

Olli Seppänen

**EnviStone-vesienkäsittelyjärjestelmän kunnossapitosuunnitelma**

Insinöörityö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Aika

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Olli Seppänen	
Työn nimi EnviStone-vesienkäsittelyjärjestelmän kunnossapitosuunnitelma	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Kunnossapito Koneensuunnittelu	Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen Toimeksiantaja Kainuun jätehuollon kuntayhtymä
Aika Kevät 2011	Sivumäärä ja liitteet 26+4
<p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli laatia kunnossapitosuunnitelma työn tilaajalle, Kainuun jätehuollon kuntayhtymälle. Suunnitelma käsittää Majasaaren jätekeskuksessa sijaitsevan EnviStone vesienpuhdistusjärjestelmän nitrifioitua tyypeä poistavan laitteiston. Laitteistolla ei ole ennestään ollut kunnossapitosuunnitelmaa, joten laitteistossa esiintyneiden useiden vikojen takia suunnitelman teko oli tarpeellista.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsitellään ensin kunnossapidon perusteita sekä sitä, miksi kunnossapitosuunnitelmia tarvitaan. Tämän jälkeen perehdytään tarkemmin Reliability Centered Maintenance -strategiaan sekä Total Productive Maintenance -strategiaan, joita käytettiin apuna suunnitelmaa luotaessa.</p> <p>Työn soveltamisosassa esitellään vesienkäsittelyjärjestelmä ja käydään läpi sen toiminnan kannalta kriittisimmät osat. Siinä määritellään muun muassa kriittisimmille kohteille suoritettavat toimenpiteet sekä ajankohdat toimenpiteiden suorittamiselle. Työn tuloksena on siis laitteiston kriittisimpien osien kunnossapitosuunnitelma, jonka avulla laitteiston kunnossapidon pitäisi parantua tulevaisuudessa.</p> <p>Nykyään yritysten on hyvä panostaa kunnossapitoon taloudellisuus- sekä turvallisuussyistä. Ennakoivan kunnossapidon resurssien vähäisyys yrityksissä voi johtaa huomattaviin korjauksista aiheutuviin kustannuksiin. Tästä syystä kunnossapitosuunnitelman laatimisesta on hyötyä yritykselle.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Kunnossapito, Ennakoivakunnossapito
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Maintenance and Production Engineering
Author(s) Olli Seppänen	
Title A Maintenance Plan for a Waste Water Filtering System	
Optional Professional Studies Maintenance	Instructor(s) Mr Mikko Heikkinen, Senior Lecturer
	Commissioned by Kainuun jätehuollon kuntayhtymä
Date Spring 2011	Total Number of Pages and Appendices 26+4
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to create a maintenance plan for the Municipal Waste Authority of Kainuu. The plan is for the waste water treatment system EnviStone situated in the Waste Treatment Center of Majasaari. The system does not have a maintenance plan so the implementation of the plan was more than necessary because so many hardware failures have occurred.</p> <p>First, the theory section covers the basics of maintenance and why the maintenance plan is needed. After this, the details of the Reliability Centered Maintenance strategy and Total Productive Maintenance strategy are discussed. Both strategies were used when creating the plan.</p> <p>In the next part the thesis presents the waste water treatment system and reviews its critical parts. It defines the measures to be taken and the time for the measures, for the critical parts of the equipment. The result is a maintenance plan for the critical equipment that will allow the improvement the maintenance in the future.</p> <p>Today companies should invest in maintenance for both economical and safety reasons. The lack of resources in preventive maintenance may lead to significant revisions in the maintenance costs. This is why it is beneficial to have a maintenance plan in the company.</p>	
Language of Thesis    Finnish	
Keywords	Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Preventivemaintenance
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of KajaaniUniversity of Applied Sciences

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KUNNOSSAPITO	2
2.1 Kunnossapidon määritelmä	2
2.2 Kunnossapidon lajit	3
2.3 Miksi kunnossapitosuunnitelmia tehdään	4
3 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA	5
3.1 Tyypillinen kunnossapitosuunnitelma	5
3.2 Suunnitelman lähtötiedot	5
3.3 Menetelmän valinta	6
3.3.1 Kohteiden luokittelu	7
3.3.2 Kohteiden valinta	8
4 KUNNOSSAPITOMENETELMÄT	10
4.1 RCM, Reliability Centered Maintenance	10
4.1.1 RCM:n päämäärä	11
4.1.2 RCM-menetelmän perusta	11
4.2 TPM, Total Productive Maintenance	12
4.2.1 TPM:n päämäärä	12
4.2.2 TPM-ohjelman onnistuminen	13
5 JÄTEKESKUKSEN VESIENKÄSITTELY	15
5.1 Majasaaren jätekeskuksen vesien käsittely	15
5.2 Jätekeskuksessa muodostuvat erilaiset vesijakeet	15
5.2.1 Vesijakeiden käsittely	16
5.2.2 Vedenkäsittely EnviStone-prosessilla	17
6 ENVISTONEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	19
6.1 Yleistä suunnitelmasta	19
6.2 Päivittäiset tarkkailut ja toimenpiteet	19
6.3 Viikoittain tapahtuvat tarkkailut	21
6.4 Kuukausittain tapahtuvat toimenpiteet	22
6.5 Puolivuositain tehtävät ennakkohuollot	22

7 TULOSTEN TARKASTELU	25
8 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Kaatopaikkavesien puhdistus on ongelmallista siellä syntyvien useiden erilaisten vesijakeiden takia. Erillisinä näiden vesijakeiden puhdistaminen ei olisi kovinkaan tehokasta, ja se olisi hyvin kallista. Tämän takia Kainuun jätehuollon kuntayhtymässä on kehitelty oululaisen Envitop Oy:n kanssa uudentyypistä vesienkäsittelyjärjestelmää, joka perustuu bakteerien käyttöön puhdistusprosessissa. Tämä opinnäytetyö käsittelee järjestelmään kuuluvan nitrifioitua tyyppiä poistavan laitteiston kunnossapitoa.

Kainuun jätehuollon kuntayhtymä on Kainuun kuntien perustama jätehuollon organisaatio, joka hoitaa kunnille lakisääteisesti kuuluvia jätehuollon tehtäviä jäsenkunnissa. Toiminta-alueella asuu noin 82 000 ihmistä ja sen laajuus on noin 21 785 km<sup>2</sup>. Henkilöstöä palveluksessa on 11 henkilöä, joista Majasaaren jätekeskuksessa 4 henkilöä. Näiden lisäksi jätehuollon kuntayhtymällä on 8 lajitteluasemaa ja 133 aluekeräyspistettä maakunnan alueella. Kokonaisjättemäärä on 45 700 tonnia, josta voidaan hyödyntää puolet.[1.]

Kunnossapitosuunnitelman tekeminen tuli aiheelliseksi, koska laitteistolla ei ennestään ole ollut minkäänlaista kunnossapitosuunnitelmaa ja laitteiston kunnossapitokäytännöt olivat hyvin vaihtelevia korjaajasta riippuen. Kunnossapitosuunnitelmalla on tarkoitus yhdenmu-kaistaa ja tehostaa laitteiston kunnossapitoa sekä antaa ajankohdat ennakkohuoltojen tekemiseksi. Onnistuessaan suunnitelma vähentää turhien seisokkien tarvetta ja vähentää odottamat- tomien laiterikkojen määrää.

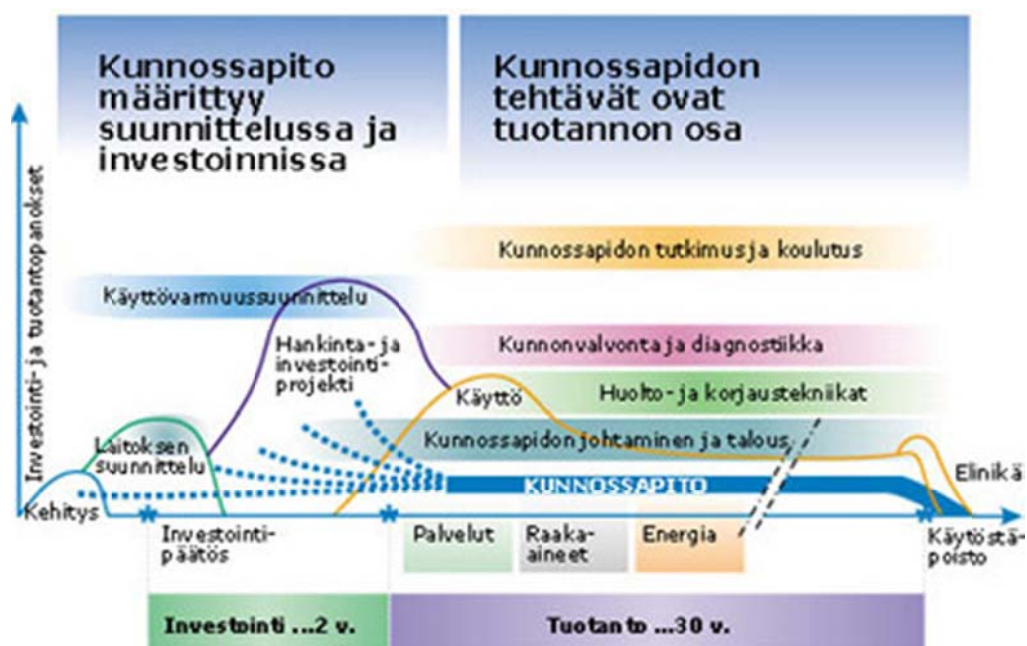
## 2 KUNNOSSAPITO

### 2.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapito määritellään standardissa SFS-EN 13306 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.”[2.]

Standardissa PSK 6201 kunnossapito määritellään 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.”[3.]

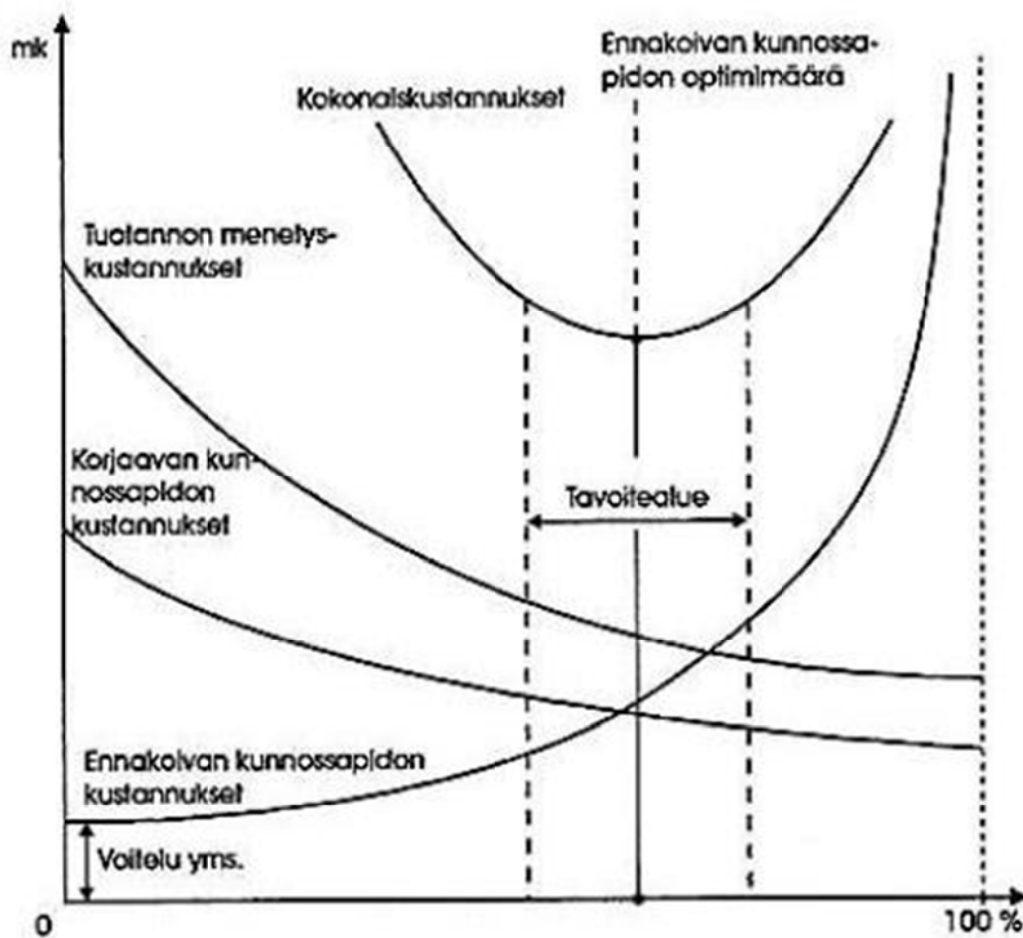
Kunnossapitosuunnitelma on olennainen osa nykypäivän kunnossapidon konseptia. Se on ennalta ehkäisevää kunnossapitoa, jonka avulla suoritetaan ennakkoon kunnossapidollisia toimenpiteitä toimintahäiriöiden ja -vikojen ehkäisemiseksi, tai sen avulla minimoidaan jo olemassa olevia vikoja ja häiriöitä. Kuva 1 havainnollistaa hyvin kunnossapidon erilaiset osat ja missä vaiheessa laitteiston elinkaarta niitä tarvitaan. [4.]



Kuva 1. Kunnossapidon määritelmä [4.]

## 2.2 Kunnossapidon lajit

Kunnossapito ei sisällä pelkästään ennakoivan kunnossapidon toimia, vaan se on paljon laajempi käsite. Monessa tapauksessa, mikäli kunnossapidettävä kone ei ole prosessin kannalta kriittinen, ei ole tarkoituksenmukaista ottaa sitä jatkuvan kunnonvalvonnan piiriin vaan se voidaan jättää korjattavaksi vikaantumisen jälkeen. Kuvassa 2 esitetään ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon kustannusten optimointiin vaikuttavat tekijät. Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon tasapainottaminen onkin kunnossapitosuunnitelman vaikeimmin hallittavia asioita.[5.]



Kuva 2. Ennakoivan- ja korjaavan kunnossapidon suhde [4.]



### 2.3 Miksi kunnossapitosuunnitelmia tehdään

Kunnossapidon keskeisenä tavoitteena on, että koneet ja laitteet pysyvät riittävän hyvässä kunnossa toimiakseen tehokkaasti ilman jatkuvan huollon tarvetta ja että niitä on mahdollisimman turvallista käyttää. Varsinaisen kunnossapidon suorittaminen edellyttää aina kunnossapitosuunnitelman olemassaoloa. Se on osa ennakoivaa kunnossapitoa ja kunnossapidon dokumentointia. Sen avulla voidaan vähentää muun muassa vikojen aiheuttamia hälytysmääriä ja seisokkiaikoja, henkilöstöä korjaustehtävissä ja korjauskustannuksia. Kunnossapitosuunnitelman avulla vastaavasti voidaan parantaa muun muassa suunnittelua, laatua, tuottavuutta sekä laitteiden tai koneiden luotettavuutta. Lisäksi työntekijöiden koulutus helpottuu ja työnjohdon valvonta paranee. [6.]

### 3 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA

#### 3.1 Tyypillinen kunnossapitosuunnitelma

Tyypillinen kunnossapitosuunnitelma sisältää tiedot siitä, miten koneiden tai laitteiden toimivuus, kunnostaminen, kunnossapitäminen ja työturvallisuus varmistetaan. Toisin sanoen se määrittelee koneelle tai laitteelle tehtävät suunnitelmallisesti aikataulutetut toimenpiteet, jotka tähtäävät toimintahäiriöiden ja vikojen ehkäisemiseen jo ennen niiden syntyä ja jo syntyneiden vikojen minimointiin. Lisäksi se määrittelee koneen tai laitteen käyttö- ja huoltoalueiden työnjaon, tosin ei henkilöidysti. Tämän avulla pyritään poistamaan työn tekemisen kirjavuutta. Se myös sisältää suunnitelman mahdollisimman työturvallisesta ja tuotannollistehokkaasta tuotantolaitoksen layout-pohjasta.[5.]

Kunnossapitosuunnitelman ongelmana on yleensä niiden ylimitoitus, menetelmien tehottomuus, liiallinen varmuuden tavoittelu, valmistajien ohjeiden tahaton ylimitoittaminen sekä työn tekemisen kirjavuus.[5.]

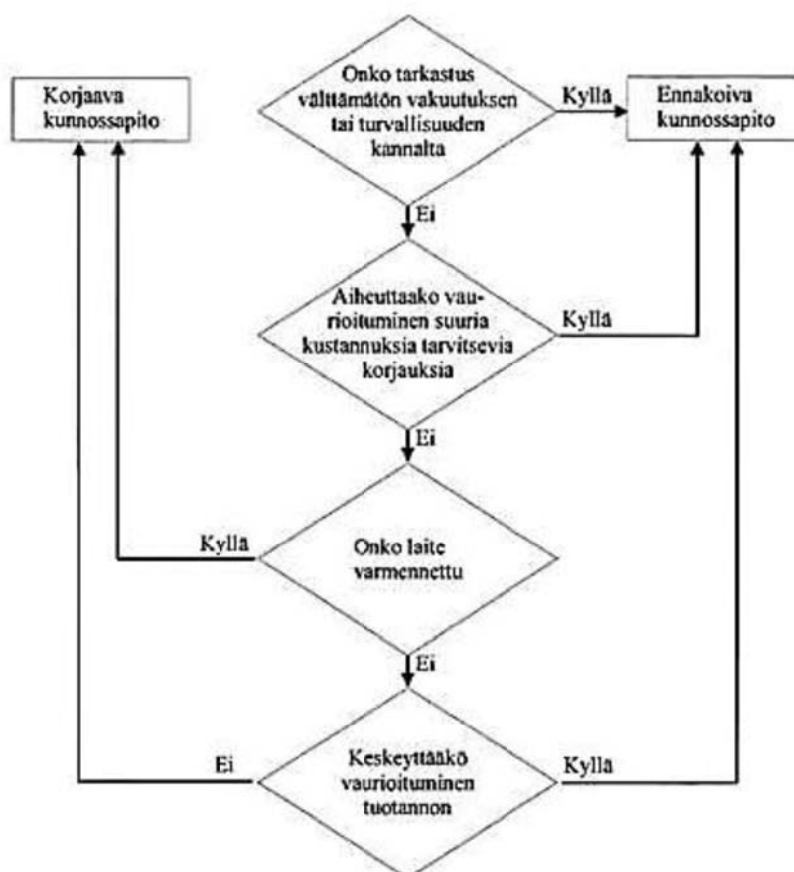
#### 3.2 Suunnitelman lähtötiedot

Kunnossapitosuunnitelman laatimiseen vaikuttaa kunnossapidettävän kohteen laajuus. Kunnossapitosuunnitelma kannattaa tehdä, kun ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja korjaavan kunnossapidon kustannukset, sekä kun kunnossapidettävälle kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. Kunnossapitosuunnitelmaa ei kannata laatia, jos tarvikkeet ja varaosat löytyvät varastosta, toimenpiteellä ei ole historiallista tai strategista merkitystä, työ on kestoaltaan vähäinen tai jos aikaisempia suunnitelmia on mahdollista käyttää.[6.]

### 3.3 Menetelmän valinta

Nykyään panostetaan ennakoivaan kunnossapitoon enemmän kuin korjaavaan kunnossapitoon. Tämä on suotavaa erityisesti tuotannon jatkuvuuden kannalta, sillä ennakoivassa kunnossapidossa ei synny niin paljon, niin pitkiä sekä yllättäviä seisokkiaikoja. Toisaalta, kun kunnossapitosuunnitelmaa laaditaan, olisi hyvä tietää esitapauksia sekä mahdollisia esimerkkejä entisistä vastaavanlaisista tapauksista. Tällä estettäisiin liian suuret kunnossapidon kustannukset jotka aiheutuvat liiallisesta varmuudesta. Panostetaan siis liikaa analyyseihin ja tutkitaan vaikkapa jotain tiettyä koneenosaa liikaa. Laakerit vaihdetaan ennenaikaisesti, jolloin koituu kustannuksia vaihdoista.[7.]

Kunnossapitosuunnitelman valinta riippuu laitteesta ja sen vaikutuksesta ympäristöön ja tuotantoon. Myös turvallisuus käyttäjän kannalta tulee huomioida. Erilaisia kaavioita on kehitetty valinnan helpottamiseksi, kuten kuva 4.

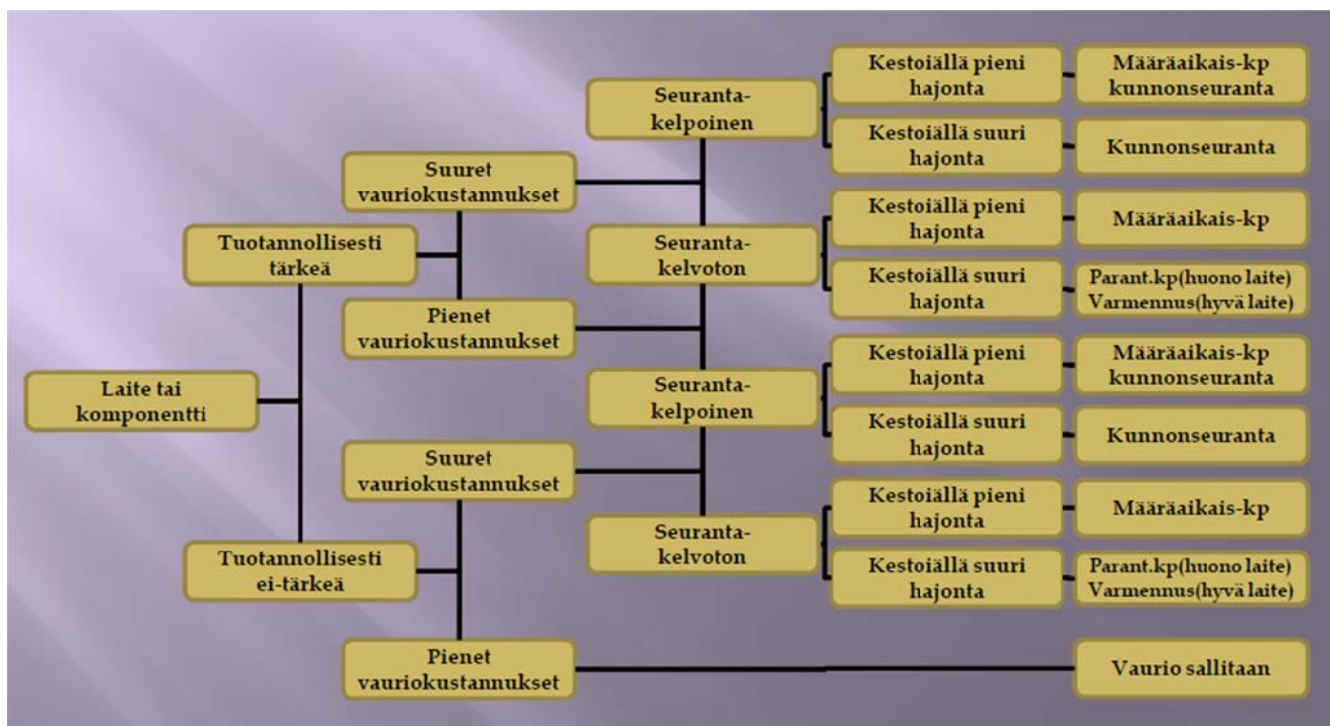


Kuva 4. Kunnossapitoperiaatteen valinta[4.]

Kun valinnat on suoritettu, aloitetaan huolellinen projektin suunnittelu. Käyttöseuranta, jaksoitetut huollot sekä kunnonvalvonta punnitaan, jotta saataisiin valittua, mikä metodi tai näiden yhdistelmä olisi järkevintä suorittaa kunnossapidettävälle laitteelle. Ennakoivassa kunnossapidossa tärkeintä on suunnittelu ja aikatauluttaminen. Suunnittelussa yritetään poistaa työn kirjavuutta, jotta sooloilua ei esiintyisi. Suunnittelua ei kannata kuitenkaan suorittaa, jos kunnossapitotyö on lyhytkestoinen, helppohoitoinen sekä nopeasti tehtävissä. Työtehtävien eriyttäminen tulee olla selkeä, suunnittelija päättää tehtävistä toimenpiteistä ja kunnossapitäjä suoritustavasta.[7.]

### 3.3.1 Kohteiden luokittelu

Tuotantojärjestelmien koneita tai laitteita luokitellaan, jotta koneiden tai laitteiden joukosta löydetäisiin ne kriittiset laitteet, joita ilman tuotantojärjestelmän toiminta ei ole mahdollista. Luokittelulla määritellään selvitetäänkö kunnossapitotoimenpiteet ennen vikaantumista tai sen jälkeen. Kunnossapidon kokonaistaloudellista optimointia voidaan tarkentaa ja havainnollistaa kuvan 3 mukaisella periaatekaaviolla, jossa on käytetty sekä tuotannollisia että teknillisiä näkökulmia.[7.]



Kuva 3. Kunnossapitokohteiden luokittelukaavio [7.]

Toinen vaihtoehto koneiden ja laitteiden luokitteluun on ABC-analyysi Pareton periaatteen avulla. ABC-analyysin avulla koneita tai laitteita arvioidaan siten, että 20 % koneista tai laitteista aiheuttaa 80 % kuluista. Analyysin haasteena on löytää nämä 20 % koneista ja laitteista, sekä suunnata kunnossapito järkevästi näille kohteille.[4.]

Vikaantumismalleja voidaan hakea ennestään saatujen kokemusten pohjalta tai laitetoimittajan toisilta laitteenkäyttäjiltä saamien kyselyjen pohjalta. Tämän on kuitenkin tapahtuttava siten, että tulokset ovat sovellettavissa kussakin tilanteessa samantyyppisille laitteille.

Kustannusten arvioinnilla voidaan määrittää sopiva kunnossapitomalli kullekin laitteelle. Mitä suuremmat korjauskustannukset erilaisissa vikaantumistilanteissa laitteella ovat, sitä suuremmalla todennäköisyydellä laite sijoitetaan ennakoivan kunnossapidon piiriin. Toisaalta mikäli laitteen korjauskustannukset ovat vähäiset, voidaan laite jättää korjaavan kunnossapidon alaisuuteen. Kustannusluokittelulla on kuitenkin heikkoutensa, sillä se ei kerro laitteen kriittisyydestä esimerkiksi muulle tuotannolle.[7.]

### 3.3.2 Kohteiden valinta

Kunnossapitokohteiden valinnassa käytetään luotettavuuskeskeisen kunnossapidon (RCM, Reability Centered Maintenance) ja kokonaisvaltaisen kunnossapidon (TPM, Total Productive Maintenance) periaatteita. Niiden avulla saadaan selville tuotantolaitoksen koneiden ja laitteiden kunnossapidollinen tarve ja kriittisyys, mikä helpottaa kunnossapitosuunnitelman laatimista.

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM) keskittyy kunnossapitotarpeen määrittämiseen. Sen avulla pyritään saavuttamaan mahdollisimman kustannustehokas kunnossapito. Ensimmäiseksi tehtäväksi koneesta tai laitteesta arvioidaan sen toiminnot ja suorituskyky tämänhetkessä toimintaympäristössä. Seuraavaksi koneen tai laitteen kriittisyys arvioidaan vastaamalla kysymyksiin: ”mitä tapahtuu jos kone tai laite rikkoontuu?”, ”mitä toimintoja jää suorittamatta koneen tai laitteen rikkoontumisen takia?”, ”mitkä mekanismit aiheuttavat koneen tai laitteen vikaantumisen tai vajaan toiminnan?” ja ”mitä vahinkoja koneen tai laitteen vikaantuminen aiheuttaa muulle tuotannolle tai laitteistolle?” [6.]

TPM strategiassa kohteiden valinta lähtee liikkeelle tunnistamalla huonosti toimiva tuotantolaitoksen kone tai laite, jonka jälkeen aloitetaan kunnossapidolliset toimenpiteet tuotannon tehostamiseksi. Tällöin saavutetaan hyvät taloudelliset tulokset nopeasti.

TPM strategiassa kunnossapidettävien kohteiden valinta alkaa suunnitteluvaiheella, jossa selvitetään käytössä olevat resurssit sekä laaditaan kunnossapidollinen suunnitelma. Tästä seuraa mittausvaihe, jossa selvitetään koneen tai laitteen kunnossapitotietoa, vika- ja korjaushistoriat. Tavoitteet on määrittää n. 3–5 konetta tai laitetta, joissa esiintyy eniten vikoja ja jotka vaativat kiireellisesti erilaisia korjaus- ja huoltotoimenpiteitä.[6.]

## 4 KUNNOSSAPITOMENETELMÄT

### 4.1 RCM, Reliability Centered Maintenance

RCM suomennetaan luotettavuuskeskeiseksi kunnossapidoksi. Se kehitettiin siviili-ilmailun käyttöön 1960-luvun loppupuolella ja on nykyään käytössä monilla teollisuuden aloilla, kuten esimerkiksi energiasektorilla sekä öljynjalostuksessa koeteltuna ja hyväksyttynä menettelytapana. RCM käsittää päätöslogiikkaan, jonka avulla saadaan selville soveltuvat ja tehokkaat ehkäisevät kunnossapidon vaatimukset rakenteille ja laitteille. Menetelmä on vaativa ja aluksi suuritöinen, mutta toimintamallien suunnittelu rakentuu luotettavalle pohjalle ja tulos on tehokkuuden suhteen maksimoitu. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito täydentää kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa.[8.] [9.]

RCM:n käyttö etenee kuvan 4 mukaan. Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA) on kriittinen tekijä kyseisen prosessin läpikäymisessä. VVA:n tehtävänä on jakaa tarkasteltava järjestelmä komponentteihin, jotta tunnistetaan komponentin vikamuoto ja niiden aiheuttamat järjestelmäviat ja vaarat.[5.]



Kuva 5. RCM: logiikka [9.]

RCM-menetelmässä kunnossapidon suunnittelu aloitetaan selvittämällä, missä prosessissa kunnossapitoa eniten tarvitaan. Kun prosessit on määritetty ja asetettu tärkeysjärjestykseen, selvitetään, millaisia koneita ja laitteita prosessissa on. Tämän jälkeen tutkitaan, millä tavalla

kyseiset laitteet voivat vikaantua ja millaiset seuraukset vikaantumisella on. Näin erlliset laitteet saadaan tärkeysjärjestykseen sen mukaan, kuinka vakavat seuraukset vikaantumisella on. Seuraavassa vaiheessa tutkitaan, millaisia kunnossapidollisiakeinoja on olemassa ja onko niiden käyttö järkevää. Näiden tietojen perusteella kirjoitetaan laitoksen kunnossapito-ohjelma.[6.]

#### 4.1.1 RCM:n päämäärä

RCM on metodi, jonka avulla suunnitellaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito. Tämän keskeisimmät päämäärät ovat prosessien ja laitteiden priorisointi, jolloin kunnossapito kohdistetaan sellaisiin laitteisiin, jossa sitä eniten tarvitaan, sekä laitteiden vikaantumismekanismien selvittäminen, oikeiden ja tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käyttämiseksi. Laitteille, joille ei löydy tehokasta ja ehkäisevää kunnossapitomenetelmää, laaditaan valmiit toimintaohjeet vikaantumisten varalta. Kohdistamalla kunnossapito sinne, missä sitä eniten tarvitaan, voidaan laskea kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta sekä laitteiden luotettavuutta.[6.]

#### 4.1.2 RCM-menetelmän perusta

RCM:n tavoitteena on varmistaa tuotantovälineiden toiminta. Ensimmäiseksi määritellään laitteiden toiminta, jonka jälkeen voidaan arvioida, mikä kunnossapito on välttämätöntä tehdä. Tässä yhteydessä on myös määriteltävä, mitä kussakin tapauksessa tarkoittaa vikaantuminen. Vasta tämän jälkeen voidaan siirtyä määrittämään vikaantumisen aiheuttajia ja sen seurannaisilmiöitä kussakin tapauksessa. Kun kunkin laitteen kunnossapitovaatimukset on yksityiskohtaisesti määritetty, voidaan siirtyä määrittämään järkevät resurssit toimenpiteiden suorittamiseksi. Kun vaatimukset ja resurssit on selvitetty, voidaan niiden pohjalta rakentaa tarkka ja yksityiskohtainen suunnitelma tuotantovälineen toimintakyvyn varmistamiseksi.[6.]



## 4.2 TPM, Total Productive Maintenance

TPM, suomennetaan sanatarkasti kokonaisvaltaiseksi tuottavaksi kunnossapidoksi. TPM:n isänä tunnetaan japanilainen Seiici Nakajima. Hän oli luomassa pohjaa Japanin vahvalle talouskasvulle 1970-luvun lopussa. Nakajiman oppien viisi peruspilaria ovat:

- Lisätään suunnittelun avulla laitteiden kokonaistehokkuutta häviöitä karsimalla.
- Parannetaan olemassa olevan ehkäisevän ja ennustavan kunnossapidon tasoa.
- Määritetään vaatimustasot koulutettujen käyttäjien tekemille huolto ja puhdistu töille.
- Lisätään kunnossapidon ja käytön henkilökunnan tietoja ja motivaatiota yksilö ja ryhmätason koulutuksella.
- Aloitetaan ehkäisevät kunnossapitotoimet mukaan lukien suunnittelun ja hankintojen kehittäminen. [6.]

### 4.2.1 TPM:n päämäärä

TPM:llä pyritään vaikuttamaan tuotantolaitetta käyttävän organisaation jokaiseen osaan, tuotantoprosessin tehokkuuden ja laitteen luotettavuuden maksimoimiseksi. Tämä menetelmä lisää olemassa olevien prosessien tehokkuutta, vähentämällä virheiden ja onnettomuuksien määrää. Perinteisesti kunnossapito-osastot ovat olleet keskeinen osa ennakoivaa kunnossapitoa. TPM:llä pyritään vaikuttamaan kaikkiin työntekijöihin kaikissa osastoissa, normaali työntekijästä ylimpiin työnjohtajiin, että varmistettaisiin laitteiston tehokas toiminta.

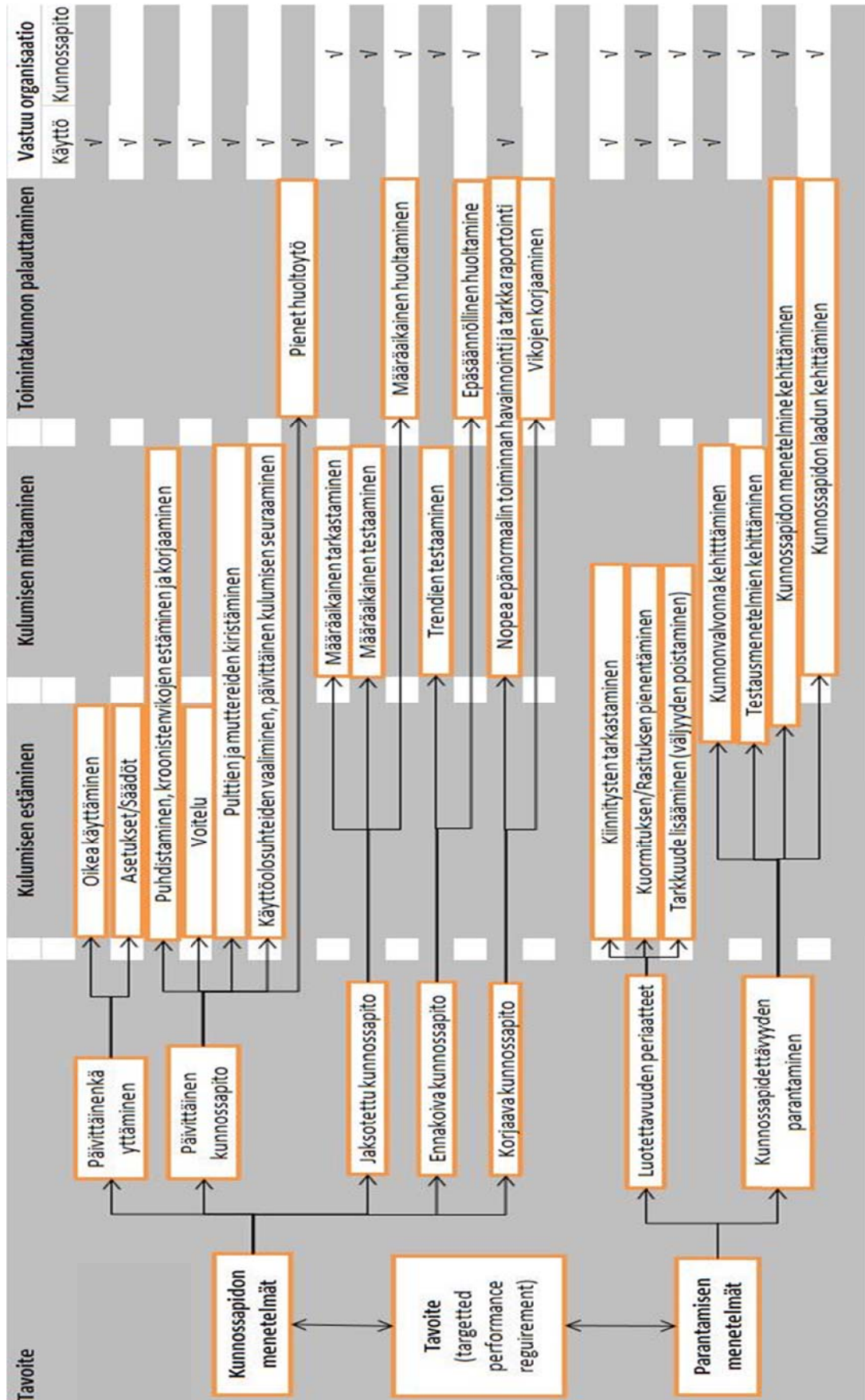
Autonominen kunnossapito on TPM:n tärkein elementti ja se kannustaa työntekijöitä pitämään huolta koneista ja laitteista, joiden parissa he työskentelevät. TPM käsittää tuotantolaitteiston koko eliniän ja antaa sille vahvan työntekijälähtöisen järjestelmän ehkäisemään onnettomuuksia, häiriöitä ja vikoja. TPM keskittyy ehkäisevään kunnossapitoon tuotevikojen eliminoimiseksi ja korjaavan kunnossapidon helpottamiseksi. Lisäksi TPM:n tavoitteena on vähentää tai kokonaan poistaa korjaavan kunnossapidon tarve suunnittelun ja uusien laitehankintojen kautta ja nopeuttaa vikojen korjausta niiden sattuessa. [10.]

#### 4.2.2 TPM-ohjelman onnistuminen

TPM-ohjelma pohjautuu laatuohjelmiin. Näin ollen TPM tuo mukanaan erilaisen aktiivisen kulttuurin. Jos tätä ei pystytä omaksumaan, muutosprojekti todennäköisesti epäonnistuu. Usein epäonnistuminen kuitenkin johtuu siitä, että hanke on otettu liian kevytmielisesti, eikä siihen satsattu riittävästi aikaa ja resursseja. Toisaalta niissä yrityksissä, joissa TPM on otettu onnistuneesti käyttöön ja panostukset ovat olleet riittäviä, on pystytty synnyttämään uudenlainen, tehokkaampi yrityskulttuuri. [11.]

TPM-pohjainen toiminta muuttaa perinteisiä käsityksiä työn jakamisesta koneiden käyttäjien ja kunnossapitäjien kesken. TPM:n mukaan koneen käyttäjät ovat myös vastuussa koneen huollettavuudesta. Heidän tehtäväkenttäänsä kuuluu seurata koneen käyntiä, tilata tarvittavat korjaustyöt kunnossapitäjiltä, valvoa niiden suoritusta ja lopuksi hyväksyä tehdyt työt. Koneiden käyttäjät myös itse osallistuvat kunnossapito töihin. [11.]

Oheisessa kuvassa 6 on Kunnossapito 4 kirjaan pohjautuen esitetty, kuka on vastuullinen normaaleissa koneen käyttöön liittyvissä kunnossapidollisissa tehtävissä. Taulukko on ohjeellinen, ja tarkka vastuuorganisaatio riippuu myös teollisuuden alasta, prosessista sekä itse koneesta. [6.]



Kuva 6. Kunnossapitotehtävien vastuorganisaatiot TPM

## 5 JÄTEKESKUKSEN VESIENKÄSITTELY

### 5.1 Majasaaren jätokeskuksen vesien käsittely

Majasaaren jätokeskuksen alueella muodostuu monia erilaisia enemmän tai vähemmän likaisia vesijakeita: erilaisten kompostien suotovedet, jätetäyttöjen suotovedet sekä jätokeskusalueen pintavalumavedet. Näiden vesijakeiden puhdistaminen yksi kerrallaan olisi työlästä, aikavievää sekä kallista, joten Kainuun jätehuollon kuntayhtymä on kehittänyt yhteistyössä oululaisen Envitop Oy:n kanssa uudentyyppistä vedenpuhdistusmenetelmää kaatopaikkavesille. Puhdistusmenetelmä perustuu bakteerien tekemään typen nitrifikaatioprosessiin, joka muuttaa ammoniumtypen ensiksi nitriitiksi ja tämän jälkeen nitraatiksi

### 5.2 Jätokeskuksessa muodostuvat erilaiset vesijakeet

Seuraavassa kuvassa 7 esitetään jätokeskuksessa syntyvien vesijakeiden sijainti Majasaaren jätokeskuksen alueella ja tämän jälkeen kerrotaan, mitä vesijakeita syntyy kussakin paikassa.



Kuva 7. Majasaaren jätokeskuksen alueen kuva [1.]

Jätekeskuksen alueella muodostuvat erilaiset vesijakeet:

- Biokompostisuotovedet (alueelta C)
- Jätetäyttöjen suotovedet (D, G, H)
- Saniteettijätevedet
- Öljykompostisuotovedet (E)
- Liikennealueiden pintavalumavedet
- Varastoalueiden valumavedet (B)
- Muiden alueiden valumavedet

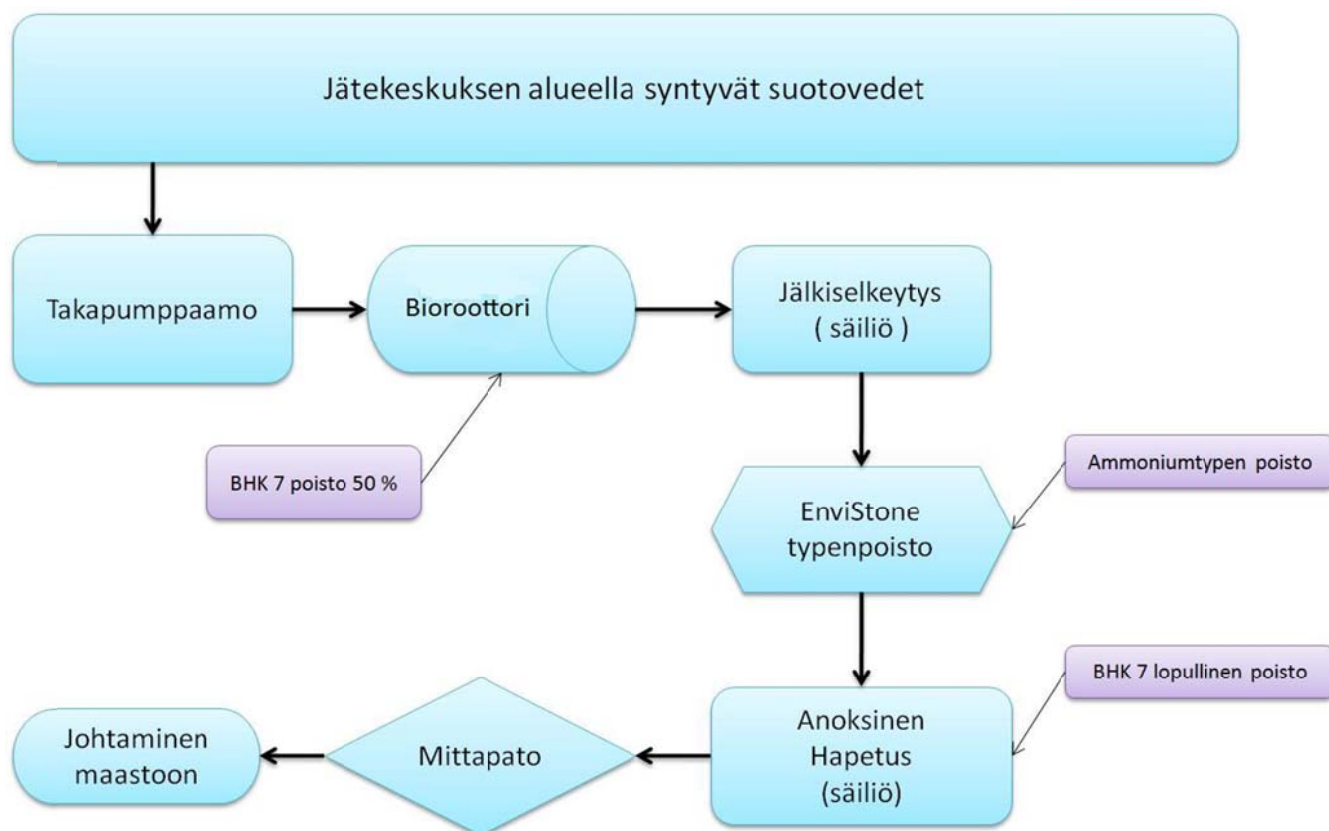
Liitteessä 1 on esitetty tarkemmin eri vesijakeiden reitit Majasaaren jätekeskuksen alueella.

### 5.2.1 Vesijakeiden käsittely

Syntyvistä vesijakeista likaiset ja lievästi likaantuneet vedet johdetaan esikäsittelyn kautta käsittelyyn ja puhtaat vedet johdetaan ojien ja mittausten kautta ulos jätekeskuksen alueelta. Kaatopaikan eri toiminnoissa syntyvät erilaiset jätevedet johdetaan ensin mekaaniseen käsittelyyn, jossa niistä poistetaan kiintoaines sekä erotetaan öljy ja rasva. Tämän toimenpiteen jälkeen vedet pumpataan anaerobiseen biologiseen käsittelyyn, jossa anaerobisena reaktorina käytetään jätekeskuksessa stabiilissa tilassa olevaa vanhaa jätetäyttöä. Jätepenkan käyttö esikäsittelyssä perustuu sen sisässä tapahtuviin biologisiin reaktioihin. Kaatopaikkareaktori käsittelee orgaanista ainetta biokaasuksi, joka imetään ja poltetaan biokaasulaitoksessa. Kaasuntuotanto tarvitsee toimiakseen vettä. Kaasuntuotannon lisäksi kaatopaikan penkka muuttaa nitrifioitua typpeä ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ) typpikaasuksi, orgaanisessa muodossa olevaa typpeä ammoniumtypeksi, ja fosforia se käyttää biomassan tuotantoon. Biokaasun ohella kaatopaikan penkka tuottaa tasalaatuista suotovettä, joka voidaan käsitellä edelleen.

## 5.2.2 Vedenkäsittely EnviStone-prosessilla

Kun kaatopaikan eri vesijakeet ovat valuneet kaatopaikkapenkan lävitse, vesi pumpataan takapumppaamolta bioroottorille, joka poistaa vedestä öljyn biologisesti bakteerien avulla. Bioroottorilta ammoniumtyppipitoinen vesi valuu ylivuotona bioroottorin jälkiselkeytyssäiliöön. Jälkiselkeytyssäiliöstä vesi pumpataan suodattimien kautta prosessin jälkikäsittelyssäiliöön, josta se pumpataan edelleen puhdistettuna ulos kaatopaikan alueelta. Suodattimissa on luonnon omaa ioninvaihdinta, zeoliittikiveä, joka sitoo vedessä olevat ammonium-ionit itseensä. Suodatuksen jälkeen suodattimet pestään. Tätä vaihetta sanotaan kuormitusvaiheeksi. Kuvasssa 8 on kaavio tästä prosessista, ja siitä selviää myös, mitkä epäpuhtaudet poistuvat missäkin vaiheessa.



Kuva 8. Veden käsittely

Toisessa vaiheessa, jota kutsutaan regeneroinniksi, suodattimiin johdetaan hapekasta vettä, jonka pH on 8,3. Regenerointiveden natrium-ioni vaihtaa suodattimen kiviaineksessa paikkaa ammonium-ionin kanssa ja näin vapauttavat ammonium-ionit nitrifioiville bakteereille, joita

on suodattimen pinnalla, jotka hapettavat vedessä olevat ammonium-ionit nitriitiksi ja edelleen nitraatiksi. Suodattimesta vesi johdetaan takaisin ilmastussäiliöihin, joissa veteen lisätään happea sekä sen pH säädetään noin 8,3:een. Tätä nitraattipitoista vettä pumpataan aika ajoin nitraattivesisäiliöön, josta sitä voidaan ottaa talteen vaikka pumppuautolla lannoitteeksi. Poistettu vesi korvataan puhtaalla vedellä.

## 6 ENVISTONEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

### 6.1 Yleistä suunnitelmasta

Kunnossapitosuunnitelman laadinnassa lähdettiin suunnittelemaan peruskunnossapitoa, Majasaaren rajallisten resurssien mukaiselle tasolle. Työharjoitteluajanani saamieni kokemusten sekä ympäristöpäällikkö Eero Piiraiselta saamieni aikaisempien kokemusten perusteella suunnitelma jaettiin neljään osaan: päivittäin, viikoittain, kuukausittain ja puolen vuoden välein tapahtuviin tarkkailuihin ja toimenpiteisiin. Näistä tärkeimmät ovat päivittäin tapahtuva tarkkailu ja puolen vuoden välein tapahtuvat kriittisten laitteiden ennakkohuollot. Viikoittain ja kuukausittain tapahtuvat tarkkailut suoritetaan muun toiminnan ohessa laitteiston luona käytäessä. Seurattavat ja ennakkohuollon kohteet on valittu kunnossapitosuunnitelmaa edeltävän kokemuksen perusteella toiminnan kannalta kriittisimmistä laitteista, joissa on ilmennyt eniten ongelmia aiemmin. Liitteessä 2 on laitteiston kaikki laitteet, joista valittiin kunnossapidon kannalta kriittisimmät kohteet.

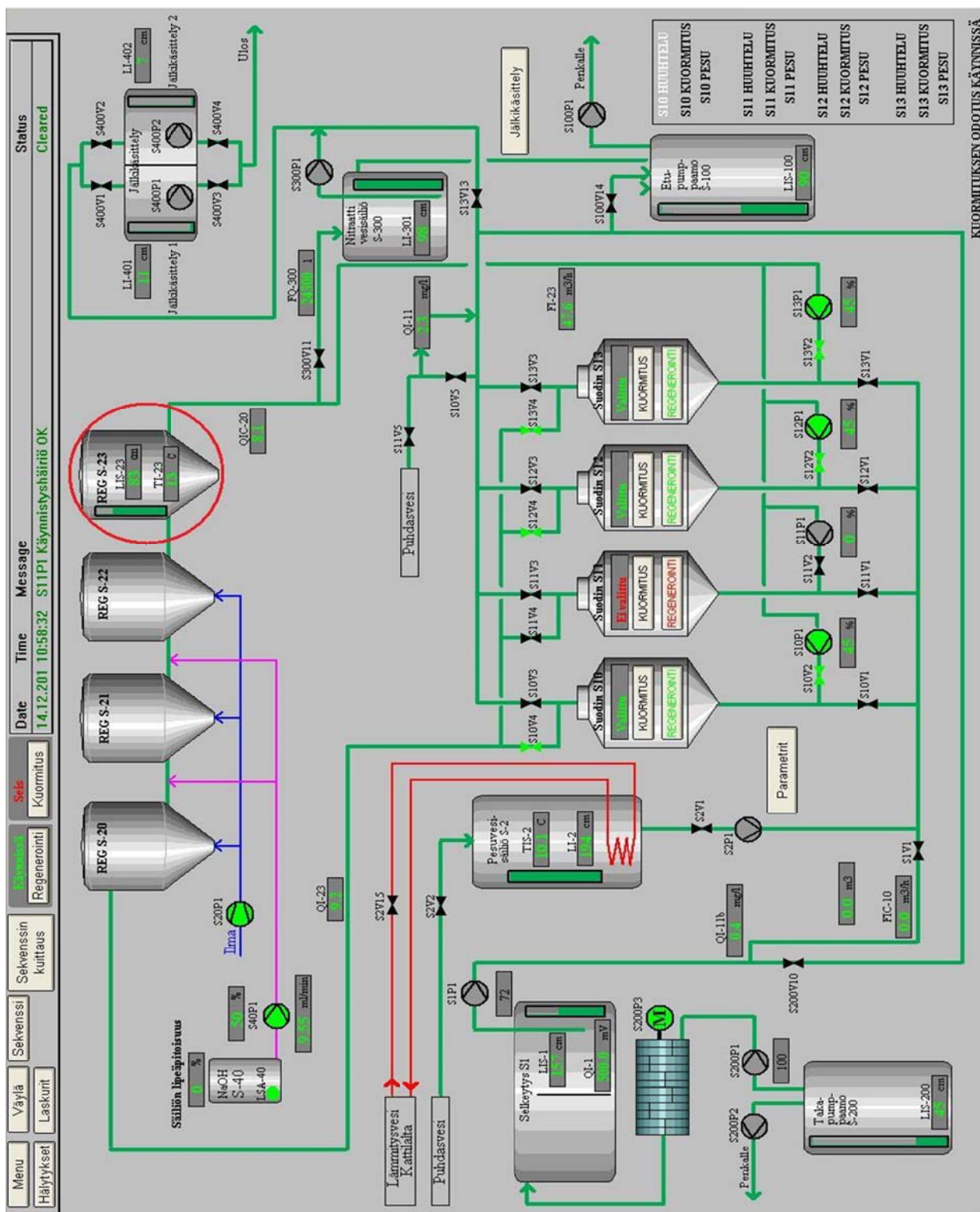
### 6.2 Päivittäiset tarkkailut ja toimenpiteet

Päivittäin tapahtuvan seurannan tarkoituksena on pitää yllä laitteiston perustoimintoja sekä pitää silmällä mahdollisia poikkeavuuksia laitteiston toiminnassa. Nämä poikkeavuudet saattavat olla varhainen merkki alkavasta viasta.

Valvontaohjelman ja tietokoneen missä valvontaohjelma sijaitsee, uudelleen käynnistyksellä taataan ohjelman ongelmaton toiminta. Uudelleen käynnistys tyhjentää tietokoneen välimuistia, mikä on ohjelman toiminnan kannalta tärkeää muistia. Nykyiset ohjelman ongelmat johtuvat siitä, että ohjelmaa on aina laajennettu, kun laitteistoon on tullut muutoksia, jolloin ohjelmasta on tullut hyvin monimutkainen. Tulevaisuudessa valvontaohjelmaa voisi muuttaa vakaammaksi tekemällä ohjelma kokonaan uudelleen nykyiselle järjestelmän kokoonpanolle, jolloin tämä poistaisi tietokoneen uudelleenkäynnistystarpeen. Valvontaohjelmasta (kuva 9) seurataan yleisesti kaikkea poikkeavuuksien ilmenemistä laitteiston toiminnassa, mutta erityisesti siitä nähdään kriittisissä laitteissa ilmenevät ongelmat.



Päivittäin ohjelmasta tarkistetaan ainakin bioroottorin tuotepumpun S200P1 toiminta, FI-23 virtausmittarin arvo, jos regenerointipumput ovat käynnissä ja regenerointisäiliöiden pinnantaso. Lisäksi valvontaohjelmaan tallentuu erilaisia historiatietoja mm. lipeän kulutuksesta. Näitä tietoja seuraamalla voidaan myös päätellä, onko missään laitteiston osassa odotettavissa ongelmia lähiaikoina.



Kuva 9. Kuva valvontaohjelmasta.

Mikäli poikkeavuuksia havaitaan päivittäisessä seurannassa, laitteen kriittisyydestä riippuen voidaan sen syytä selvittää heti tai antaa sen mennä seuraavaan osoitettuun huoltoon, laitteiston käyttäjän oman asiantuntemuksen ja harkinnan mukaan.

### 6.3 Viikoittain tapahtuvat tarkkailut

Pääsääntöisesti laitteiston luona ei tarvitse käydä, mikäli se toimii ongelmitta, mutta peruskunnossapitoon kuuluu laitteiden silmämääräinen tarkistus aika ajoin. Viikoittaiset tarkistukset ovat kerran viikossa laitteen peruskäyttöön ja ylläpitoon kuuluvia tarkistuksia, jotka tehdään silloin, kun laitteiston luona käydään muutoinkin. Aistinvarainen tarkkailu on yksi tehokkaimmista vikojen havainnointimenetelmistä. Alkavan vuodon voi havaita jo varhaisessa vaiheessa kosteutena liitoksissa kuva 10 tai tippuvina pisaroina liitossaumojen välistä. Erilaisien asiaankuulumattomien äänien havainnointi on myös tärkeä osa viikoittaista kunnossapittoa.



Kuva 10. Esimerkki putkiliitoksista.

Viikoittaiseen tarkistukseen kuuluu vielä erikseen venttiileitä ohjaavan paineilmajärjestelmän tarkistus. Kuvassa 11 on paineilmajärjestelmän huoltoyksikkö, jonka painemittarin lukema tulisi tarkistaa joka viikko. Oikea ilmanpaine järjestelmässä on venttiilin ohjainten kannalta tärkeää, koska sillä taataan niiden toiminta sekä estetään rikkoontumiset.



Kuva 11. Paineilman hoitoyksikön painemittari

#### 6.4 Kuukausittain tapahtuvat toimenpiteet

Kuukausittain tapahtuvat toimenpiteet ovat laitteiston perustoimintoja ylläpitäviä ja tukevia toimenpiteitä. Bioroottorin toimintaa mittaavan redoxpotentiaalianturin puhdistus on laitteiston toiminnan kannalta kriittistä. Mikäli bioroottori tuottaa vääränlaista vettä, vedessä liuenneena oleva rauta alkaa sakkautua suodattimessa olevan kiven huokosiin.

Toinen kuukausittain seurattava kohde on lipeäpumppu ja sen toiminta, sekä lipeänsyöttöletkujen ja letkujenliitosten kunnan tarkistus. Prosessi tuottaa happoa ja prosessin bakteerit tarvitsevat lievästi emäksisen ympäristön toimiakseen kunnolla, joten lipeänsyötön toimivuus on prosessin kannalta erittäin kriittistä. Samalla kun lipeän syöttöjärjestelmää tarkistetaan, tarkistetaan myös lipeäsäiliön pinnantasotaso, ettei se pääse tyhjenemään.

#### 6.5 Puolivuosittain tehtävät ennakkohuollot

Puolivuosittain tapahtuvat toimenpiteet ovat laitteiston kriittisten osien ennakoivaa kunnossapitoa. Ennakoivan kunnossapidon tarkoituksena on pidentää laitteiston elinikää sekä vähentää tarpeettomia seisokkeja laitteiston toiminnassa. Kunnossapidolliset toimenpiteet on

aikataulutettu erilliseen kalenteriin ja niiden toteutusajankohta on koetettu tähdätä siten, että ne olisivat juuri ennen kevään sulamisvesiä sekä syksyllä ennen ensimmäisiä pakkasia. Tämä siksi, että varmistettaisiin laitteiston varma toimivuus sulamisvesien käsittelyn ajan sekä vältettäisiin turhat laiterikot pahimmilla pakkasilla.

Putkiliitosten kiristys puolen vuoden välein on tärkeä toimenpide laitteiston toiminnan kannalta, koska kuvan 12 mukaiset liitokset löystyvät ajan myötä värinän vaikutuksesta, joten ne täytyy kiristää. Löystynyt liitos saattaa irrota, jolloin sillä hetkellä laitteistossa oleva vesi valuu ulos.



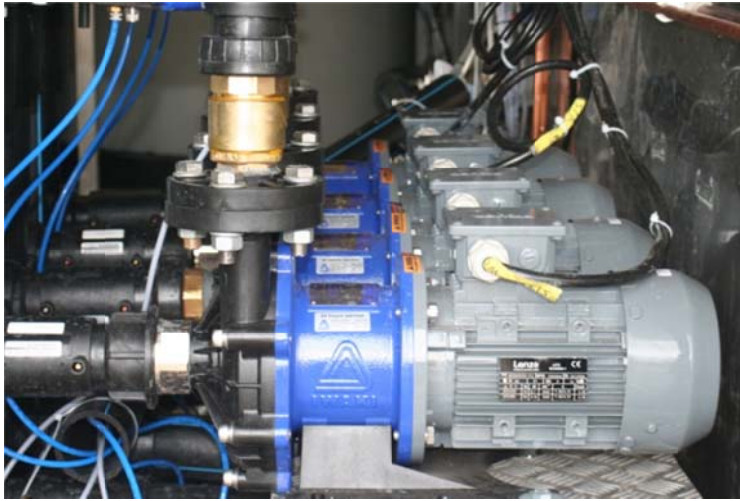
Kuva 12. Esimerkki putkiliitoksesta

Veden poisto paineilmajärjestelmästä 6 kk:n välein varmistaa järjestelmän toiminnan myös talvella, jolloin vesi saattaisi jäätyä ja vaurioittaa venttiileiden ohjausyksiköitä. Kuvasta 13 nähdään paineilman hoitoyksikkö, josta vedenpoisto tapahtuu.



Kuva 13. Paineilman hoitoyksikkö

Regenerointipumppujen (kuva 14) puhdistuksella puolen vuoden välein taataan pumppujen ongelmaton toiminta useimmissa tilanteissa. Säännöllisellä puhdistuksella vältetään myös pumppujen rikkoontuminen. Pumppujen tarkistuksella havaitaan myös mahdolliset alkavat kulumat pumppujen juoksupyörissä, mutta pumppujen huollossa tulee käyttää pumppujen omia huolto-ohjeita, joista selviää tarkemmin huollon toimenpiteet.



Kuva 14. Regenerointipumput

Laitteiston tärkein pumppu on kuormituspumppu S1P1, ja ilman sitä koko laitteisto ei toimisi lainkaan. Pumpun puhdistus tehdään puolen vuoden välein ja samassa yhteydessä puhdistetaan myös pumpun ohessa oleva paineanturi, jolla mitataan säiliössä olevan veden määrä.

Bioroottorin tuotepumppu S200P1 on myös laitteiston toiminnan kannalta erittäin tärkeä ja sen takia sillekin on määritelty puolen vuoden välein tapahtuva ennakkohuolto. Ammoniumtyppimittareiden puhdistus ja kalibrointi tehdään myös puolen vuoden välein, koska niillä seurataan laitteiston toimintaa ja puhdistuskykyä.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU

Tämän insinööriyön pääasiallisena tavoitteena oli luoda toimiva kunnossapitosuunnitelma Majasaaren jätekeskuksessa sijaitsevalle EnviStone-vesienkäsittelyjärjestelmän laitteistolle. Majasaareissa ei ole aiemmin ollut käytössä minkäänlaisia ennakoivan kunnossapidon menetelmiä, joten useista laiterikoista johtuen niiden suunnitteleminen ja käyttöönotto katsottiin tarpeelliseksi.

Kunnossapitosuunnitelman laatiminen aloitettiin jo syksyllä hyvissä ajoin, jolloin kerättiin tietoa ja kokemuksia laitteiston aikaisemmista vikaantumisista. Näiden kokemusten ja tietojen perusteella arvioitiin laitteiston senhetkinen tila ja näiden pohjatietojen perusteella lähdettiin miettimään, mitä laitteistolle kannattaa tehdä. Loppujen lopuksi päädyttiin kartoittamaan kriittisimmät laitteet ja luomaan niille Majasaaren jätekeskuksen rajallisiin resursseihin nojautuen riittävä kunnossapitosuunnitelma.

Saatujen kokemusten perusteella voidaan todeta, ettei kunnossapitosuunnitelman laatiminen ja käyttöönotto ole aivan yksinkertainen prosessi. Varsinkin käyttöönotto vaatii Majasaareissa vielä paljon työtä. Ajallisesti prosessi on pitkä, joten suunnitelmaa voidaan mahdollisesti vielä joutua muokkaamaan kehityksen kohteena olevien laitteiden tarpeiden mukaan.

Tästä insinööriyöstä Kainuun jätehuollon kuntayhtymä saa ohjeita ja suosituksia vesienkäsittelyjärjestelmän kunnossapidon kehittämiseen. Lisäksi voidaan todeta, että tässä kunnossapitosuunnitelmassa on tietoa, jota on mahdollisuus myös soveltaa muissa Majasaaren kunnossapitoa vaativissa kohteissa.

Tulevaisuudessa Majasaaren jätekeskuksessa panostetaan kunnossapitoon enemmän kuin aiemmin. Yrityksellä on kuitenkin paljon tehtävää, että menetelmät sisäistetään ja olosuhteet saadaan muokattua optimaaliseksi.

Kunnossapitosuunnitelman osalta työtä on jatkettava vielä mahdollisesti tulevaisuudessa. Suunnitelmaa ei voida jättää huomiotta, vaan sen kehitystä on jatkettava laitteiston kehityksen mukana. Työ on kuitenkin onnistunut tässä vaiheessa, koska sillä saadaan laitteiston tämän hetken kriittiset osat ennakoivan kunnossapidon piiriin. Lisäksi insinööriyöstä saadaan hyödyllistä tietoa tulevaisuutta ajatellen.

## 8 YHTEENVETO

Onnistuessaan kunnossapitosuunnitelma ehkäisee odottamattomia laiterikkoja ja vähentää turhien seisokkien määrää. Tämä taas johtaa siihen, että onnistunut kunnossapitosuunnitelma vähentää odottamattomaan korjaavaan kunnossapitoon tarvittavia taloudellisia resursseja.

Suunnitelma tulee olla räätälöity tilaajan tarpeisiin sopivaksi. Tämä vaatii paljon erilaista selvitystyötä laitteiston nykytilasta sekä käytettävissä olevista resursseista. Kun selvitystyö on saatu hoidettua ja kunnossapitosuunnitelma on laadittu, sen onnistuminen riippuu kokohenkilöstön sitoutumisesta suunnitelman toteuttamiseen.

Ennakoivan kunnossapidon osuus on tärkeä kunnossapitosuunnitelmassa, mutta korjaavan kunnossapidon osuutta ei ole syytä unohtaa. Liiallinen ennakoiva kunnossapito on taloudellisesti rasittavaa yritykselle, joten korjaavalle kunnossapidolle on jätettävä tilaa kaikissa kunnossapitosuunnitelmissa.

Tämän opinnäytetyön kunnossapitosuunnitelma tulee laitteistolle, jolla ei ole ennestään ollut minkäänlaista kunnossapitosuunnitelmaa, joten suunnitelman toimiminen ja onnistuminen jää nähtäväksi tulevaisuudessa. Vaikka kunnossapitosuunnitelma toimisikin, se tulee varmasti vaatimaan kehitystyötä myös tulevaisuudessa, koska laitteisto ja prosessi ovat vielä osittain kehityksen kohteena.

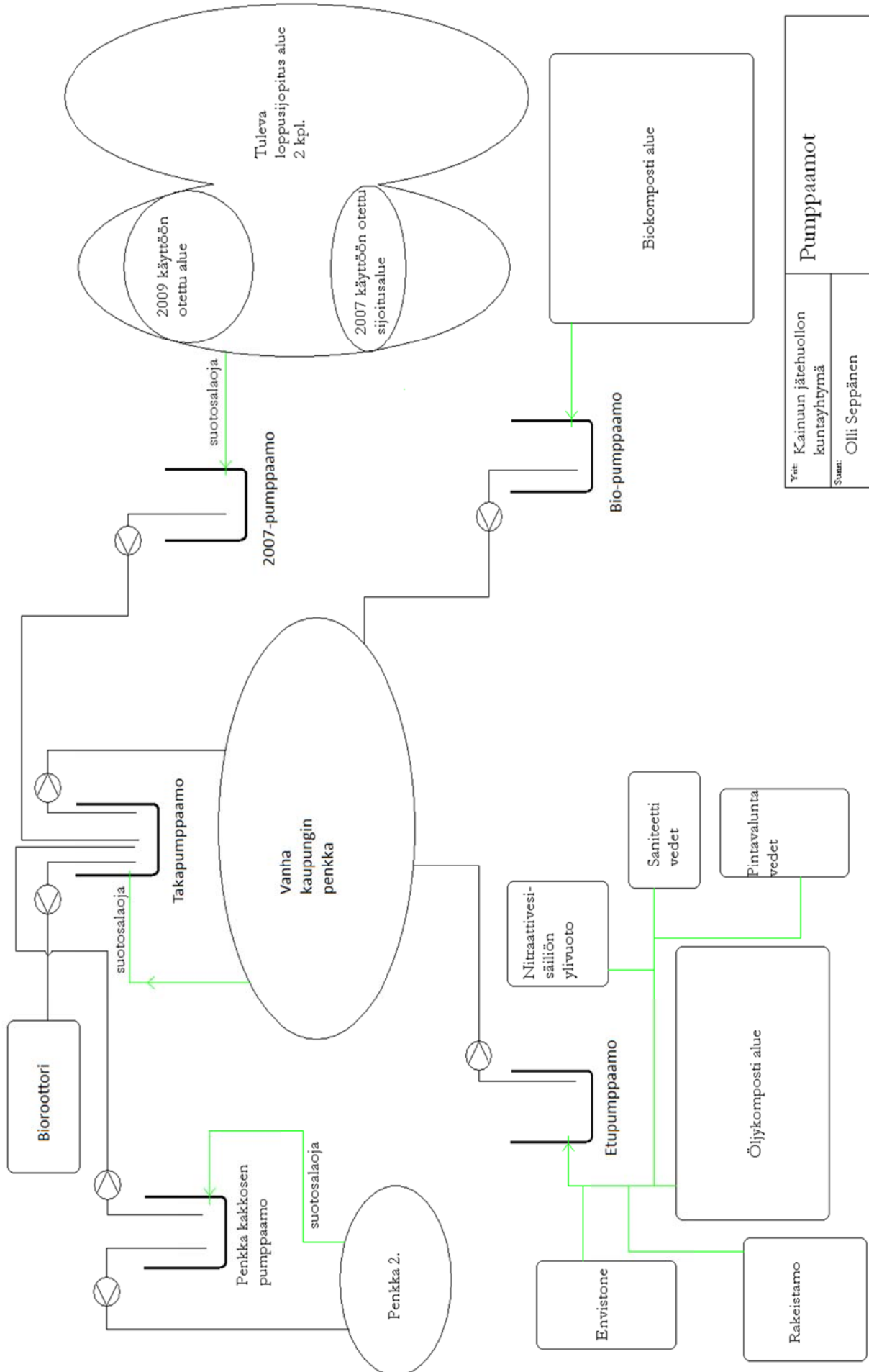
## LÄHTEET

1. Kainuun jätehuollon kuntayhtymän kotisivut.  
20.2.2010 [WWW-dokumentti]  
<http://www.eko-kymppi.fi/>
2. EU-standardi, SFS-EN 13306 Kunnossapitosanasto, 2001
3. PSK Standardisointiyhdistys, 2003 PSK 6201 Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät.
4. Kunnossapitoyhdistys ry:n kotisivut. Kunnossapidon perusteet.  
24.10.2010 [WWW-dokumentti]  
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>
5. Kunnossapitoyhdistys ry:n kotisivut. Oppimateriaalit  
20.1.2011 [WWW-dokumentti]  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_1-1\\_mita\\_on\\_kunnossapito.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html)
6. Järviö, Piispa, Parantainen, Åström 2007: Kunnossapito 4.uudistettu painos, KP-Media Oy:n kustantama, Oy Kotkan kirjapaino AB Hamina. ISBN 978-952-99458-3-2
7. Leinonen Sanna, Tuotantojärjestelmien kunnossapito kurssi, Kajaanin ammattikorkeakoulu, TKVP001\_2009\_TuotJarjestelmienKuPi\_2\_KuPiStrategiat.pdf
8. Leinonen Sanna, Tuotantojärjestelmien kunnossapito kurssi, Kajaanin ammattikorkeakoulu, TKVP001\_2009\_TuotJarjestelmienKuPi\_3\_RCM.pdf
9. Leinonen Sanna, Tuotantojärjestelmien kunnossapito kurssi, Kajaanin ammattikorkeakoulu, RCM Jarvio 2004.pdf
10. U.S. Environmental protection agency; Lean Manufacturing and the Environment  
31.1.2011 [WWW-dokumentti]  
<http://www.epa.gov/lean/thinking/tpm.htm>



11. Borris, Steve 12/2005: Total Productive Maintenance, McGraw-Hill Professional Publishing,  
ISBN: 9780071589260

## LITTEET



Yritys:	Kainuun järehuollon kuntayhtymä
Suunnittanut:	Olli Seppänen
Pvm:	14.10.2010
<b>Pumppaamot</b>	

## LAITE LUETTELO

## Pumput

- S1P1- Kuormituspumppu
- S2P1- Huuhtelupumppu
- S10P1- Suodattimen S10 regenerointipumppu
- S11P1- Suodattimen S11 regenerointipumppu
- S12P1- Suodattimen S12 regenerointipumppu
- S13P1- Suodattimen S13 regenerointipumppu
- S40P1- Lipeäpumppu

## Venttiilit

- S200V10- Kuormituksenohitusventtiili
- S1V1- Kuormituksensulkuventtiili
- S2V1- Huuhteluvesiventtiili
- S2V2- Puhtaan veden ottoventtiili
- S100V14- Kuormituksenohitus etupumppaamolle
- S13V13- Kuormituksenpoisto jälkikäsittelyyn
- S300V11- Nitraattiveden poistoveniili
- Suodatin S10
  - S10V1- Kuormitus ennen suodatinta
  - S10V2- Regenerointi ennen suodatinta
  - S10V3- Kuormitus suodattimen jälkeen
  - S10V4- Regenerointi suodattimen jälkeen
- suodatin S11
  - S11V1- Kuormitus ennen suodatinta
  - S11V2- Regenerointi ennen suodatinta
  - S11V3- Kuormitus suodattimen jälkeen
  - S11V4- Regenerointi suodattimen jälkeen

- Suodatin S12
  - S12V1-Kuormitus ennen suodatinta
  - S12V2- Regenerointi ennen suodatinta
  - S12V3- Kuormitus suodattimen jälkeen
  - S12V4- Regenerointi suodattimen jälkeen
- Suodatin S13
  - S13V1-Kuormitus ennen suodatinta
  - S13V2- Regenerointi ennen suodatinta
  - S13V3- Kuormitus suodattimen jälkeen
  - S13V4- Regenerointi suodattimen jälkeen

#### Säiliöt ja suodattimet

- Pesuvesisäiliö S-2
- Suodatin S-10
- Suodatin S-11
- Suodatin S-12
- Suodatin S-13
- Regenerointisäiliö REG S-20
- Regenerointisäiliö REG S-21
- Regenerointisäiliö REG S-22
- Regenerointisäiliö REG S-23
- Nitraattivesisäiliö
- Lipeäsäiliö S-40

## Anturit ja mittalaitteet

- QI-11b Ammoniumtyypianturi (tuloapuoli)
- QI-11 Ammoniumtyypimittari (poistopuoli)
- FIC-10 Virtausmittari (kuormitus)
- FI-23 Virtausmittari (regenerointi)
- FQ-300 Nitraattiveden määrän mittari
- QIC-20 PH-anturi (regenerointi lähtevä)
- QI-23 PH-anturi (regenerointi tuleva)
- QI-1 Redoxpotentiaali-anturi (selkeytysäiliö)
- LIS-1 Paineanturi, Pinnankorkeus (selkeytysäiliö)
- LI-2 Pinnankorkeusanturi (pesuvesisäiliö)
- TIS-2 Lämpötila-anturi (pesuvesisäiliö)
- LIS-23 Pinnankorkeusanturi (regenerointisäiliö)
- TI-23 Lämpötila-anturi (regenerointisäiliö)
- LI-301 Pinnankorkeusanturi (nitraattivesisäiliö)
- LS-2 Ylärajakytkin (pesuvesisäiliö)

