

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Matias Martikainen

AKTIIVIHILITEHTAAN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2021

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Aktiivihilliten tuotanto	6
2.1	Vapo - konserni	6
2.2	Aktiivihilli	7
2.3	Aktiivihillitehdas	8
3	Kunnossapidon perusteet	9
3.1	Viitatus standardit	9
3.1.1	SFS-EN 13306:2017 Kunnossapito, kunnossapidon terminologia	9
3.1.2	PSK 6201:2011 Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät	9
3.2	Määritelmä	10
4	Kunnossapidon pääryhmät	11
4.1	Huolto	11
4.2	Ehkäisevä kunnossapito	11
4.3	Korjaava kunnossapito	12
4.4	Parantava kunnossapito	12
5	Kunnossapidon strategiat	13
5.1	Lean Six Sigma	15
5.2	TPM	15
5.2.1	Suunnittelu	16
5.2.2	Mittaus	16
5.2.3	Kunnostusvaihe	16
5.2.4	Huippukuntovaihe	17
5.3	RCM ja SRCM	17
5.4	ODR	18
5.5	Kunnossapidon mittaaminen	20
6	Kunnossapitoon liittyviä lainsäädäntöjä	21
6.1	Painelaitelaki	21
6.2	Työturvallisuuslaki	22
6.3	Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta	22
6.4	Novi by Pinja	22
7	Kunnossapitosuunnittelu	23
7.1	Suunnitelman laatimisen periaatteet	24
8	Tavoite ja rajaus	26
9	Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat	26
10	Toteutus	27
10.1	Työn aloitus	27
10.2	Konekohtaiset kunnossapito-ohjelmat	28
11	Tulokset	29
12	Pohdinta ja arviointi	33
13	Lähteet	35



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021
Energia- ja ympäristötekniikan
koulutus

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
013 260 600

Tekijä(t)
Matias Martikainen

Nimeke
Aktiivihillitehtaan kunnossapitosuunnitelma

Toimeksiantaja
Vapo Oy Ilomantsin kombilaitos

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella Ilomantsiin valmistuvan aktiivihillitehtaan laitteiston kunnossapitosuunnitelma. Laitosalueella sijaisi ennestään Vapon voimalaitos ja pellettitehdas, joiden kunnossapitojärjestelmään uusi tehdas oli tarpeellista liittää. Toimeksiantajana työlle toimi Vapon Ilomantsin toimipiste.

Työ liittyi suoraan tekijän työsuhteen tehtävään, joten kyseessä ole toiminnallinen työ. Työssä tutustuttiin kunnossapidon teoriaan ja selvitettiin millä tavalla kunnossapitosuunnitelma kannattaa tehdä, ja mitkä asiat vaikuttavat laitekohtaisten huoltojen valintaan. Teoriaan tutustuttiin kirjallisuuslähteillä ja toiminnallista suoritusta avattiin lukijalle prosessikuvauksin.

Tuloksena tuotettiin toimeksiantajalle valmis kunnossapitosuunnitelma uuden tehtaan laitteistolle. Tulevaisuudessa suunnitelmaa voidaan helposti muokata, kun todetaan laitteiden todellinen huollontarve tehtaan tuotannon käynnistyessä.

Kieli
suomi

Sivuja 35
Liitteet -
Liitesivumäärä -

Asiasanat
Aktiivihilli, kunnossapito, tuottavuus, Ilomantsi, teollisuus



THESIS
April 2021
Degree Programme in
Energy- and environmental engineering

Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
013 260 600

Author(s)

Matias Martikainen

Title

Maintenance planning for an activated carbon plant

Commissioned by Vapo Oy Ilomantsi

Abstract

The subject for this thesis was to design and implement a maintenance plan for newly constructed activated carbon plant. The plant is owned by Vapo Oy and it is located next to an existing power plant and a pellet factory. It was necessary to connect the new plant to the same maintenance system with the other existing production equipment.

The subject for the thesis was the same subject I worked in my daily job for the company. Goal of the thesis was achieved by familiarizing myself with multiple sources of maintenance theory and researching how industrial maintenance plans are executed.

Ready to be used maintenance program was written to the maintenance system for the new equipment. The program is easy to be adjusted as needed when the factory starts production and maintenance needs are more precisely evaluated.

Language
Finnish

Pages 35
Appendices -
Pages of Appendices -

Keywordsⁱⁱ

activated carbon, maintenance, Ilomantsi, manufacturing.

Lyhenteet

PSK	PSK Standardisointiyhdistys ry
SFS	Suomen Standardisoimisliitto ry
MHF	Multiple Hearth Furnace
TPM	Total Productive Maintenance
RCM	Reliability Centered Maintenance
SRCM	Streamlined Reliability Centered Maintenance
ODR	Operator Driven Reliability

1 Johdanto

Opinnäytetyö liittyi tekijän työtehtävään Vapo Oy:n uudessa tehdasprojektissa. Ilomantsin laitosalueella toimii tällä hetkellä voimalaitos ja pellettitehdas. Pian valmistuva aktiivihiilitehdas oli tarpeellista liittää voimalaitoksen ja pellettitehtaan tapaan laitosalueen yhteiseen kunnossapitojärjestelmään, Arrow Noviin.

Kunnossapito on laitosalueella jokapäiväistä toimintaa ja sen parissa työskentelevät alihankintana toimiva kunnossapitoryhmä sekä laitoksen käyttöhenkilöstö. Käyttöhenkilöstö vastaa laitteiden toiminnasta ja pienemmistä huoltotehtävistä. Kunnossapitoryhmän vastuulla on vaativammat, esimerkiksi koneiden purkamiseen johtavat toimenpiteet sekä prosessin muutoksien toteuttaminen.

2 Aktiivihiiliten tuotanto

2.1 Vapo - konserni

Vapo Oy on kansainvälinen puhdasta arkielämää tukeva yritys. Yrityksen tuotteet keskittyvät elintarviketuotantoon ja ympäristön puhdistamiseen. Yrityksen tarkoituksena on luoda viihtyisiä elinympäristöjä ja tukea paikallista energiantuotantoa. Suomen valtio omistaa enemmistön, eli 50,1 % yrityksen osakekannasta. Loput 49,9 % omistaa Suomen energiavarat Oy (Vapo Oy 2021.)

Vapo Oy:n liiketoiminta on jaettu kolmeen divisioonaan, jotka ovat Energy, Grow & Care ja New Businesses. Divisioonien yhteinen Supply Chain Management -toiminto vastaa turvetuotannosta, logistiikkapalveluista ja ostoista. Group Service -toiminto vastaa konsernipalveluista. (Vapo Oy 2021.)

Yritys työllistää yhteensä noin 900 henkilöä Suomessa, Ruotsissa, Virossa, Hollannissa, Espanjassa, Portugalissa ja Saksassa, Australiassa, Meksikossa, Kiinassa ja USA:ssa (Vapo Oy 2021).

Vapo Oy:n tuotteet liittyvät läheisesti turvebiomassojen käyttöön ja jalostamiseen. Turpeen käytön tulevaisuudelle on lähivuosina muodostunut epävarmuuksia varsinkin energiakäytön suhteen. Suomessa on poliittinen tahtotila vähentää turpeen energiakäyttöä, mistä esimerkkinä on hyväksytty, vuoden 2020 hallituksen esitys, jossa turpeen energiaverotusta korotettiin entisestä 3,0 €/MWh:sta, uuteen 5,7 €/MWh:iin. (HE 167 2020.)

Energiakäytön korvaajaksi Vapo etsii turpeelle uusia käyttökohteita, joista yksi konkretisoituva vaihtoehto on sen jalostaminen aktiivihiileksi erilaisiin kohteisiin ympäristön puhdistamiseksi. Liiketoiminta tapahtuu Novactor toiminimen alla. Nimi muodostettiin kuvaamaan uutta toimijaa aktiivihiilialalla. Konzernin olemassa olevia jalostustoimintoja ovat mm. Kekkilä-BVB:n valmistamat kasvualueet, joita käytetään ympäri maailmaa niin puutarhureiden, kuin ammattiviljelijöiden keskuudessa.

2.2 Aktiivihiili

Aktiivihiili on korkean absorptiokyvyn omaava materiaali, jota voidaan käyttää erilaisten prosessien puhdistamiseen. Käyttökohteina voivat olla ilmanpäästöjen, jäteveden ja biokaasun puhdistus tai kemikaalien puhdistaminen. (Dosetec 2021.)

Aktiivihiiltä voidaan valmistaa lähes mistä vain biomassasta, esimerkiksi puusta tai kookoksen kuorista. Maailmalla raaka-aineena käytetään myös kivihiiltä. Valmistusprosessina voidaan käyttää kemikaali- tai höyryaktivointia. (Dosetec 2021.)

Vapon tapauksessa käytetään höyryaktivointia, jossa aktivointiprosessiin ei syötetä kemikaaleja, eikä siitä synny jätevettä. Höyryaktivointi perustuu korkeissa lämpötiloissa tapahtuviin reaktioihin. Aluksi lämpötilaa nostetaan hitaasti 500°C: asteeseen asti. 150°C:n jälkeen tapahtuu materiaalin hapettuminen. Tämän jälkeen seuraa materiaalin karbonointi, jossa orgaaniset aineet muuttuvat hiileksi. Lopuksi haluttu materiaalin huokoisuus eli absorptiokyky saadaan altistamalla se höyrylle yli 1000°C:n lämpötilassa. (Dosetec 2021.)

2.3 Aktiivihiihtehdas

Ilomantsin hiililaitoksella valmistetaan pellettitehtaan tuottamista turvepelleteistä aktiivihiihtä. Tulevaisuudessa tuotantoon voidaan kokeilla myös muita biomassoja, kuten puuta. Raaka-aine tuotetaan pääosin paikallisesti turvetuotantoalueilla.

Aktivointiuuni on muurattu, monitasoinen korkea rakennus. Uuni voidaan jakaa kahteen osaan karbonointi- ja aktivointiosaan, tapahtuvien reaktioiden perusteella. Turvepelletti syötetään uuniin sen päällä, ja tuote poistuu uunin pohjasta kohti jatkokäsittelyä. Uuni käynnistetään lämmittämällä sitä nestekaasukäyttöisillä starttipolttimilla. Karbonointiosassa turvepelleteissä oleva vesi haihtuu ja turpeen haihtuvia aineita vapautuu. Aktivointiosassa syntynyt hiili aktivoidaan korkean lämpötilan ja aktivointikaasun avulla aktiivihiiheksi. Prosessi on autoterminen, joten käynnistyksen jälkeen energiaa ei tarvitse syöttää prosessiin ulkopuolelta. (Aluehallintovirasto 2020.)

Prosessissa syntyvät kaasut ohjataan lämmöntalteenottokattilaan poltettavaksi. LTO-kattilassa palavien kaasujen energia siirretään prosessihöyryksi pellettitehtaalta kaukolämmöksi. LTO-kattilassa savukaasut jäähtyvät 165 °C lämpötilaan, jonka jälkeen savukaasut jälkikäsitellään neutraloivalla kalsiumhydroksidijauheella. Neutraloinnin jälkeen savukaasu suodatetaan pussisuodatuksen läpi ja puhdistettu savukaasu johdetaan piippuun. Kertynyt kipsipitoinen sivutuote kerätään sivutuotesiiloon, josta se kuljetetaan pois. Savukaasujen puhdistus tehdään kuivamenetelmänä, eikä prosessissa synny jätevettä. Uunissa valmistettu aktiivihiihi jälkikäsitellään, pakataan ja varastoidaan. (Aluehallintovirasto 2020.)

3 Kunnossapidon perusteet

3.1 Viitattut standardit

3.1.1 SFS-EN 13306:2017 Kunnossapito, kunnossapidon terminologia

Standardin tarkoituksena on määritellä yleiset käytettävät termit kunnossapidossa ja sen johtamisessa. Standardi osoittaa, ettei kunnossapito rajoitu tekniisiin toimenpiteisiin, vaan sisältää lisäksi toimia, kuten suunnittelun ja dokumentoinnin käsittelyn. (SFS-EN 13306:2017.)

Kunnossapidon johdon vastuulla on määritellä kunnossapidon strategia seuraavien tavoitteiden mukaisesti:

- Varmistaa kohteen käytettävyys vaaditulla tavalla toimimiseen huomioiden optimaaliset kustannukset
- Huomioida turvallisuus, henkilöstö, ympäristö ja muut pakolliset vaatimukset, jotka liittyvät kohteeseen
- Ylläpitää kohteen kestävyyttä ja tuotteiden tai palveluidean laatua huomioiden kustannukset

(SFS-EN 13306:2017).

3.1.2 PSK 6201:2011 Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät

PSK - standardisointi on kotimainen teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten kehitysyksikkö. Standardien kehyksenä on käytetty vastaavia eurooppalaisia ja kansainvälisiä tuotestandardeja. PSK 6201 on hyvin samankaltainen kuin SFS-verrokki, käsittäen kunnossapidon käsitteitä ja määritelmiä. (PSK Standardisointi 2021.) Kunnossapitolajien termistöissä on pieniä eroja, joita käsitellään myöhemmin.

3.2 Määritelmä

Kunnossapidon käsitteestä tulee perinteisesti mieleen jonkin laitteen korjaus tai huolto, ja tätä se on historiassa tarkoittanutkin. Nykyään kunnossapidon käsite pitää sisällään laajempia kokonaisuuksia ja siitä on kasvanut oma tieteenalansa.

Korjaava kunnossapito on ollut yrityksen perinteinen tapa huolehtia valmistusprosessin toiminnasta. Valmistusprosessien ja koneiden monimutkaistuesssa havaittiin, ettei pelkkä korjaava toiminta ollut tehokasta, vaan tarvittiin uusi tapa toimia. Tuotannon tehokkuuden perustuessa prosessin laadukkaaseen toimintaan, oli siirryttävä korjaavasta toiminnasta ennakkoivaan kunnossapitoon. Kunnossapitoa pidetään nykyään vikojen ja vikaantumisen estämisenä ja vain tarvittaessa niiden korjaamisena. (Järviö & Lehtiö 2017, 14.)

Kunnossapitokäsite on laaja, monitahoinen ja -tasoinen. Kunnossapidon tavoitteena on huolehtia koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta siten, että tuotanto voi tapahtua olosuhteissa, jotka ovat edullisimmat nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Jos tuote on palvelu, se voidaan tuottaa siten, että asiakas on tyytyväinen ja kustannus-laatusuhde mahdollisimman edullinen. (Aalto 1997, 13.)

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamisen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (PSK 6201:2011).

Nykyaikainen kunnossapito ottaa lisäksi huomioon turvallisuus- ja ympäristönäkökulmat. Rikkoutunut laite voi muodostaa riskin laitteen käyttäjälle tai ympäristölle esimerkiksi vuotamalla kemikaaleja maaperään. Kunnossapito jatkaa myös koneen elinkaarta, joka säästää uuden koneen hankkimiseen käytettäviä resursseja. Joissakin tapauksissa vanha kone on ympäristölle edullisempaa korvata uudella tehokkaammalla ja vähemmän resursseja kuluttavalla koneella. (Aalto 1997, 19.)

4 Kunnossapidon pääryhmät

4.1 Huolto

Tuotanto-omaisuuden huolto on yksi edullisimmista keinoista pitää kunnossapidon kustannukset alhaisina, sillä se ehkäisee laitteiden ennenaikaisia rikkoutumisia. Huoltojen suorittaminen on yleensä helppoa ja siihen kannattaa osallistaa kunnossapito henkilöstön lisäksi koneiden käyttöhenkilökuntaa.

Huolto on jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet (PSK 6201:2011).

Huoltamalla kohteet ominaisuudet pidetään yllä tai palautetaan jo heikentynyt toimintakyky. Näin estetään vian syntyminen. Huollot suoritetaan määräväleihin, jotka määräytyvät eri tekijöiden, kuten koneen käyttöajan ja määrän mukaan. (Järviö & Lehtiö 2017, 49.)

4.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen (PSK 6201:2011).

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään eri menetelmin vikaantumisen estämiseen tai hallintaan. Vikaantumisen estäminen perustuu usein komponentin vaihtamiseen uuteen määrätyn väliajoin. Vikaantumisien määrää voidaan hallita etsimällä vikoja koneista ennakkoon ennen niiden hajoamista. Toimenpiteitä voidaan ajoittaa jaksotetuiksi, jatkuvasti suoritettaviksi tai tarvittaessa tehtäviksi. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla on paljon päällekkäisyyksiä huollon kanssa. Ehkäisevä kunnossapito tuo huoltoon lisänä perinteisen huolto-ohjelman ulkopuolisia mittauksia tai osien vaihtoja. Ennalta ehkäisevänä kunnossapitona voidaan pitää

esimerkiksi laitteen lämpötila-, virta tai värinämittauksia. Parametrien muutos haitalliseen suuntaan ennustaisi vikaantumisen lähestyvän, ja laitteen vikaantunut komponentti voitaisiin vaihtaa suunnitellusti ennen laitteen rikkoutumista. Huoltoa tehdään laitteen kunnosta riippumatta, kun taas ehkäisevä kunnossapito tulee tarpeeseen laitteen tilan muuttuessa. Tulevaisuudessa automaation ja tekoälyn kehittyessä pystytään yhä tarkemmin ennustamaan laitteiden huollon tarve, tavoitteena ettei korjaavaa kunnossapitoa tarvita ollenkaan.

4.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon (SFS-EN 13306:2017).

PSK 6201:2011 standardi jakaa korjaavan kunnossapidon erikseen välittömään ja siirrettyyn häiriökorjaukseen, sekä kunnostamiseen. Yksinkertaisuudessaan korjaava kunnossapito voidaan jakaa suunnittelemattomaan ja suunniteltuun. Suunnittelematon korjaus tarkoittaa laiterikkoa, joka tulee yllättäen ja täytyy saada korjattua mahdollisimman nopeasti. Suunniteltu korjaus voi sisältää koneen osan kunnostamisen, ilman että koneen tuotanto olisi välittömässä vaarassa pysähtyä. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

4.4 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintoa (PSK 6201:2011).

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä laitteeseen asennetaan toimintavarmuutta parantavia uusia komponentteja, jotka eivät kuitenkaan muuta laitteen suorituskykyä. Toisessa ryhmässä laitetta korjataan tai suunnitellaan uusiksi siten, että sen suorituskyky nousee samalla. Kolmannen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa laitteen suorituskykyä muokataan uudemmilla tuotantotekniikoilla paremmaksi. Laitteen uudistuksen

yhteydessä uusitaan yleensä myös laajempi osa prosessia. Vanhan koneen vaihtaminen kokonaan uuteen voi tulla kyseeseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Parantavan kunnossapidon projektit käsitellään tapauskohtaisesti, ja niitä ei luonnollisesti ole olemassa kirjattavaksi kunnossapitojärjestelmään uusien laitteiden tapauksessa.

5 Kunnossapidon strategiat

Kunnossapidossa on kyse tuotanto-omaisuuden hoitamisesta ja sen kustannus-
tehokkaan tuotannon turvaamisesta. Onnistunut kunnossapito ehkäisee ja korjaa vikoja minimiviiveellä ja optimikustannuksilla. Tämän saavuttamiseen on kehitetty useita malleja ja ajattelutapoja, joita käydään läpi seuraavaksi.

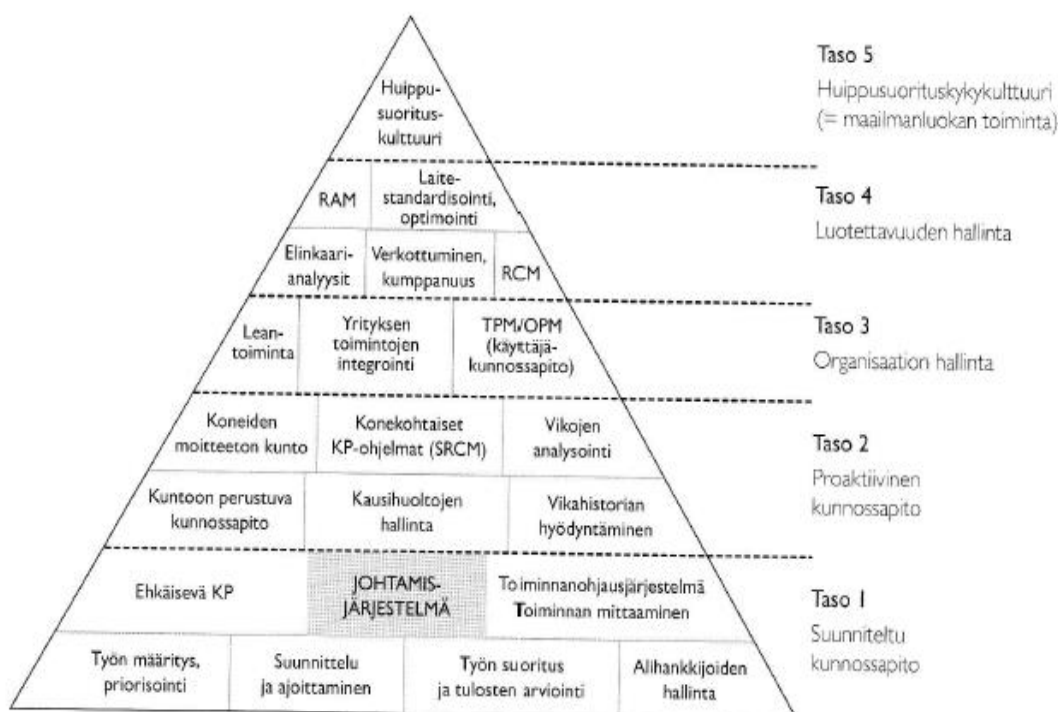
Kunnossapidon suunnittelussa voidaan käyttää useita toimintamalleja, joiden yhteinen tarkoitus on pyrkiä sen tehokkaaseen toteuttamiseen. Mallit voidaan jakaa esimerkiksi kolmeen osaa, joihin sisältyvät laatujohtannaiset strategiat, TPM-ajattelu, eli tuottava kunnossapito sekä RCM ja SRCM. Laatujohtamisen työkalut ovat yleisiä prosessijohtamisen työkaluja, joita käytetään kunnossapidon ulkopuolellakin. TPM on erityisesti kunnossapidon tehokkaaseen hallintaan keskittynyt ajatus, jossa koko organisaatiota rohkaistaan yhteistyöhön. RCM ja SRCM voidaan sisällyttää TPM-ajatteluun, ja ovat työkaluja konekohtaiseen kunnossapitosuunnitteluun. (Järviö & Lehtiö 2017, 116.)

Lisäksi on olemassa asset management, eli tuotanto-omaisuuden tehokkaaseen hoitamiseen keskittyvä ajatus. Se keskittyy optimoimaan tuotanto ja kunnossapidon resursseja vaihtelevan kysynnän tilanteisiin, eli luomaan joustavuutta yritykseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 116.)

Seuraavassa kuvassa selviää muitakin kunnossapidon toteutuksen mahdollistavia osa-alueita. Osa-alueet on lajiteltu tasokohtaisesti, ja yritys voi tarkistaa kuvasta, mitä osia se hallitsee ja siten arvioida suorituskykyään. Alimmalta tasolta

perinteisestä kunnossapidosta nousee ylemmäs, kun prosessista onnistutaan keräämään ja dokumentoimaan enemmän informaatiota. Tällöin kunnossapidon johtaminen ja tehokkuus kasvavat. Tavoitteena on huippusuorituskulttuuri, jolloin voidaan mieltää yrityksen olevan alansa paras toimija (Kuva 1).

Vapo Oy:n Ilomantsin toimipisteen opinnäytetyön tekijä arvioi olevan tasolla 3. Toimipisteen työntekijöiden lukumäärä on pieni, noin 20, joten kunnossapidon hyvin tarkkaan analysointiin ei ole resursseja. Toimipisteellä ollaan kuitenkin otamassa suurempaan osaan prosessien tehokkuuden optimointi ja käyttäjäkunnossapito Lean – ajattelun mukaisesti jatkuvaan parantamiseen pyrkien. Kunnossapitostrategia on TPM-ajattelun mukainen.



Kuva 1. Kunnossapidon tasot. Järviö & Lehtiö 2017, 126. (muokattu lähteestä Sami Corporation)

5.1 Lean Six Sigma

Lean ja Six Sigman työkalut pureutuvat kiinni turhan toiminnan poistamiseen ja prosessin stabilointiin eliminoimalla vaihtelut. Six-Sigma ohjelmalla vähennetään yrityksen virhetoimintoja ja virheellisiä tuotteita. Näin vähennetään virhekustannuksia ja samalla virheettömien tuotteiden osuus, eli tuotto lisääntyvät. Laadunparannuksessa työkaluna käytetään DMAIC-prosessia, joka on suomeksi käännettynä lyhenne sanoista määrittele, tutki, paranna ja ohjaa. (Järviö & Lehtiö 2017, 133.)

5.2 TPM

TPM-filosofian, eli kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon lähtökohta on, että tuodaan tuotannon koneille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpidetään ne. Malli lähtee laatuguru J.M.Juranin toteamuksesta, että luotettavuuden vähentyminen johtuu toimintaolosuhteiden hitaasta muuttumisesta epäedulliseen suuntaan. Tällä perusteella tuottavuuden parantaminen vaatii toimintaolosuhteiden parantamista (Järviö & Lehtiö 2017, 147.)

TPM korostaa sanaa kokonaisvaltainen seuraavasti:

- kokonaistehokkuus; pyrkimys tehokkuuteen mitattuna taloudellisin mittarein
- kokonaiskattavuus; kunnossapitotarpeen pienentäminen, huolto ja korjaustöiden helpottaminen rakenteita muuttamalla sekä ehkäisevällä kunnossapidolla
- kokonaisvaltainen osallistuminen; kaikki osallistuvat, häiriötön toiminta on tulos, jonka osatekijöinä ovat kaikki yrityksen osastot ja ihmiset asemasta riippumatta.

(Järviö & Lehtiö 2017, 147.)

TPM-mallin keskeinen periaate on se, että organisaatiossa syntyneet ongelmat on ratkaistava mahdollisimman lähellä niiden syntyäpaikkaa. Tuotantokoneen ongelmaa ei käsitellä neuvotteluhuoneessa vaan tuotantokoneen vierellä koneen käyttäjien läsnä ollessa. Johdon ja insinöörien on hyvä muistaa, että monesti koneiden käyttäjät ovat niiden parhaita asiantuntijoita. Heidän näkemyksiään on syytä kuunnella herkäällä korvalla. (Laine 2010, 263.)

TPM-mallin johtaminen perustuu yhteispeliin, jonka tarkoituksena on luoda tuotantolaitokseen huippujoukkueita yksilöiden sijaan. Tavoitteena on luoda työntekijöille motivoiva ympäristö, joka saa jokaisen tuottamaan kehitysideoita organisaatiolle, eli hyödynnetään koko organisaation aivot. Toteuttamisen lähestymistapa muodostuu neljästä askelmasta, jotka ovat suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukuntovaiheet. (Järviö & Lehtiö 2017, 118.)

5.2.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa projekti käynnistetään suunnitteleamalla toimiva organisaatio osoittamalla avainhenkilöt ja riittävät resurssit käyttöön. Tähän sisältyvät mm. kunnossapitosuunnitelman laatiminen, varaosien hallinta, kustannuslaskenta ja yhteistyö asiakkaan kanssa. (Järviö & Lehtiö 2017, 118.)

5.2.2 Mittaus

Mittausvaiheessa analysoidaan olemassa olevaa vika ja korjaushistoriaa, ja niiden perusteella määritellään kriittisimpien koneiden joukko, joissa esiintyy eniten vikoja. Kohteita valitaan vain sen verran, kuin on resursseja saada projekti sulavasti läpi, eli ei ahnehdita liikaa kerralla. (Järviö & Lehtiö 2017, 119.)

5.2.3 Kunnostusvaihe

Kunnostusvaihe aloitetaan puhdistamalla työpisteet 5S-menetelmällä, joka sisältää ympäristön järjestämisen, siivouksen, siisteyden käsitteen määrittämisen ja henkilöstön sitoutumisen järjestystä vaalivaan ajattelutapaan. Tämän jälkeen kone kunnostetaan ja sille tehdään uusi kunnossapitosuunnitelma sekä mitataan saavutettu parannus. (Järviö & Lehtiö 2017, 121.)

Brittiläisen TPM-asiantuntijan Peter Willmotin havainnot korostavat siisteyden ja olosuhteiden merkitystä:

- 40 % vioista voidaan ehkäistä pitämällä koneen toimintaympäristö ja olosuhteet asianmukaisina
- 20 % vioista voidaan poistaa asianmukaisella, päivittäisellä tarkastuskäynnillä sekä käyttämällä koneita oikein
- 25 % vioista voidaan ehkäistä toimivalla ennakkohuolto-ohjelmalla
- 15 % vioista voidaan poistaa korjaamalla koneen rakenteita ja komponenttien luotettavuutta
(Willmot 2000, viitattu lähteessä Järviö & Lehtiö 2017, 96.)

5.2.4 Huippukuntovaihe

Lopuksi optimoidaan kunnossapidon tukijärjestelmät, kuten kumppaneiden ja alihankkijoiden käyttö. Laaditaan kunnossapitotoiminnalle suorituskykymittaristo ja tavoitearvot. Korkein tavoite on kunnossapitotarpeen vähentäminen, johon päästään huolellisella suunnittelulla, johtamisella ja tuotannon epäluotettavien komponenttien uudelleensuunnittelulla. (Järviö & Lehtiö 2017, 123.)

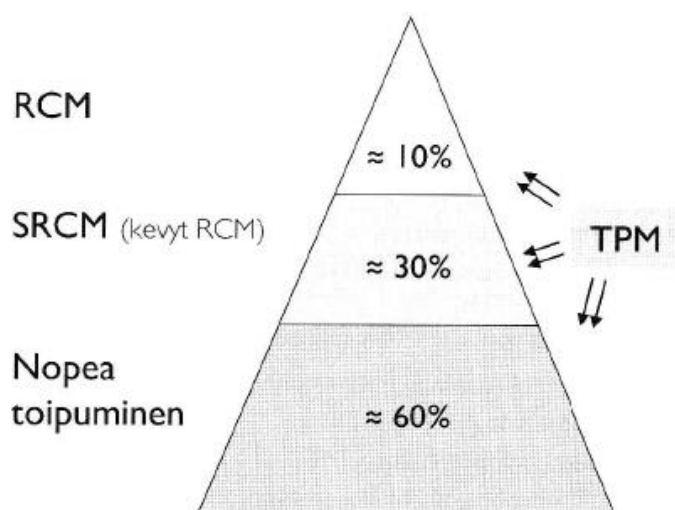
5.3 RCM ja SRCM

RCM ja SRCM ovat kunnossapito-ohjelman suunnitteluun keskittyviä malleja. Niitä voidaan pitää kunnossapitoa johtavan TPM-filosofian sisältyvinä osina, jotka keskittyvät laitekohtaisen kunnossapidon suunnitteluun ja parantamiseen.

RCM (Reliability Centered Maintenance) eli luottamuskeskeinen kunnossapito on hyvin raskas ja kurinalainen analyysimenetelmä, jossa laite erotellaan sen komponentteihin ja niille suoritetaan riskianalyyseja. Menetelmä on käytössä erityisesti lentoteollisuudessa, jossa korostuvat laitteiden äärimmäisen luotettavuuden tarve. SRCM (Streamlined RCM) eli kevennetty luottamuskeskeinen kunnossapito on käytännössä vastaava laitteiden riskitekijöihin pureutuva menetelmä, mutta kevyemmässä muodossa. (Laine 2010, 127–138.)

Seuraavassa kuvassa on yksi esimerkki kunnossapitolajien käytön osuudesta kunnossapitostrategiaa. Havaitaan, että esimerkissä on vain 10 % koneista huolletaan RCM-menetelmää käyttäen. Näiden koneiden voidaan olettaa olevan

prosessille erityisen kriittisiä, koska niiden kunnossapidon suunnitteluun käytetään runsaasti resursseja. Pyramidin alaosassa näemme, että laitteista 60 %:n kohdalla tehdään perinteisiä huoltotoimenpiteitä, tai on valmistauduttu varaosien avulla korjaamaan laite nopeasti rikkoutumisen jälkeen. Laitteet jaetaan valittuihin kunnossapitolajeihin TPM-mallin avulla.



Kuva 2. Kunnossapitolajin valinta (Järviö & Lehtiö 2017, 116).

5.4 ODR

Operator Driven Reliability eli käyttäjäkunnossapito liittyy suoraan TPM-mallin periaatteisiin lisäämällä käyttäjien osallistumista organisaation tuotanto-omaisuudesta huolehtimiseen. Tarkoituksena on vapauttaa varsinaisen kunnossapito henkilöstön työaika ja ammattitaitoa haastavimpiin työtehtäviin.

Koulutettu kunnossapito henkilöstö on yrityksille kallis resurssi, jonka suorittamat yksinkertaisimmat tehtävät voidaan siirtää käyttöhenkilöstön rutiineihin. Näin säästetään kunnossapidon ammattilaisten työpanos vaativimpiin tehtäviin. (Aalto 1997, 89.)

Käyttäjäkunnossapito on ajallisesti hyvin tehokasta, sillä koneen käyttäjä voi tehdä pienet huoltotoimenpiteet valvontakierroksiensa aikana. Toimenpiteitä

tehdessä käyttäjä tulee samalla tarkastaneeksi koneen kunnan ja huomaa mahdollisia alkavia epäkohtia koneen toiminnassa.

Käyttäjäkunnossapidon lopullinen tavoite on itseohjautuvan kunnossapidon saavuttaminen. Yksinkertaistetusti tämä tarkoittaa järjestelmää, jossa käyttäjät hoitavat kohteidensa päivittäisen kunnossapidon rutiinityöt ja raportoivat ne kunnossapidon järjestelmään. Yleensä tärkeimpiä päivittäistöitä ovat erilaiset koneiden kunnan mittaamiseen ja seurantaan liittyvät työt. Tämä siis tarkoittaa huolenpitoa siitä, että koneet toimivat jatkuvasti. Koneiden käyttäjät myös raportoivat järjestelmään välittömästi, jos koneiden kännissä ilmenee jotakin poikkeavaa. (Laine 2010, 222.)

Käyttäjäkunnossapidon onnistunut toteuttaminen vaatii suunnittelua. Liian kova kiire on yksi tekijöistä, joka voi laskea motivaatiota suorittaa tehtäviä. Kunnossapitämiseen täytyy olla varattuna aikaa niin, etteivät käyttöhenkilöstön varsinaiset työtehtävät jää tekemättä.

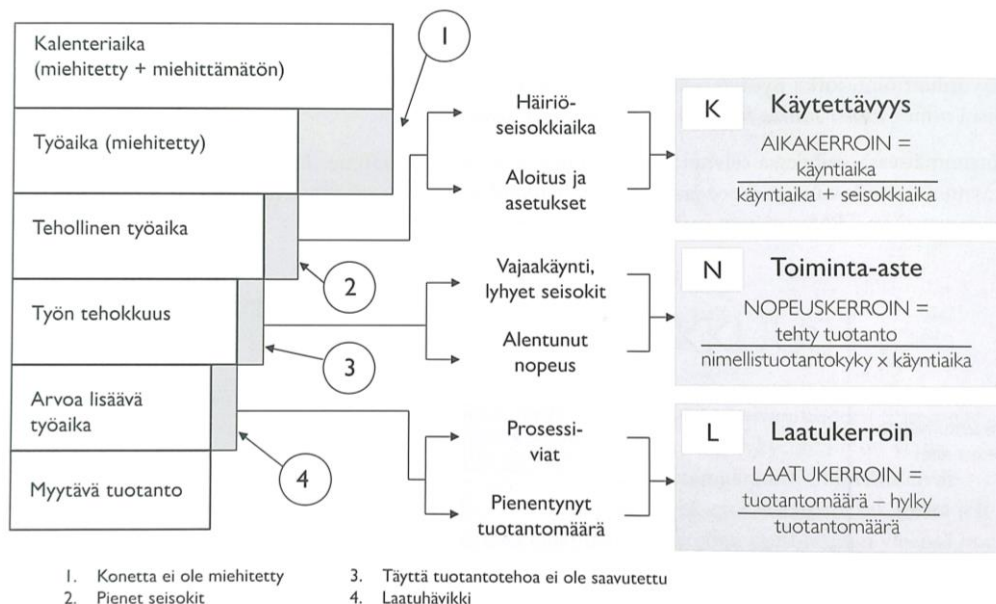
Aloittamisen tulee tapahtua rauhallisesti, on huonoa johtamista lisätä käyttäjien kunnossapitotehtäviä ennen kuin käyttäjien osaaminen vastaa uusia tehtäviä. Osaamisen kehittymistä nopeampi tehtävien siirto johtaa epäonnistumisiin ja voi kaataa uudistusyrityksen. (Laine 2010, 221.) Käyttäjän sitoutumiselle on ratkaisevaa, että hän pystyy omakohtaisesti kokemaan ja näkemään tietojärjestelmän antamat edut (Aalto 1997, 56).

Ilomantsin toimipisteellä käyttäjäkunnossapito on kokonaisuudessa hyvin toteutettu. Uudehko kunnossapitojärjestelmä vaatii vielä totuttelua ja osaamisen kehittämistä. Työntekijöiden osaamista voitaisiin parantaa rohkaisemalla heitä lisäämään kuvallisten ohjeiden määrää kunnossapitojärjestelmässä. Tämä säilyttäisi tietoa organisaatiossa, ja uuden työntekijän kynnys ryhtyä huoltotoimiin pienentyisi. Myös työtä selkeyttävät ja virheen mahdollisuuksia pienentävät merkinnät ovat yksinkertainen apukeino. Tätä varten yritykseen on hankittu taratulostin, joka on otettu onnistuneesti käyttöön.

5.5 Kunnossapidon mittaaminen

Sitä mitä ei voi mitata, ei voi johtaa, on Lean - ajattelun tuttu sanonta. Tässä kappaleessa tutustutaan lyhyestä kunnossapidon onnistumisen mittareihin, joista yleisimpänä käytetään kokonaistehokkuutta (KNL).

Seuraavassa kuvassa esitetään esimerkki KNL-laskelman muodostumisesta. Käytettävyytenä käytetään käyntiaikaa jaettuna käyntiajalla ja seisokkiajalla. Käytettävyys kuvaa siis toteutunutta tuotantoaikaa teoreettisesta maksimista. Toiminta-aste ottaa huomioon alentuneen nopeuden optimaaliseksi määritetystä tuotannosta. Se lasketaan jakamalla tehty tuotanto nimellistuotantokyvyn ja käyntiajan yhteenlaskulla. Laatukerroin kertoo, kuinka paljon tuotetusta tuotteesta saadaan myyntiin, eli ottaa huomioon laatuhävikin. Se lasketaan jakamalla tuotantomäärän ja hyllyn erotus tuotantomäärällä (Kuva 3).



Kuva 3. KNL-hävikit Järviö & Lehtiö 2017, 138. (Muokattu lähteestä Nakajima 89).

Seuraavassa taulukossa on esitetty yksi esimerkki KNL-tavoitearvoista ja kokonaistehokkuuden lopputuloksesta. Tuloksen perusteella voidaan alkaa pohtimaan tarkemmin mistä hyvä tai huono saatu tavoitearvo muodostuu ja parantaa prosessia (Taulukko 1).

Taulukko 1 KNL-tavoitearvot (Järviö & Lehtiö 2017, 138.)

KNL-tavoitearvot		
Termi	Engl.	Tavoitearvo
Käytettävyys	Availability	K > 90 %
Nopeuskerroin	Performance rate, speed rate	N > 95 %
Laatukerroin	Quality rate	L > 99 %
Kokonaistehokkuus KNL	OEE	K x N x L → 85 %

6 Kunnossapitoon liittyviä lainsäädäntöjä

6.1 Painelaitelaki

Painelaitteiden suunnittelua, valmistusta ja käyttöä säädetään Suomessa painelaitelailla. Lain tavoitteena on varmistaa, että painelaitteet ovat turvallisia käyttää niiden koko elinkaaren ajan. (Tukes 2021.)

Laitosolosuhteissa laki tarkoittaa painelaitteella erityisesti säiliötä, putkistoa ja muuta teknistä kokonaisuutta, jossa on tai johon voi kehittyä ylipainetta, sekä painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia (Painelaitelaki 2016/1144 §12).

Painelaitelaki määrittelee kunnossapitosuunnittelua koskien lakisääteisiä tarkastuksia ja niiden suorittajilta vaadittavia pätevyyyksiä. Yleiset turvallisuusvaatimukset kuvataan laissa seuraavasti:

Painelaitte on suunniteltava ja valmistettava, sitä on hoidettava ja käytettävä ja se on tarkastettava niin, ettei se vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta eikä omaisuutta. Painelaitteessa on oltava riittävät käyttöturvallisuuden varmistavat laitteet ja laitejärjestelmät ja niiden on toimitettava asianmukaisesti. (Painelaitelaki 2016/1144 §5.)

6.2 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. (Työturvallisuuslaki 2002/738 §1)

Kone, työväline tai muu laite, jonka asennus tai asennus- tai käyttöolosuhteet vaikuttavat turvallisuuteen on tarkistettava sen käyttöönotossa. Lisäksi tarkastus on suoritettava käyttöönoton jälkeen säännöllisin väliajoin ja tarvittaessa myös poikkeuksellisen tilanteen jälkeen koneen, työvälineen tai muun laitteen toimitakunnon varmistamiseksi. (Työturvallisuuslaki 2002/738 §43)

6.3 Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta

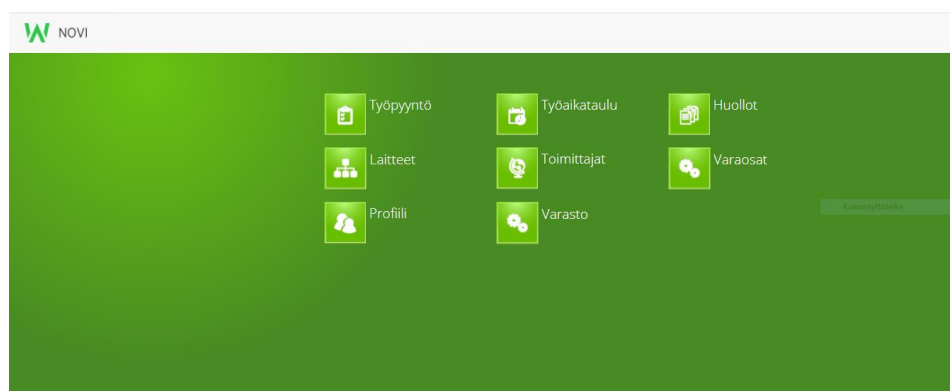
Niin sanottu kemikaaliturvallisuuslaki huomio kunnossapidon seuraavasti:

Toiminnanharjoittajan tulee huolehtia siitä, että tuotantolaitoksen laitteistoja ja laitteita käytetään turvallisesti ja niistä annettujen käyttöohjeiden mukaisesti siten, ettei toiminnasta voi aiheutua tavanomaisessa käytössä tai ennalta mahdollisiksi arvioitavissa poikkeustilanteissa sellaisia räjähdyksiä, tulipaloja tai kemikaalipäästöjä, joista seuraisi välittömiä henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja tuotantolaitoksessa tai sen ulkopuolella. Toiminnanharjoittajan on huolehdittava laitteistojen ja laitteiden sekä turvallisuuden varmistamiseen tarkoitettujen laitteiden ja järjestelmien kunnossapidosta ja varmistettava riittävän usein, että niitä voidaan käyttää turvallisesti ja että ne toimivat oikein. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 2005/390 §12.)

6.4 Novi by Pinja

Novi on Pinja Oy:n tarjoama ennakoivan kunnossapidon moderniin hallinnan ja kehittämisen järjestelmä. Järjestelmä digitalisoi teollisuuden kunnossapidon hallinnan ja kehittämiseen liittyvää tietoa, sekä vastaa kunnossapidon päivittäisjohtamisen tarpeisiin. (Pinja 2020.)

Novin tavoite on ollut erottua perinteisistä kunnossapitojärjestelmistä olemalla kevyt, skaalautuva ja mobiilikäyttöön soveltuva ohjelmisto, joka kulkee mukana käyttö- ja kunnossapidon jokapäiväisessä työssä. Ilomantsin laitosalueen käytössä järjestelmästä löytyvät mm. kone- ja laiterekisteri, päiväkirja, varaosahallinta, töiden aikataulutusta ja dokumentointi.



Kuva 4. Novi kunnossapitojärjestelmän etusivu

7 Kunnossapitosuunnittelu

Kunnossapitojärjestelmän tärkein tavoite on varastoida tietoa ja muuttaa kunnossapidon toimintaa reagoivasta järjestelmälliseksi. Järjestelmän keräämien tunnuslukujen ja tapahtumalokien avulla toimintaa kyetään johtamaan. Järjestelmään tallentuvat laitekohtaiset huoltotyöt ja korjaukset, esimerkiksi kaukolämpöpumppujen öljynvaihdot.

Kunnossapitojärjestelmän tehokkuus perustuu suunnitelmallisuuteen ja jatkuvan parantamiseen. Käyttäjä pystyy keräämään ja analysoimaan tietoa laitteiden toiminnasta tallennettujen tietojen perusteella. Huolellinen suunnittelu lyhentää töiden suorittamiseen käytettyä aikaa ja töiden aikataulutaminen viivästyksiä töiden välillä. Tallennetun kokemuksen avulla käyttäjät pystyvät kehittämään huoltoja ja niiden jaksotusta. (Aalto 1997, 31; Järviö & Lehtiö 2017, 104.)

Kunnossapitojärjestelmä vaatii käyttäjältä osaamista ja motivaatiota sen käyttämiseen. Järjestelmät tasapainottelevat ominaisuuksien laajuuden ja käyttäjäsävällisyyden välillä. Liian kevyeen järjestelmään ei saada kirjattua tarpeeksi monipuolista tietoa, ja taas liian monimutkainen raskas järjestelmä laskee käyttäjän motivaatiota järjestelmän hyödyntämiseen, nostaan kynnyistä kirjata pienempiä tapahtumia ylös. Ilomantsin laitoksen ohjelmisto on uusittu muutama vuosi sitten vanhasta raskaasta järjestelmästä modernimpaan, tavoitteena nostaa käyttäjäkunnossapidon ja tiedonkeruun tasoa.

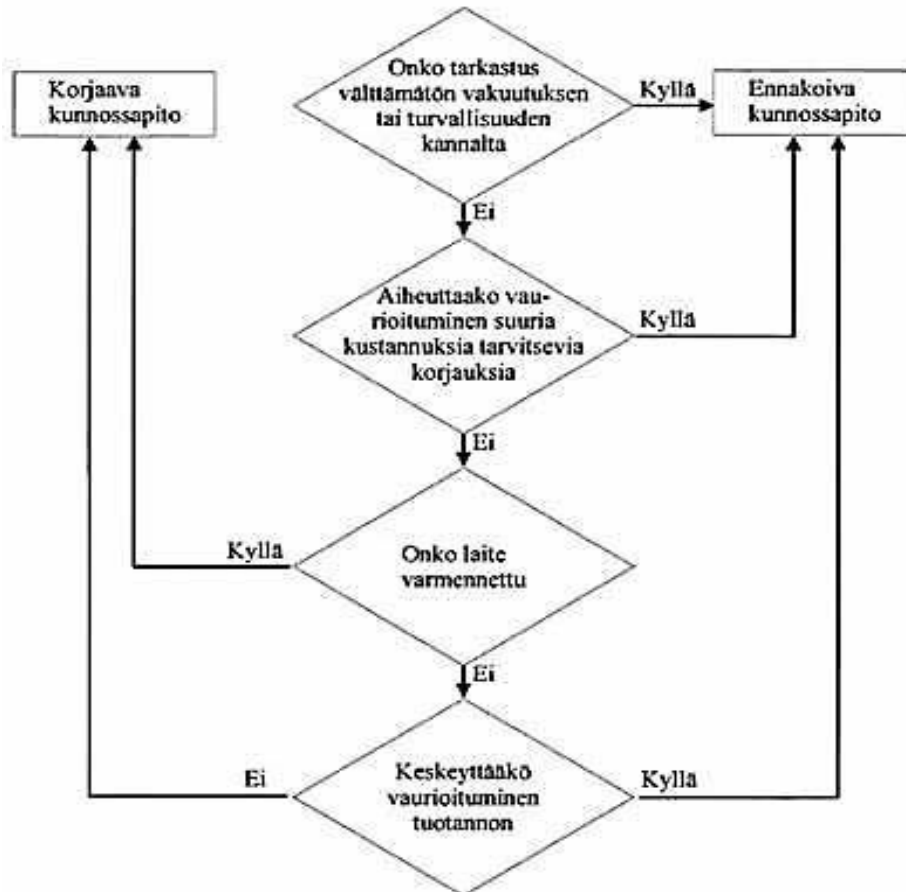
7.1 Suunnitelman laatimisen periaatteet

Perinteisesti kunnossapidon työlistat on laadittu seuraavien tietojen pohjalta:

- aikaisemmat kokemukset vikaantumisista
 - varaosat ja niiden käyttömäärät
 - koneen ja sen osien toimintatapa
 - koneen valmistajan suositukset
- (Järviö & Lehtiö 2017, 104.)

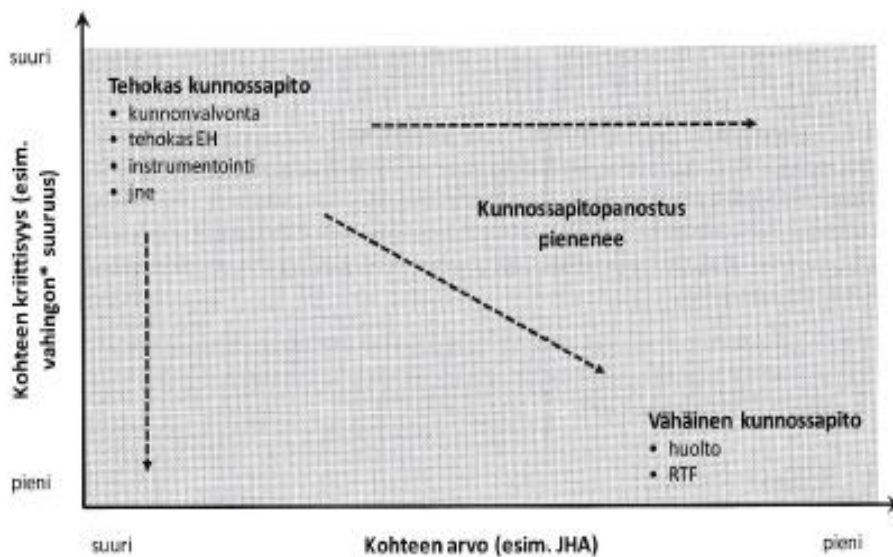
Käytännössä usein koneiden kunnossapito-ohjelmat perustuvat koneen valmistajan suosituksiin, joita sitten on vähä editoitu tuotantolaitoksen omien käyttökokemusten perusteella. Laittevalmistajan kunnossapito-ohjelma on usein vain insinöörien hyvä arvaus siitä, miten koneen eri komponentit kuluvat, sillä koneiden käyttöympäristö ei ole vakio. (Laine 2010, 124.)

Huoltovapaat ja prosessiin vähäisesti vaikuttavat laitteet jätetään korjaavan kunnossapidon piiriin oheista kuvaa mukaillen. Niille ei siis erikseen kirjata huolto-ohjelmaa kunnossapitojärjestelmään, mutta niiden tiedot löytävät järjestelmän laitehierarkiasta.



Kuva 5. Kunnossapidon luokittelu (Aalto 1997, 28).

Kunnossapito-ohjelma pyritään valitsemaan kohteen arvon ja kriittisyyden mukaisesti. Kunnossapidon resursseja lisätään kohteen arvon ja/tai kriittisyyden noustessa seuraavan kuvan mukaisesti (Kuva 5).



Kuva 6. Kunnossapitolajien valinta (Järviö & Lehtiö 2017, 117).

8 Tavoite ja raja

Työn lähtökohdaksi oli suunnitella ja liittää laitosalueen olemassa olevaan kunnossapitojärjestelmään aktiivihilitehtaan laitehierarkia ja selvittää tarvittavat laitteiston huoltotoimenpiteet, toteuttajat sekä suunnitella niiden ajoitus. Kunnossapitojärjestelmän käyttäjinä tulevat jokapäiväisessä työssään toimimaan laitoksen käyttöhenkilökunta, kunnossapitoryhmä sekä työnjohto.

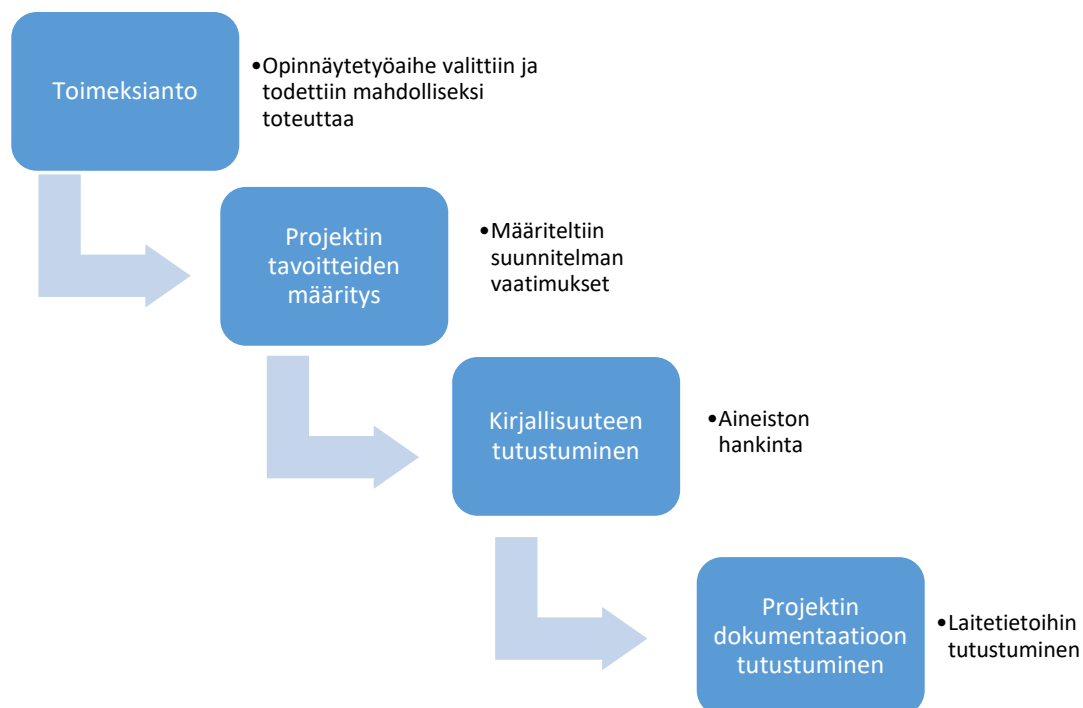
Työstä rajattiin ulkopuolelle eri laitteiden tekniikoiden ja huoltoa tarvitsevien komponenttien tarkempi käsittely, sillä niitä olisi tuhansia. Aiheen rajattiin koskemaan huolto- ja kunnossapidon toteuttamisen menetelmiä sekä kuvaamaan suunnitteluprosessin kulkua. Tavoitteena on valmiiksi luotu käyttöönotettava kunnossapitojärjestelmä, jota käyttäjän on helppo kehittää eteenpäin tehtaan tuotannon aikana.

9 Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat

Toimeksianto liittyi suoraan tekijän varsinaisen työtehtävän suorittamiseen, joten toteutuksen muodoksi valittiin toiminnallinen opinnäytetyö. Työ koostui kirjallisuuslähteisiin tutustumisesta, jonka jälkeen suoritettiin kunnossapitosuunnitelman toteutus. Teoriaosuudessa lukijalle avattiin työn tarkoitus ja tavoitteet, joihin pohjautuen avattiin suunnitelman prosessin kulkua.

10 Toteutus

10.1 Työn aloitus



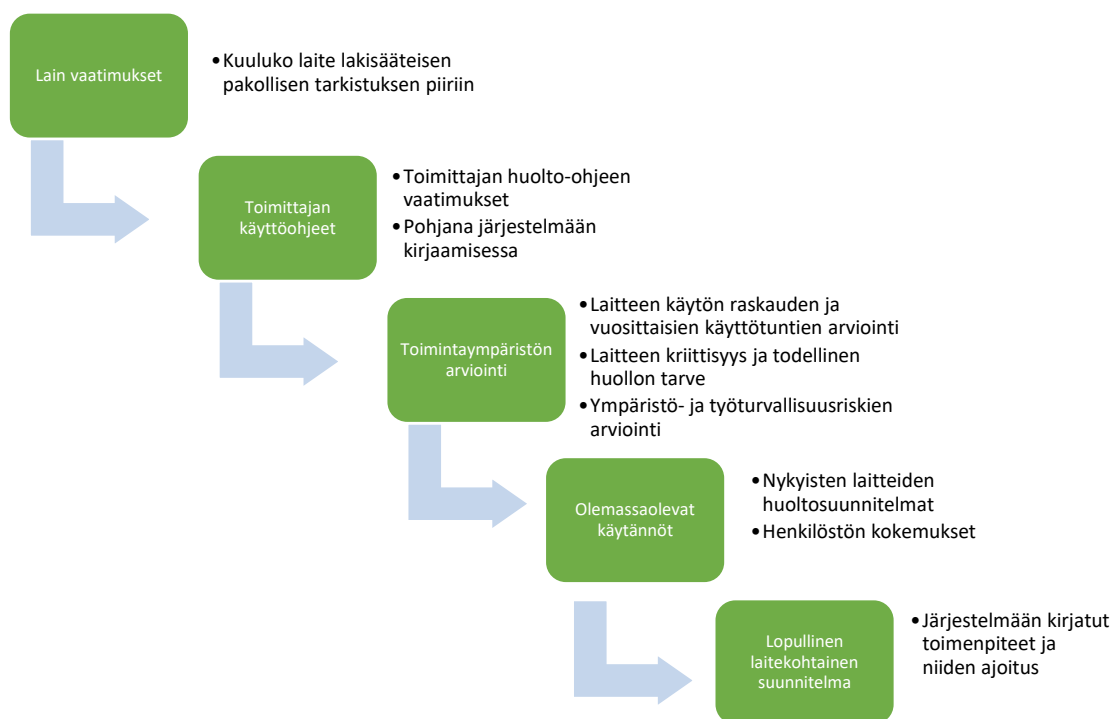
Kuva 7. Työn aloituksen prosessikaavio

Toteutus aloitettiin yhteisessä palaverissa, jossa käytiin toimeksiantajan edustajien, sekä kunnossapito-ohjelmiston edustajan kanssa läpi työn tavoitteet. Palaverissa sovittiin opinnäytetyön tekijän vastuualue ja toteutuksen aikataulu. Opinnäytetyön toteuttamiselle ja julkaisulle ei nähty esteitä (Kuva 7).

Lähdeaineistoksi hankittiin ja lainattiin kunnossapidon kirjallisuutta, joiden lisäksi etsittiin verkosta aineistoa. Tärkeimpänä työn toteuttamiselle olivat Promaint ry -kunnossapitoyhdistyksen yksityiskohtaiset ja ammattimaiset teokset. Kirjallisuuden tutustuminen loi pohjan opinnäytetyölle sekä vahvisti tekijän ammatillista osaamista toiminnallisen työn suorittamiseen. Kirjallisuuden lisäksi hankittiin pääsy tehdasprojektin laitetoimittajien dokumentteihin ja laitelistöihin (Kuva 7).

10.2 Konekohtaiset kunnossapito-ohjelmat

Jokaiselle luvun 8 arviointiperusteiden pohjalta valitulle prosessissa toimivalle laitteelle kirjattiin järjestelmään ajoitetut ennakkohuolto-ohjelmat. Konekohtaisien ohjelmien ajoitus ja laajuus määriteltiin kuvan 8 mukaisesti.



Kuva 8. Konekohtaiseen kirjauksen prosessikaavio

Aluksi tarkistettiin, liittyykö laitteen kunnossapitoon lainsäädännön velvoittavia toimenpiteitä (Kuva 8). Yleisin huolto-ohjelmiin vaikuttava lainsäädäntö oli painelaitelaki. Laki velvoittaa painelaitteen tyyppin ja käyttöolosuhteesta riippuen suorittamaan määrävuosin suorittamaan esimerkiksi painekokeita. Tarkastuksien piiriin kuuluvia laitteita olivat mm. varoventtiilit, painesäiliöt ja lämmönvaihtimet.

Toimittajien laitekohtaisiin dokumentteihin sisältyi vaatimuksena kunnossapito-ohjeet, jotka huomioitiin seuraavaksi tärkeimpänä tiedonlähteenä. Ohjeiden laatu ja tarkkuus vaihtelivat huomattavasti, ja ne oli laadittu usein monessa eri muodossa samallekin laitteelle. Ohjeita verrattiin laitteen fyysiseen sijaintiin ja sen suorittaman toiminnon kriittisyyteen. Kriittisen laitteen huoltovälit mitoitettiin

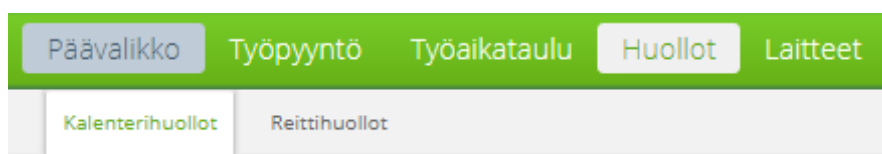
lyhyeksi ja valvontakierrokset tiheiksi. Esimerkiksi jos toimittajan ohjeessa oli kolme eri huoltoväliä käytön raskauden tai käyttöajan mukaan, valittiin niistä alustavasti lyhin. Vähemmän kriittisten laitteiden kohdalla huoltovälejä voitiin jopa pidentää ohjeistuksesta, esimerkiksi jos niiden vuotuiset käyttötunnit olivat vähäiset (Kuva 8).

Huoltojen laajuuden ja ajoituksen arviointi perustui suurimmaksi osaksi työn tekijän ammattitaitoon ja kirjallisuuslähteiden teoriaan. Lopulliseen kirjaukseen otettiin huomioon lisäksi nykyisten laitteiden ja henkilöstön olemassa olevat käytännöt (Kuva 8). Näitä olivat esimerkiksi tehtaalla käytössä olleiden voiteluaineiden tyyppien sopivuus uusiin laitteisiin ja kokemukset laitteiden kulumisesta eri käytössä. Huomiota kiinnitettiin lisäksi huoltotyön suorittamiseen mahdollisesti liittyviin työturvallisuusriskeihin. Esimerkiksi voitiinko toimenpidettä suorittaa tuotannon aikana, vai pitikö se jättää tehtäväksi tehtaan huoltoseisokkiin.

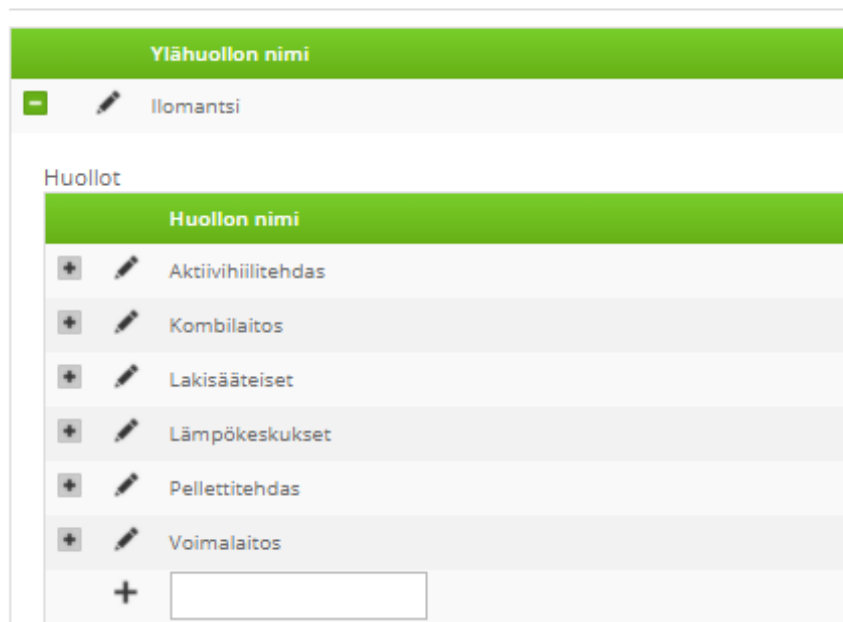
11 Tulokset

Laitosalueen huollot on lajiteltu järjestelmään ensisijaisesti tehdaskohtaisesti. Aktiivihiilitehtaan, pellettitehtaan ja voimalaitoksen huollot löytyvät oman päävalikkonsa alta. Erotuksena ovat lakisääteiset ja kombilaitos – valikon alla olevat huollot, jotka koskevat koko tehdasaluetta. Lakisääteiset työt ovat nimensä mukaisesti lain määäämiä tarkastuksia ja toimenpiteitä, jonne kirjattiin esimerkiksi painelaitelain velvoittamat tarkastukset. Kombilaitoksen alla oleva työ taas voi esimerkiksi koskea laitosalueen piha-aluetta tai muuta yhteistä toimintoa (Kuva 9).

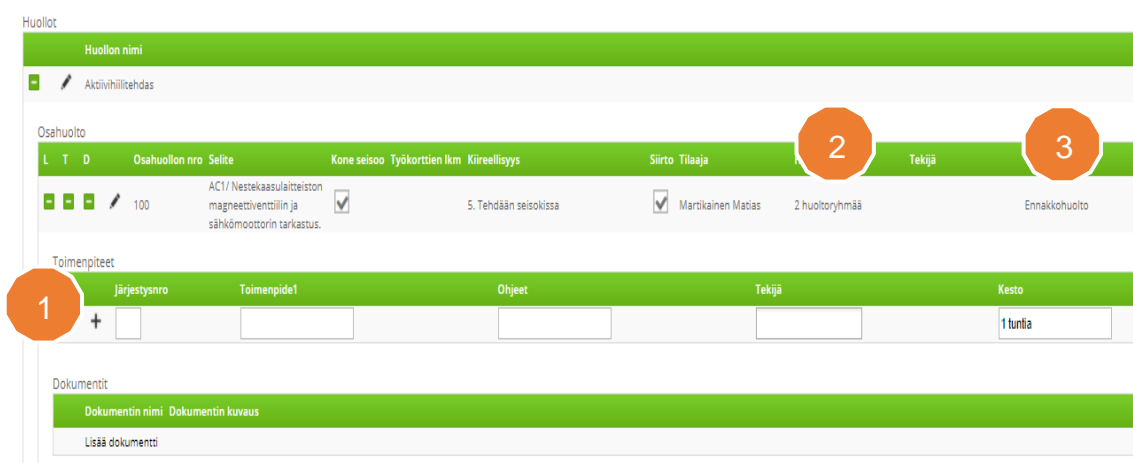
Novissa huollot on luokiteltu kahteen pääluokkaan, kalenterihuoltoihin ja reitti-huoltoihin. Kalenterihuolto mahdollistaa huoltoon liittyvien dokumenttien ja toimenpiteiden tarkan syöttämisen. Eriteltyjä toimenpiteitä (1) voidaan syöttää useita, numeroida ne, sekä määritellä tekijä (2) ja tarvittava työaika (3). Saman huollon alle voidaan lisätä useita laitteita (Kuva 10).



Huollot



Kuva 9. Kalenterihuoltoikkuna.



Kuva 10. Kalenterihuollon lisääminen.

Reittihuolloiksi kirjattiin valtaosa huolto-ohjelmista. Se mahdollisti useiden pienten toimenpiteiden ryhmittämisen ketjuun, josta kunnossapitohenkilö pystyy helpposti kuittaamaan suoritettavat vaiheet laittamalla raksin ruutuun (Kuva 11).

Reittihuollot

Reittihuollot										
T	D	Rivinumero	Nimi	Tilaja	Huoltoryhmä	Tekijä	Tyylaji	Kiireellisyys	Työkorttien lkm	Intervalli
✖	✖	20	AC1/KTTMEKSÄHI Viikotarkastuskierrros	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	1. Heti, vaatii välittömiä toimenpiteitä	1	1 viikkoa
✖	✖	22	AC1/KTTMEKSÄHI Tarkastuskierrros 2vk	Kauppinen Jyri			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	2 viikkoa
✖	✖	24	AC1/KTTMEKSÄHI Tarkastuskierrros 1kk	Kauppinen Jyri			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	1 kuukautta
✖	✖	26	AC1/KTTMEKSÄHI Tarkastuskierrros 3kk	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	3 kuukautta
✖	✖	28	AC1/KTTMEKSÄHI Tarkastuskierrros 6kk	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	6 kuukautta
✖	✖	30	AC1/KTTMEKSÄHI Tarkastuskierrros 1v	Kauppinen Jyri			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	1 vuotta
✖	✖	50	AC1/MEK tarkastus/rasvaus 1vk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	1 tuntia
✖	✖	60	AC1/MEK tarkastus/voitelukierrros 2vk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	2 viikkoa
✖	✖	70	AC1/MEK tarkastus/rasvaus 1kk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	3 viikkoa
✖	✖	80	AC1/MEK tarkastus/rasvaus 1kk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	1 kuukautta
✖	✖	85	AC1/MEK tarkastus/voitelukierrros 2kk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	2 kuukautta
✖	✖	90	AC1/MEK tarkastus/rasvaus 3kk (1)	Martikainen Matias			Ennakkohuolto	4. Aikataulu sovitaan erikseen	1	3 kuukautta

Kuva 11. Reittihuoltoikkuna

Esimerkkikuvassa näemme reittihuoltoihin kirjattuja tarkastus ja rasvauskierrroksia. Tarkastuskierrros piti sisällään yleensä käyttäjäkunnossapidon tarkistus- ja huoltotoimenpiteitä, kuten paineilmalinjaston vedenerottimen tyhjennyksen tai jonkin laitteen toiminnan tarkastamisen. Rasvaukset toteuttaa useimmiten laitoksen varsinainen kunnossapitoryhmä. Yleisimpiä rasvauskohteita olivat pumpujen, kuljettimien, moottoreiden ja puhaltimien laakeroinnit (Kuva 11).

Huollot ryhmiteltiin aikaintervallien avulla järkeviin kokonaisuuksiin. Tarkoituksena oli ketjuttaa saman tarkastusreitit laitteita yhteen, jotta huoltoryhmä voi käydä tehokkaasti alueen kerrallaan läpi. Näin jokaiselle laitteelle ei tarvitse tehdä omaa työkorttia, ja kunnossapidon työkuorma pilkkoutuu selkeisiin kokonaisuuksiin (Kuva 12).

Rivinumero	Laite	Tehtäväkuvaus
✖ 10	328-PU-002-M1 / Apulauhduttimen lauhdepumppu 1 moottori	Laakerin rasvaus Unirex-N3 10g
✖ 11	328-PU-003-M1 / Apulauhduttimen lauhdepumppu 2 moottori	Laakerin rasvaus Unirex-N3 10g
+	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Kuva 12. Reittihuollon lisääminen

Reittihuolto

Huoltoryhmä

Tekijät

Märckäinen Matias

1

Rivi	Laitte	Toimenpide	Kommentti	Työtunnit	Tehy pvm.	Tehy	Ei tehty
10	328-PU-002-M1 / Apulauhduttimen lauhdepumppu 1 moottori	Laakerin rasvaus Unirex-N3 10g	testi		21.3.2021 15.07.30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Työpyyntö
11	328-PU-003-M1 / Apulauhduttimen lauhdepumppu 2 moottori	Laakerin rasvaus Unirex-N3 10g	testi		21.3.2021 15.07.30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Työpyyntö

↑ Dokumentit - 0

↑ Huoltodokumentit - 0

Kuva 14. Reittihuollon kuittaminen suoritetuksi

Näin huolto-ohjelmat alkavat rullaamaan. Järjestelmän aktiivisella käytöllä kunnossapitohenkilöstö ja työnjohto pysyvät kartalla reaaliajassa töiden määrästä ja laadusta. Ennakkoon suunniteltujen huoltojen lisäksi käyttöhenkilöstö voi lisätä napin painalluksella kertaluontoisia tehtäviä havaintojensa mukaan työikkunaan.

Kokonaisuudessaan eri huoltokierroksia, vuosihuoltoja ja seisokkihuoltoja kirjattiin 50:lle eri huoltokortille noin 250 laitekoodattua riviä toimenpiteineen. Huoltovälit vaihtelivat yhden viikon ja kahdeksan vuoden välillä.

12 Pohdinta ja arviointi

Työn päämäärä oli luoda kunnossapitosuunnitelma aktiivihillitehtaan laitteistolle ja se saavutettiin. Kunnossapitohenkilöstö pääsee käyttämään valmista pohjaa tehtaan lähtiessä käyntiin. Suunnitelmaan kirjattiin jokaisen huoltoon tarvitsevan laitteen huolto-ohjelmat parhaan, sillä hetkellä olevan tiedon mukaan. Suurinta osaa laitekohtaisia suunnitelmia ei pystytty avaamaan julkisesti lukijalle, mutta toiminnallisen työn prosessi pyrittiin avaamaan mahdollisimman selkeästi.

Lopullinen huoltotarve selviää, kun tehdas aloittaa normaalin tuotannon. Valmiille huoltokorteille on helppo lisätä tehtäviä, tai säätää huoltovälejä lyhyem-

miksi tai pidemmiksi. Työssä tutustuttiin myös kunnossapidon teoriaan ja tarkoituksiin ja varsinkin jo käytössä olevan TPM-ajattelun jatkokehitys tehtaalla voisi olla paikallaan. Kunnossapitojärjestelmän käyttöön on tehtaalla jatkuvasti rohkaistu ja näen toiminnan suunnitelmallisuuden parantuvan. Tässä vaiheessa uuden laitoksen onnistunut ylösajo on tärkein prioriteetti, joka tuo mukanaan paljon muutoksia ja uuden oppimista yrityksen henkilöstölle.

Työn laajuutta hallitsi huomattavan lyhyt käytössä ollut aika ja toisaalta koko kunnossapitosuunnitelmaa ei voitu sen laajuuden ja salassapitosopimuksen takia käydä läpi. Lukijalla asiat esitettiin tiiviinä pakettina, ja joitakin työn aiheita olisi voinut avata huomattavasti enemmän, valitun laajuuden sen salliessa.

Kunnossapitosuunnitelma perustui suurimmaksi osaksi opinnäytetyön tekijän kokemusperäiseen arviointikykyyn, mutta sen tueksi suunnittelussa käytettiin laajasti kirjallisuuden arviointimetoja kunnossapidon laajuuden valinnassa laitteille. Työn suorittamisen onnistumiseen liittyi huomattava vastuu laitoksen sujuvasta toiminnasta pitkällä aikavälillä. Tästäkin syystä työssä pyrittiin kirjallisuuden ja prosessien kerronnalla avaamisen avulla selvittämään lukijalle työn tekijän korkea perehtyneisyyden taso, vaikkakin itse kunnossapitosuunnitelman huoltokortteja ei päästy avaamaan. Aiempaan tieteelliseen tietoon sidottuna työn onnistumista ja luotettavuutta pidän hyvänä.

13 Lähteet

- Aalto, H. 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: KP-Tieto Oy.
- Aluehallintavirasto. 2020. Ympäristölupapäätös ISAVI/4522/2019.
- Desotec. 2021. Carbonology. <https://www.desotec.com/en/carbonology>
23.3.2021
- Eduskunta. 2020. HE 167.
https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_167+2020.pdf
- Järviö, J & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: Promaint ry.
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 2005/390.
- Laine, H. 2010. Tehokas Kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-media Oy.
- Opetushallitus. 2021. Oppimateriaalit. Kunnossapidon Perusteet.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html. 16.3.2021
- Painelaitelaki 2016/1144.
- PSK-standardisointiyhdistys ry. 2021. <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>
20.3.2021.
- PSK-standardisointiyhdistys ry. 2011. PSK 6021:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.
- Suomen Standardisoiimisliitto SFS. 2017. SFS-EN 13306:2017. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto.
- Tukes. 2021. Painelaitteet. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet>
20.3.2021.
- Työturvallisuuslaki 2002/738.
- Vapo Oy. 2021. Konserni. <https://www.vapo.com/vapo-konserni>. 18.3.2021