettiin hyödyksi samankaltaisten tuotantolinjojen huoltotoimenpiteitä, jotka oli todettu toimiviksi tai muuten tarpeellisiksi. Tiettyjen osa-alueiden kohdalla, kuten sähkökojeistojen, sähkömoottorien ja vaihteiden kohdalla sovellettiin niille kohdistettuja ennakkohuoltokokonaisuuksia. Kyseisten tuotantokomponenttien kohdalla huoltokokonaisuuksia pyrittiin hienosäätämään vastaamaan jokaisen laitteen yksilöllisiä ominaisuuksia. Toimivat ennakkohuoltotoimenpiteet koottiin yhteen Excel-tiedostoon, joka noudattaa yrityksen sisäistä topologiaa. Ennakkohuoltosuunnitelma luotiin vastaamaan yksilöllisen tuotantolinjan rakennetta ja sen vaatimia erityishuomioita.

Vastaaville linjoille oli suoritettu ennakkohuoltoja jo vuosien ajan, mutta tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli yhdistää toimivat ennakkohuoltotoimenpiteet yhdeksi toimivaksi ja toistettavaksi huoltosuunnitelmaksi, jonka avulla huoltojen laadulliseen toistettavuuteen ja rutiiniin saadaan selkeä runko.

Huoltotoimenpiteiden samankaltaisen rungon ja selkeyden ansiosta tulevaisuuden ennakkohuoltojen toteuttaminen on kustannustehokkaampaa ja ajallisesti helpommin arvioitavissa, kun noudatetaan rutiininomaista ja järjestelmällistä tapaa toteuttaa suunniteltuja huoltoja.

Lisäksi opinnäytetyön seurauksena syntynyttä ennakkohuoltosuunnitelmaa voidaan soveltaa muille tuotantolinjoille toimivien osa-alueiden osalta. Toteutunutta Excel-tiedostoa voidaan soveltaa muiden linjojen ennakkohuoltojen päivittämisessä. Tällöin toimivaksi koettua rakennetta ja pohjaa käytetään hyödyksi, mikä nopeuttaa muiden ennakkohuoltojen luontia ja päivittämistä. Lisäksi noudattamalla yhtä valikoitua menetelmää voidaan varmistaa yhdenmukainen rakenne ja logiikka erilaisten tuotantolinjojen ennakkohuoltosuunnitelmien välillä. Tällöin kuka tahansa organisaation sisällä voi luoda tai päivittää ennakkohuoltosuunnitelmia, mikäli huoltosuunnitelmien laatimisessa ja päivittämisessä käytetään standardisoitua logiikkaa ja rakennetta.

## **5 Uuden huoltosuunnitelman luonti**

Uuden ennakkohuoltosuunnitelman luonnissa oli tärkeää luoda selkeä ja käyttökelpoinen pohjarakenne jatkojalostamista varten. Tämä tapahtui luomalla projektille oman kansio kunnossapito-osaston käytettäväksi. Tässä tapauksessa kansio luotiin Microsoft Teams -ohjelmaan, johon kaikilla tarvittavilla henkilöillä on siihen pääsy. Projektin perustamiselle tärkeät dokumentit olivat ajantasainen laitehierarkia sekä Excel-tiedosto, johon ennakkohuoltotoimenpiteet lopulta lisättiin. Lisäksi kaikki ennakkohuoltosuunnitelman luontia tai päivittämistä varten tarvittavat oheismateriaalit oli hyvä kerätä samaan kansioon. Näitä olivat muun muassa PI-kaavio eli putkitus- ja instrumenttikaavio, vanhat huoltosuunnitelmat sekä mahdolliset kuvat tuotantolinjalta.

Projektikansion luonnin jälkeen oli tärkeää tutustua itse tuotantolinjaan. Tämä tapahtui perehtymällä laitehierarkiaan, jonka avulla tuotantolinjan rakenteeseen ja laitteiden sijainteihin käytiin tutustumassa todellisuudessa. Lisäksi oli hyvä tutustua tuotantolinjan PI-kaavioon. Lähtökohtaisesti tuotantolinjojen

laitehierarkiat on laadittu PI-kaavion ja tuotannon valmistusprosessin näkökulmasta, mutta projektin alkuvaiheessa oli hyvä varmistaa niiden ajantasaisuus ja tuotantolinjaa vastaava oikea rakenne. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli tuotantolinjan ennakkohuoltosuunnitelman päivittämisestä on kulunut jo tovi tai tuotantolinjalle on tehty merkittäviä parannuksia tai muutoksia.

## 5.1 Kohteen kriittisten laitteiden määrittäminen

Prosessin alkuvaiheessa on tärkeää jakaa huollettava kohde komponenteiksi ja osiksi, joiden kriittisyyttä kohteen toiminnan kannalta voidaan arvioida. Kohteelle suoritetaan kriittisyystarkastelu, jossa arvioidaan työkohteen eri osa-alueiden kriittisyys kohteen toiminnan kannalta. Tämän jälkeen kohteelle määritellään seuraavat asiat:

1. Määritellään kohteen eri laitetyyppien ja osa-alueiden läpikäyntijärjestys.
2. Määritellään eri toimilaitteiden kriittisyys koko kohteen luotettavuuden kannalta. Kriittisimpiä ovat sellaiset osat tai toimilaitteet, jotka rikkoutuessaan pysäyttävät kohteen välittömästi.
3. Määritellään kunnossapitotiedostojen ja kokoneiden tuotannon ja kunnossapidon henkilöiden kokemuksen perusteella ne osa-alueet, jotka ovat häiriöherkimpiä. [6, s. 139.]

Lisäksi on hyvä arvioida laitteiden kriittisyyttä koko tuotantoprosessi näkökulmasta. Tämä tapahtuu lähinnä kokemusperäisen tiedon perusteella. Kriittisyys voidaan arvioida jakamalla laitteiden vikaantumisen seuraukset kolmeen ryhmään seuraavasti:

1. Laitteen vikaantuminen pysäyttää kohteen koko tuotantoprosessin välittömästi.
2. Laitteen vikaantuminen pysäyttää kohteen koko tuotantoprosessin määritellyn ajan kuluessa.
3. Laitteen vikaantuminen pysäyttää kohteen koko tuotantoprosessin määritellyn ajan jälkeen. [6, s. 139.]

Kriittisyyttä on arvioitava koko tuotantoprosessin näkökulmasta. Mikäli rikkoutuneelle laitteelle on tehtäällä varakone, ei rikkoutuminen aiheuta menetystä koko tuotannolle. Jos rikkoutuneen koneen kapasiteetti on suurempi kuin linjan

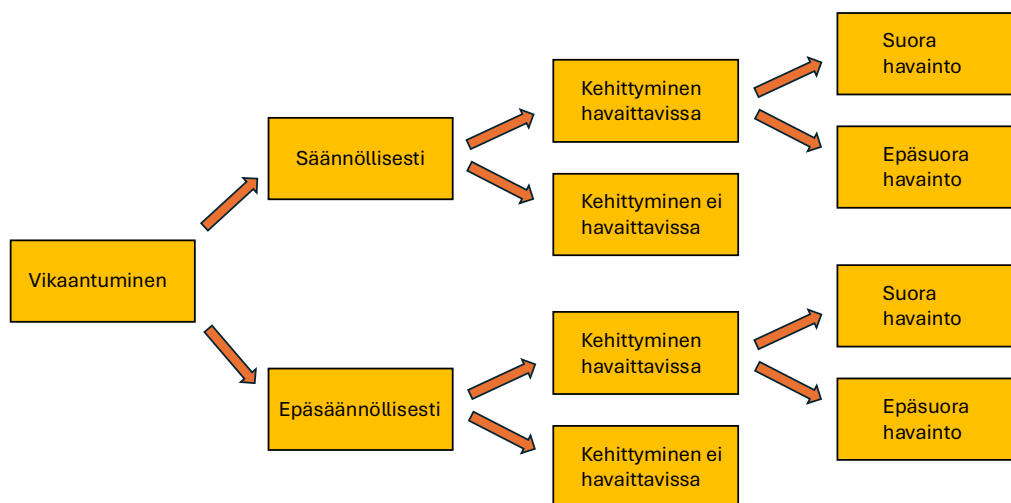
muiden koneiden ja sen edessä ja takana on välivarastointimahdollisuus, niin konetta voidaan seisottaa välivarastojen koon perusteella ilman tuotannon menetystä. [6, s. 139.]

Kohteen osat jaetaan ryhmiin, joiden perusteella niiden luokittelu on mahdollista. Tämä mahdollistaa varaosien kriittisyyden arvioinnin. Osat ryhmitellään seuraavasti:

- kuluvat osat, helposti vaihdettavat
- kulutusosat
- vaikeasti vaihdettavat osat
- vaihto-osat. [6, s. 139.]

## 5.2 Osien vian kehittyminen

Kunkin osan vikaantuminen määritellään kunnossapidon tietojärjestelmän vikaistorian, varaosajärjestelmän kulutuksen, laitetarkastusten tarkastusmuistioiden tietojen sekä käyttäjien, kunnossapitohenkilöstön ja palveluntoimittajan kokemuksen perusteella. Kerätyn tiedon perusteella voidaan määritellä, onko vian kehittyminen säännöllistä vai epäsäännöllistä. Tämän jälkeen arvioidaan, onko vian kehittymistä mahdollista havaita erinäisten mittausten ja tarkastusten avulla. Mikäli vian kehittyminen on havaittavissa, arvioidaan, voidaanko mittaukset ja tarkastukset tehdä käynnin aikana vai onko ne suoritettava seisokkien aikana. Lisäksi on hyvä huomioida, että vian kehittyminen on havaittavissa epäsuorasti, kun vika ilmenee tuotteen laadun heikkenemisen tai seuraavien tuotannon vaiheiden heikkenemisen kautta. Tällöin vikaantumisen syy löytyy tarkastamalla tuotantoketjun osa-alueita takautuvasti kohti prosessin alkua. [6, s. 140.] Vian kehittyminen on esitetty kuvassa 4 olevan kaavion mukaan.



Kuva 4. Vikaantumisen kaavio [6, s. 140].

### 5.3 Huoltotoimenpiteiden määrittäminen

Laitehierarkian määrittämisen tai varmistamisen jälkeen jokaiselle koneelle tai laitteelle määriteltiin yksilölliset huoltotoimenpiteet. Työn pohjana käytettiin vastaavan tuotantolinjan ennakkohuoltosuunnitelmaa, jota oli käytetty toisen tuotantolinjan huoltamiseen. Kyseisen huollon aikana kerättiin tietoa huoltotoimenpiteiden tarkkuudesta ja puutteista. Tämän lisäksi palautetta kerättiin huoltohenkilökunnalta ja tuotannon henkilöiltä. Kerätty tieto ja palaute otettiin huomioon uuden huoltosuunnitelman luonnin yhteydessä.

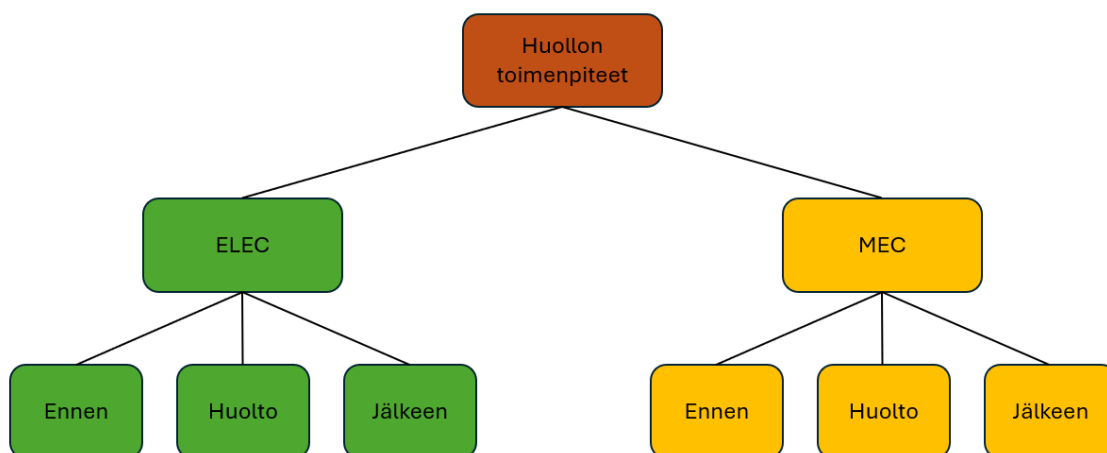
Laitevalmistajan toimittamat dokumentit tarkastettiin ja tarvittavat huoltotoimenpiteet lisättiin huoltosuunnitelmaan, mikäli puutteita havaittiin. Huomioon otettiin käyttäjäkunnossapidon ja ennakkohuoltoa koskevat toimenpiteet. Kaikki huollon toimenpiteet pyrittiin kohdistamaan koneiden ja laitteiden kohdalle mahdollisimman tarkasti.

## 5.4 Huoltotoimenpiteiden jaottelu

Huoltosuunnitelma jaettiin ELEC- ja MEC-toimenpiteisiin. ELEC on lyhenne englannin kielen sanasta electrical, joka tarkoittaa sähköisiä toimenpiteitä. MEC on lyhenne englannin kielen sanasta mechanical, joka tarkoittaa mekaanisia toimenpiteitä. Tämän lisäksi ELEC- ja MEC-toimenpiteet jaettiin kolmeen omaan alakategoriaan seuraavasti:

- huoltoa edeltävät toimenpiteet
- huollon aikaiset tehtävät toimenpiteet
- huollon jälkeen tehtävät.

Huoltoa edeltäviä toimenpiteitä ovat lämpökuvaukset, joita suoritetaan sähkökeskuksille, sähkömoottoreille ja sähköisille liitännöille. Tämän lisäksi vaihdelaatikoille tehdään mahdolliset värähtelymittaukset. Huollon aikaisia toimenpiteitä ovat komponenttien vaihdot, öljyhuollot ja mekaanisten osien tarkastukset. Huollon jälkeen suoritettavia tehtäviä ovat laitteiden toiminnan ja tiiveyden tarkastukset. Kuvassa 7 esitellään huollon toimenpiteiden jakautuminen sähköisten ja mekaanisten toimenpiteiden mukaan.



Kuva 5. Huollon toimenpiteiden jaottelu.

Laitevalmistajien suorittamat vuosihuollot eivät sisälly edellä esitettyyn jaotteluun. Kyseisille toimenpiteille luodaan oma huoltosuunnitelma, jota työnjohto

käyttää apuvälineenä huoltojen suunnittelussa. Näin pidetään töiden jaottelu selkeänä ja vältetään ulkoisten töiden sekoittuminen huoltohenkilökunnan normaaleihin toimenpiteisiin.

### 5.5 Turvallinen työskentely ja huollon riskit

Huollon suunnittelun lähtökohtana turvallinen työskentely. Sähköiset toimenpiteet suoritetaan ammattitaitoisten sähköasentajien toimesta ja mekaaniset työt puolestaan ammattitaitoisten mekaniikka-asentajien toimesta. Jännitteellisiin tai toiminnassa oleviin kohteisiin ei kohdisteta mitään töitä. Ainoana poikkeuksena ovat sähkökeskusten ja -moottorien lämpökuvaukset sekä vaihdelaatikoille tehtävät värähtelymittaukset.

## 6 Tulokset ja arviointi

Huoltosuunnitelman laadinnassa yhdistettiin RCM- ja TPM-menetelmiä. Kummastakin filosofiasta poimittiin toimivia osa-alueita, joita hyödynnettiin huoltotoimenpiteiden määrittämisessä. Lopputulosta tulkittaessa voidaan todeta, että RCM-filosofialla oli suurempi painoarvo.

Valmiissa huoltosuunnitelmassa toimenpiteet on pyritty pitämään samassa järjestyksessä, mikäli laitteiden rakenne ja käyttötarkoitukset ovat samanlaiset. Lisäksi toimenpiteet on järjestetty loogiseen suorittamisjärjestykseen huollon etenemisen kannalta. Ensimmäisessä vaiheessa suoritetaan huoltoa ennen tehtävät toimenpiteet. Toisessa vaiheessa suoritetaan suurin osa toimenpiteistä, jotka tehdään aina laitteiden ja koneiden olleessa sähköttömiä ja pysähtyneinä. Näin voidaan varmistaa turvallinen työskentely. Viimeisenä suoritetaan huollon jälkeiset toimenpiteet.

Toimenpiteet on jaettu ELEC- ja MEC-osuuksiin sen perusteella, ovatko toimenpiteet sähkö- vai mekaniikka-asentajien suorittamia. ELEC-toimenpiteet on esitelty vihreällä värillä ja MEC-toimenpiteet on esitelty keltaisella. Visuaalinen

erittely on tehty vain Excel-tiedostoon selkeyden vuoksi. Kuvissa 6 ja 7 on esitelty sähkömoottorille ja vaihdelaatikon tehtävät toimenpiteet.

ELEC/MEC	Laite	Toimenpiteen kuvaus	Ennen	Huolto	Jälkeen
ELEC	Moottori	Lämpökuvaa moottori	x		
ELEC	Moottori	Moottorin huolto (tarkasta/raportoi)		x	
ELEC	Moottori	Puhdista moottori		x	
ELEC	Moottori	Puhdista puhaltimen ilmanottoaukko		x	
ELEC	Moottori	Tarkista tuuletuslevyjen oikeinkasaus		x	
ELEC	Moottori	Tarkista liitännäskäytännön kunto		x	
ELEC	Moottori	Tarkista sähköiset liitokset		x	
ELEC	Moottori	Tarkista vedonpoistajien kunto ja kireys		x	
ELEC	Moottori	Takometrin/pulssianturin tarkistus		x	
ELEC	Moottori	Tarkista takometrin/pulssianturin kytkin		x	
ELEC	Moottori	Tarkista takoanturin kytkimen kiinnitys		x	
MEC	Moottori	Tarkasta moottorin kiinnitys		x	

Kuva 6. Sähkömoottorille tehtävät toimenpiteet.

Sähkömoottorin huoltotoimenpiteistä huomataan looginen suoritusjärjestys. Lämpökuvaukset suoritetaan ensin moottorin vielä ollessa sähköistettynä. Tarvittaessa isommat moottorit voidaan lähettää niiden huoltoon erikostuneen yrityksen kunnostettaviksi. Lähtökohtaisesti moottorin huolto koostuu puhdistuksesta sekä eri osien kunnon ja kiinnityksen tarkastuksista.

ELEC/MEC	Laite	Toimenpiteen kuvaus	Ennen	Huolto	Jälkeen
MEC	Vaihdelaatikko	Värähtelymittaus vaihteelle	x		
MEC	Vaihdelaatikko	Tarkista vaihteen kiinnitys		x	
MEC	Vaihdelaatikko	Tarkista öljyn määrä		x	
MEC	Vaihdelaatikko	Vaihda öljy		x	
MEC	Vaihdelaatikko	Tarkista öljyvuodot/korjaa/raportoi			x
MEC	Vaihdelaatikko	Tarkista vaihteen toiminta			x

Kuva 7. Vaihdelaatikon tehtävät toimenpiteet.

Vaihdelaatikon työt koostuvat öljyn määrän ja laadun tarkastuksesta sekä mahdollisesta vaihdosta. Huollon alkuvaiheessa suoritetaan värähtelymittaus, jonka avulla saadaan tietoa laakerien ja hammasrattaiden kunnosta. Isompien vaihdelaatikoiden kohdalla on hyvä tarkastaa hammasrattaiden kunto visuaalisesti öljynvaihdon yhteydessä. Lisäksi öljyn seassa olevien metallihiukkasten

perusteella voidaan ennustaa ylimääräistä kulumaa ja tehdä tarvittavat jatkotutkimukset ja toimenpiteet.

Työn seurauksena laadittu huoltosuunnitelma pyrittiin laatimaan mahdollisimman yksityiskohtaiseksi, jotta kaikki tarvittavat toimet tehdään laitteen toimintakunnon ja käyttövarmuuden maksimoimiseksi. Tämän takia osa toimenpiteistä voidaan kokea turhiksi ja resursseja turhaan vieviksi. Vaarana on laitteiden ja koneiden ylihuoltaminen, jossa huoltaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa kyseisellä tarkkuudella. Ylihuoltamista on vaikea arvioida suoraan, koska joidenkin toimenpiteiden ohittaminen voi johtaa vikaantumisiin ja häiriötiloihin, jotka ovat mahdollisesti kalliita tuotannon pysähtymisen näkökulmasta.

## **7 Jatkosuunnitelmat ja tulevaisuus**

Kenttätestauksen jälkeen huoltosuunnitelman toimivat osa-alueet tulee hyödyntää muiden vastaavien linjojen huoltojen päivittämisessä. Lisäksi mahdolliset puutteet ja ongelmakohdat tulee huomioida ja tarvittaessa korjata huoltosuunnitelmaan. Mikäli päivittämistä suoritetaan jokaisen toteutuneen huoltokerran jälkeen, voidaan varmistaa huoltosuunnitelma jatkuva kehittyminen ja vastaavuus valitun linjan kohdalle.

Yksi merkittävä parannustoimenpide huoltosuunnitelmalle on lisätä varaosat laitehierarkian alle. Näin ollen jokainen tuotantolinjalle tärkeä varaosa on tiedossa järjestelmässä, jonka avulla varaosien varaston arvoja voidaan seurata. Lisäksi varaosien ja laitteiden yhteen linkittäminen tehostaa suoritettavia huoltoja, koska oikean varaosan selvittämiseen ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa.

Toinen parannuskeino on rytmittää toimenpiteet niiden suoritusajankohtien mukaan. Kyseisessä työssä ei ole eritelty toimenpiteiden suoritusajankohtia. Ajankohtien määrittäminen perustuu huoltojen aikana saatuun tietoon laitteiden kunnosta ja osien vaihtotarpeesta. Lisäksi pitää huomioida laitteiden käyttöasteet ja seuraavan huollon ajankohta. Huoltotoimenpiteet voitaisiin jakaa seuraavasti:

- 3 kk välein tehtävät toimenpiteet
- 6 kk välein tehtävät toimenpiteet
- 12 kk välein tehtävät toimenpiteet
- 24 kk välein tehtävät toimenpiteet.

Kolmantena parannuksena voidaan nähdä tekoälyn soveltaminen yhtenä kunnossapidon työkaluna. Tekoälyyn nojaavia ratkaisuja voidaan hyödyntää kunnossapidossa eri aloilla, kuten kiinteistöjen huollossa, teollisuuden järjestelmissä ja liikkuvissa koneissa. Kunnossapito nähdään yhtenä tekoälyn tärkeimpänä hyödyntämisalueista teollisuuden alalla. Tekoälyä voidaan hyödyntää kunnonvalvontaan, vikaantumismekanismien analyysiin ja tuotantokatkojen minimoimiseen. Koneoppiminen koetaan välttämättömäksi modernille tuotannolle. Saatavilla olevan massiivisen datamäärän ansiosta ennustavan kunnossapidon tueksi voidaan käyttää automaattista koneoppimista, joka avustaa vikojen ja häiriöiden havaitsemisessa. Lisäksi tekoäly avustaa niiden diagnostiikassa, jonka avulla voidaan minimoida tuotantokatkokset, lisätä käyttöastetta ja pidentää laitteiden käyttöikää. [5, s. 91–92.]

## 8 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda ennakkohuoltoa varten kunnossapitosuunnitelma. Huoltosuunnitelma on kokonaisvaltainen sisältäen sähköisiä ja mekaanisia töitä. Opinnäytetyö laadittiin valitulle yritykselle tehtaan uudelle tuotantolinjalle.

Insinööriyössä esiteltiin kunnossapitoon liittyviä standardeja, käsitteitä, termejä ja kunnossapitoa koskevia strategioita. Lisäksi esiteltiin työn aloittamisen vaiheita sekä huoltosuunnitelman jakamista omiin luokkiin ajankohdan ja työn laadun mukaan.

Huoltosuunnitelman luonnissa sovellettiin vastaaville tuotantolinjoille käytettäviä huoltosuunnitelmia ja laitevalmistajan dokumentteja, jotka pyrittiin kohdistamaan linjan yksilöllisiä tarpeita. Huoltosuunnitelma tulee kehittymään ajan kanssa, kun mahdolliset korjattavat kohteet ja puutteet tulevat ilmi konkreettisten huoltojen

kautta. Prosessi on jatkuvasti kehittyvä ja se paranee jokaisen suoritettun huollon palautteen mukaan.

Haluan kiittää valittua yritystä mahdollisuudesta suorittaa opinnäytetyöni heille. Lisäksi haluan kiittää erityisesti kunnossapidon henkilökuntaa kaikesta avusta ja tiedosta, jonka avulla sain kerättyä tarvittavat tiedot yhteen.

## Lähteet

- 1 Mikkonen, Henry; Miettinen, Juha; Leinonen, Pertti; Jantunen, Erkki; Kokko, Voitto; Riutta, Erkki; Sulo, Petri; Komonen, Kari; Lumme, Veli Erkki; Kautto, Juha; Heinonen, Kari; Lakka, Sami & Mäkeläinen, Risto. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Helsinki: KP-Media Oy.
- 2 Tietoa meistä. Verkkoaineisto. SFS Suomen Standardit. <<https://sfs.fi/sfs-ry/>>. Luettu 9.11.2025.
- 3 Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina. 2024. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 7. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.
- 4 SFS 13306:2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Suomen Standardisoimisliitto.
- 5 Yleistä. Verkkoaineisto. PSK standardisointi. <<https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>>. Luettu 9.11.2025.
- 6 PSK 6201. 2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- 7 Tennilä, Jaakko & Kunnossapitoyhdistys Promaint. 2022. Kunnossapidon vuosikirja 2022. Kunnossapidon julkaisusarja. 1. painos. Helsinki: Promaint ry.
- 8 Moubray, John. 1997. Reliability-centered maintenance. New York: Industrial press.