

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
LUT School of Energy Systems
LUT Kone

Riikka Korhonen

KUNNOSSAPIDON TUNNUSLUVUT JÄTEVEDENPUHDISTAMOLLA

Työn tarkastajat:

Professori Juha Varis
DI Mari Heinonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
LUT Kone

Riikka Korhonen

Kunnossapidon tunnusluvut jätevedenpuhdistamolla

Diplomityö

2015

94 sivua, 20 kuvaa, 18 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Professori Juha Varis
DI Mari Heinonen

Hakusanat: Kunnossapito, tunnusluvut, kunnossapidon tunnusluvut, kunnossapidon kehittäminen

Jätevedenpuhdistamoiden toiminnan on oltava entistä luotettavampaa ja vaatimukset kasvavat jatkuvasti. Siksi myös kunnossapidon kehittäminen on tärkeää, jotta kasvaviin vaatimuksiin voidaan vastata. Tutkimuksen tavoitteena on löytää Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapidon toimintaa kuvaavia kunnossapidon tunnuslukuja. Tunnusluvuilla tarkoitetaan toiminnan tehokkuutta ja laatua mittaavia tunnuslukuja. Niitä voidaan käyttää muun muassa kunnossapidon suunnittelu- ja kehitystyön tukena.

Kunnossapidon tunnuslukujen määrittämiseksi, ja oman toiminnan kehittämiseksi kunnossapidon nykytila on tunnettava hyvin. Tutkimuksessa perehdyttiin kunnossapidon nykytilaan Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla. Kunnossapitojärjestelmästä kerättyä tietoa analysoitiin nykytilan selvittämiseksi. Lisäksi toteutettiin vierailu neljään case-kohteeseen. Vierailuilla perehdyttiin kohteiden kunnossapidon toimintaan ja tunnuslukuihin. Vierailujen avulla haluttiin saada uutta näkökulmaa kunnossapitotoimintaan.

Tutkimuksessa esitetään ehdotus mittaristosta, joka sisältää tunnuslukuja kunnossapidon kustannusten, resurssien ja laadun seurantaan. Tunnuslukujen valintaan ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa, eikä yhtenäistä mallia, minkä perusteella valinnat tehdään. Tunnuslukujen valintaan vaikuttaa mitattavan prosessin luonne ja omat tavoitteet. Tunnuslukuja varten on tehty erillinen Excel-taulukko, johon tiedot voidaan syöttää. Taulukosta saadaan valmiit kuvaajat säännöllistä raportointia varten.

Kunnossapidon tilaa analysoitaessa havaittiin puhdistamon kunnossapidon olevan pääosin hyvällä tasolla. Esille nousi myös kehityskohteita, joiden seuraamista varten ehdotetaan uusia tunnuslukuja. Kunnossapitojärjestelmän käyttö on aktiivista ja sitä kautta saadaan tunnuslukuja varten luotettavaa tietoa.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
LUT Mechanical Engineering

Riikka Korhonen

Maintenance indicators at a wastewater treatment plant

Bachelor's thesis

2015

94 pages, 20 figures, 18 tables and 1 appendix

Examiners: Professor Juha Varis

M.Sc. (Tech.) Mari Heinonen

Keywords: Maintenance, indicators, maintenance indicators, development of maintenance

Operation of wastewater treatment plants needs to be more reliable and the requirements are increasing continuously. The development of the treatment plant maintenance is important in order that the growing demands will be responded to. The main purpose of the research was to find indicators for maintenance of the Viikinmäki Wastewater treatment plant. The indicators measure the quality and effectiveness of maintenance. The maintenance indicators are used for example as a support of the maintenance development and design.

The current state of maintenance at Viikinmäki wastewater treatment plant was studied before defining the maintenance indicators. The information was collected from the maintenance program and the data were analyzed. Also benchmarking between four case-companies was made. The purpose of benchmarking was to become familiar with the indicators and maintenance of the case companies. Visits were made to the case companies to get new perspective on maintenance.

The research presents recommendations for new indicators. The indicators include monitoring of the maintenance costs, resources and quality. There is not any specific method or model for choose indicators. The type of the plant and targets affect the choice of indicators. A Separate Excel table has been made for maintenance indicators that can be used for feeding data and creating regular reports.

The current state of maintenance was found out to be at quite a good level. Also some development areas were found. New indicators were recommended to monitor these development areas. The maintenance system is used actively and it is possible to get a significant amount of reliable information from the maintenance system.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin Helsingin seudun ympäristöpalveluiden Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapitoyksikölle. Työntarkastajana on toiminut professori Juha Varis, jota haluan kiittää avusta ja joustavasta yhteistyöstä työn aikana. Kiitokset myös työni ohjaajalle Mari Heinoselle sekä muille työssä auttaneille opastuksesta ja avusta työn kanssa. Kiitos sujuvasta yhteistyöstä henkilöille jotka mahdollistivat vierailuni muilla puhdistamoilla ja yrityksissä. Kiireisistä aikatauluista huolimatta kaikilta löytyi hetki aikaa auttaa työssäni.

Haluan kiittää erityisesti myös omia vanhempiani sekä appivanhempiani, muita perheenjäseniäni ja läheisiäni erityisesti lastenhoitoavusta opintojen aikana. Perheellisenä olisi ollut mahdotonta opiskella ilman teidän apuanne.

Isoin kiitos kuuluu kuitenkin miehelleni Pasille kaikesta tuesta ja kannustuksesta opintojen aikana. Opiskelu ei olisi ollut mahdollista ilman sinun kantamaa vastuuta kotiasioista. Nyt voin ottaa talouspäällikön paikan taas haltuuni, ainakin osittain. Tyttärilleni Ronjalle ja Ennille iso kiitos kärsivällisyydestä kaikkina niinä hetkinä, kun olen tarvinnut opiskelurauhan, enkä ole voinut osallistua muihin touhuihin.

Helsingissä 18.5.2015

Riikka Korhonen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Työn tavoitteet	9
1.2	Työn rajaus	10
1.3	Tutkimuksen toteutus.....	10
2	KUNNOSSAPITO	12
2.1	Kunnossapito jätevedenpuhdistamolla	14
2.2	Kunnossapitokäsitteet	16
2.3	Kunnossapitolajit	18
2.3.1	Häiriökorjaus	18
2.3.2	Suunniteltu kunnossapito	19
2.4	Kunnossapidon kehittämismenetelmät	20
2.4.1	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, TPM	21
2.4.2	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM.....	23
2.4.3	Asset Management, tuotanto-omaisuuden hallinta	25
2.4.4	Muut kehittämismenetelmät	28
2.5	Benchmarking.....	28
2.5.1	Yleisimmät benchmarking menetelmät	29
2.5.2	Tavoitteet	31
2.6	Kunnossapidon tavoitteet.....	31
2.7	Kunnossapidon tietojärjestelmät.....	32
2.8	Kunnossapidon kustannukset.....	34
2.8.1	Kustannusten muodostuminen.....	36

3	KUNNOSSAPIDON TUNNUSLUVUT	37
3.1	Olemassa olevat tunnusluvut	38
3.1.1	Tutkimuksissa esitetyt tunnusluvut	38
3.1.2	Standardeissa esitetyt tunnusluvut	41
3.2	Kunnossapitomittariston valinta	44
4	KUNNOSSAPIDON NYKYTILANNE	46
4.1	Viikinmäen jätevedenpuhdistamo.....	46
4.1.1	Jätevedenpuhdistus	47
4.1.2	Puhdistusmenetelmät Viikinmäessä	47
4.1.3	Biokaasuvoimalaitos	48
4.2	Puhdistamon laitekanta	49
4.3	Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapito	50
4.4	Kunnossapitojärjestelmän käyttö.....	52
4.4.1	Kunnossapitokortisto	53
4.4.2	Päiväkirjatoiminto.....	54
4.4.3	Työtilaukset huoltoryhmittäin.....	55
4.4.4	Työtilausten jakautuminen työläjelle.....	56
4.4.5	Ennakkohuoltojen kuittaustapahtumat.....	58
4.4.6	Työtilausten ja ennakkohuoltojen määrä	60
4.4.7	Työtuntien jakautuminen	61
4.5	TOP 10 -analyysi häiriökorjauksista 2014.....	62
4.6	Kunnossapitoyksikön kustannukset	64
4.7	Käytössä olevat kunnossapidon tunnusluvut ja raportit	65
5	KUNNOSSAPITOTOIMINTOJEN VERTAILU	68
5.1	Case: Energialaitos	68
5.2	Case: Teollisuusjätevesienpuhdistus.....	70
5.3	Case: Jätevedenpuhdistamo	73
5.4	Case: Jätevedenpuhdistamo ja ulkoistettu kunnossapito	75
6	TUNNUSLUKUIEN VALINTA	78
6.1	Aktiiviseen seurantaan ehdotettavat tunnusluvut	78
6.2	Jatkuvaan seurantaan ehdotettavat tunnusluvut	79
6.2.1	Tekniset tunnusluvut.....	80
6.2.2	Taloudelliset tunnusluvut.....	83

6.2.3	Organisaatioon liittyvät tunnusluvut.....	84
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	87
8	YHTEENVETO	90
	LÄHTEET	92
	LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

ABC	Kriittisyysluokka
Asset Management	Tuotanto-omaisuuden hoitaminen
AVL	Asukasvastineluku
EN	CENissä vahvistetun standardin tunnus
HSY	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut –kuntayhtymä
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö
KNL	Tuotannon kokonaistehokkuusluku
MTBF	Vikaantumisväli
ORC	Organic ranking cycle
PSK	Standardisointiyhdistys
RCM	Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
SFS	Suomen standardisoimisliitto
SRCM	Streamlined RCM, Virtaviivaistettu RCM
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

1 JOHDANTO

Kunnossapidolla on merkittävä osa Suomalaisessa teollisuudessa ja eri työtehtävien parissa työskentelee yli 200 000 ihmistä. Perinteisesti kunnossapidolla on tarkoitettu toimintaa, joka vastaa koneiden ja laitteiden korjaamisesta, kun ne vikaantuvat. Tänä päivänä kunnossapito on kuitenkin kehittynyt kokonaisvaltaisemmaksi osaksi koko tuotanto-omaisuuden hallintaa. Kunnossapitoa tarvitaan toimialasta riippumatta joka puolella. Laitteistojen ikääntyminen, käyttövarmuuden ylläpito ja parantaminen sekä jatkuva tehostamisen tarve vaativat kunnossapidolta monipuolista osaamista ja kehittymistä.

Kunnossapidon kehittämiseksi on olemassa monia keinoja. Suhtautumalla avoimesti uusiin ratkaisuihin pystytään toimintaa tehostamaan ja kehittämään sekä toimimaan entistä turvallisemmin, tehokkaammin ja luotettavammin. Oman toiminnan kehittämiseksi on tunnettava toimintatavat ja pystyttävä tunnistamaan toiminnan nykytila ja löydettävä parantamista vaativat epäkohdat. Myös jätevedenpuhdistamon kunnossapidolta vaaditaan kykyä kehittää toimintatapoja entistä paremmiksi. Tässä työssä on perehdytty Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapitoon, toiminnan kehittämiseksi. Pyrittäessä jätevedenpuhdistuksessa parhaisiin mahdollisiin tuloksiin ja puhdistusvaatimusten kiristyessä myös kunnossapidolla ja sen toiminnan tehokkuudella on oma merkitys.

1.1 Työn tavoitteet

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapitotoiminnan tilaa ja löytää uusia tunnuslukuja toiminnan seuraamiseksi. Kunnossapidon toiminnan seuraamista, kehittämistä sekä suunnittelua varten valituista tunnusluvuisista annetaan ehdotus. Uusien tunnuslukujen avulla pyritään saamaan tietoa kunnossapidon tilasta mahdollisimman selkeästi. Tunnusluvuilla tarkoitetaan sellaisia määritteitä, joiden avulla voidaan seurata esimerkiksi kunnossapidon kustannuksien kehittymistä tai resurssien käyttöä. Kunnossapidon toiminta Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla perustuu jo nyt ennakoivaan kunnossapitoon. Olemassa olevat toimintatavat luovat hyvät perusteet kunnossapidon kehittämiseksi, pyrittäessä parantamaan käyttövarmuutta, pidentämään laitteistojen elinikää ja toimimaan entistä kustannustehokkaammin.

Tutkimuksen tuloksena odotetaan saatavan Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapidon toimintaa tukevat ja kehittävät tunnusluvut. Työssä selvitetään myös kunnossapidon nykytila ja millaisia tunnuslukuja käytetään kunnossapidon seurantaan tällä hetkellä. Lisäksi kirjallisuustutkimuksessa perehdytään olemassa oleviin kunnossapidon käsitteisiin, lajeihin ja strategioihin sekä yhtenäisiin tunnuslukuihin.

1.2 Työn rajaus

Kunnossapidon tarkastelu on rajattu koskemaan pelkästään Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut, HSY:n Viikinmäen jätevedenpuhdistamon toimintaa. Tarkasteltavat tunnusluvut on yksilöitävä kunkin laitoksen tarpeiden mukaisesti toimialasta ja laitoksen laitekannasta riippuen. Jätevedenpumppaamoiden kunnossapito on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Jätevedenpumppaamoiden kunnossapidon seuraamiseksi tarvittavat tunnusluvut ovat oma erillinen kokonaisuus. Tässä työssä saatavia tunnuslukuja voitaneen hyödyntää osittain myös HSY:n toisen, Suomenojan jätevedenpuhdistamon, kunnossapidon kehittämisessä sekä uuden Blominmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapitoa suunniteltaessa.

Tunnuslukujen käyttöönotto ja tuloksien tarkastelu on rajattu työstä ulkopuolelle. Kunnossapidon nykytilaa tarkasteltaessa historiatietoja käsitellään viimeisen viiden vuoden ajalta. Kunnossapitojärjestelmään tehtyjen muutoksien vuoksi osaa tiedoista ei voida verrata suoraan keskenään vuotta 2010 edeltävältä ajalta. Kirjallisuudessa eri kunnossapitostandardien tarkastelu keskittyy pääasiassa PSK standardeihin. Puhdistamolla käytetään PSK standardeja oman toiminnan tukena, lisäksi PSK standardia on hyödynnetty myös puhdistamon kunnossapitojärjestelmässä.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Työ koostuu johdannosta, kirjallisuuskatsauksesta, tutkimusosasta sekä johtopäätöksistä ja työn yhteenvedosta. Johdannossa esitellään työn tausta, tavoitteet, työn rajaus ja tutkimusmenetelmät. Tutkimuksen kirjallisuudessa tarkastellaan kunnossapidon yleisiä käsitteitä, tavoitteita, strategioita sekä kehittämisen keinoja. Olemassa olevia tunnuslukuja tarkasteltiin myös kirjallisuuteen, standardeihin ja tutkimuksiin perehtyen. Tutkimusosuudessa käsiteltiin tutkittavan kohteen nykytilaa ja vertailtiin muiden yritysten kunnossapidon toimintaa ja tunnuslukuja. Työssä esitetään joukko tunnuslukuja joiden käyttö olisi mahdollista, ja tunnuslukuja varten kerättävä tieto olisi luotettavaa ja helposti saatavilla. Kes-

keisten tulosten lisäksi työssä esitetään johtopäätökset sekä esille nousevia tutkimusaiheita, joiden avulla kunnossapitoa voidaan kehittää edelleen, ja kunnossapidon tilaa selvittää entistä tarkemmin.

Työssä perehdyttiin neljän eri case-kohteen toimintaan. Tutkimuksen kohteena oleva Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on kooltaan Suomen ja Pohjoismaiden suurin. Kokoluokaltaan vastaavia puhdistamoita ei ole Suomessa, joten case-kohteiden joukkoon valittiin kahden jätevedenpuhdistamon lisäksi voimalaitos sekä omia teollisuusjätevesiä käsittelevä laitos. Kohteiden valinnalla haluttiin saada kunnossapidosta monipuolista näkökulmaa. Case-kohteista selvitettiin kokonaiskuvaa kunnossapidosta. Lisäksi vierailuilla haluttiin perehtyä käytettäviin kunnossapitojärjestelmiin ja erityisesti käytettäviin tunnuslukuihin.

Kunnossapidon tunnuslukujen määrittämiseksi perehdyttiin tarkemmin kunnossapidon nykytilaan. Nykytilan analysoimiseksi kerättiin tietoa kunnossapidon toiminnasta erityisesti kunnossapitojärjestelmästä saatavan tiedon avulla. Kunnossapidosta selvitettiin esimerkiksi työtilausten määrät ja niiden kehittyminen, ennakkohuoltojen määrät ja muutokset sekä töiden jakautuminen. Lisäksi tarkasteltiin TOP 10 -analyysien avulla merkittävimpiä häiriökorjauskohteita edellisen vuoden aikana. Tietojen avulla rakennettiin kokonaiskuvaa kunnossapidon toiminnasta. Tunnuslukujen valintaan ei ole olemassa valmista mallia eikä sellaista suoraan voida antaa. Jokaisella kunnossapidettävällä kohteella on olemassa yksilölliset tavoitteet, joiden perusteella kunnossapitoa suunnitellaan. Kunnossapidon seurantaan tarvitaan silloin yksilöllisiä tavoitteista kuvaavia tunnuslukuja.

2 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on yksinkertaisimmillaan koneiden korjaamista niiden vikaannuttua. Nykyisin kunnossapitoon mielletään kuuluvaksi myös kaikenlaiset ennakkohuoltotoimenpiteet, kunnonvalvonta ja tarkastukset, joten kunnossapito pitää sisällään muutakin kuin pelkkää korjausta. Kunnossapidon merkityksen kasvaessa menetelmätkin ovat kehittyneet. Kunnossapito ei ole enää pelkästään korjaamista ja huoltamista, vaan laajimmillaan se voidaan mieltää osaksi koko tuotanto-omaisuuden hoitoa, missä yhdessä muiden yksiköiden kanssa vastataan koko prosessin tuottavuudesta ja kilpailukyvystä nykyaikaisilla ja älykkäillä menetelmillä. Kunnossapito on siis hyvin monitahoinen käsite.

Kunnossapito määritellään eri tavoin lähteestä riippuen. PSK 6201 standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti: *Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.* Kunnossapito ja käsitteitä määritellään myös muissa standardeissa kuten SFS, SFS-ISO tai IEC –standardien eri sarjat.

Tuotantolaitoksen kilpailukyvyn ylläpitäminen ja toimintavarmuuden säilyttäminen edellyttävät toimivaa kunnossapitoa. Kunnossapito on kehittynyt kilpailun lisääntyessä. Läpimenoaikojen on oltava nopeat, eivätkä häiriöt saa estää tuotantoa. Kunnossapito on siis kehittynyt ja kehitty edelleen koko tuotannon käsittäväksi tuotanto-omaisuuden hallinnaksi, jossa tuotantolaitoksen tehokkuus ja luotettavuus ovat osa suurempaa kokonaisuutta. Kunnossapito ei ole enää pelkästään kunnossapito-organisaation asia, vaan kunnossapito toimii yhteistyössä muun muassa käyttöhenkilöstön kanssa. Kunnossapidolla pyritään vikaantumisen ehkäisyyn vikojen korjaamisen sijaan. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on kehitetty monia kunnossapito strategioita, kuten Asset Management, TPM tai RCM. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 14-17)

Kunnossapito on kehittynyt merkittäväksi osaksi teollisuutta myös Suomessa. Kunnossapitoteollisuuden palveluksessa arvioidaan olevan noin 50 000 henkilöä, ja muita kunnossapitoon liittyviä tehtäviä tekee 150 000 henkilöä (Järviö & Lehtiö 2012, s. 31). Kunnossapi-

don merkitys vain kasvaa laitteiden ikääntyessä ja vaatimusten kasvaessa. Aiemmin periaatteena oli, että kunnossapito oli vain välttämätön paha. Tekniikan kehittymisen myötä on havaittu, että kunnossapitoa voidaan suunnitella ja kontrolloida, näin kustannukset eivät karkaa käsistä. (Parida & Kumar, 2006). Kunnossapito on siis kehittynyt ensimmäisen sukupolven yksinkertaisten koneiden korjaavasta kunnossapidosta neljännen sukupolven kunnossapitoon, tehokkuuden ja luotettavuuden merkityksen kasvaessa, ja liiketoiminnan tullessa riippuvaiseksi koneista ja niiden luotettavuudesta. Tälle sukupolvelle tyypillistä on erityisosaamisen tarpeen lisääntyminen, etävalvonnan, käynninvalvonnan ja automaation lisääntyminen ja tietojärjestelmien kehittyminen. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 21- 24)

Kunnossapidon haasteiden aiemmin oltua lähinnä häiriökorjausten vähentämisessä, uudet haasteet ovat monimuotoisempia. Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuuden kehittäminen sekä investoinnit ovat nousseet isoimmiksi haasteiksi. Komosen (2009a) tekemän kyselyn mukaan kunnossapidon haasteita tulevaisuudessa ovat lisäksi tuotantoprosessin häiriöttömyys, henkilöstön osaaminen, motivaatio ja riittävyys, sekä yhteistyö käyttö- ja kunnossapitoyksiköiden välillä. Kunnossapidon kehittämismenetelmistä kiinnostavimpina pidettiin muun muassa benchmarkingia. Lisäksi muut kunnossapidon strategiat kuten TPM, RCM sekä Asset Management herättivät mielenkiintoa. Suomessa koneiden laitekanta vanhenee, kun uudet laiteinvestoinnit ovat vähentyneet. Vanhenevan laitekannan kunnossapito lisää entistä enemmän haasteita joten kunnossapidon johtamisen ja toimintamallien tulee olla kunnossa. On pystyttävä löytämään jatkuvasti uusia ja parhaita käytäntöjä ja kehityttävä. (Komonen 2009a)

Kunnossapidon haasteisiin vastaaminen edellyttää kunnossapidon johtamiselta jatkuvaa kehittymistä, kunnollista suunnittelua sekä kunnossapidon strategioiden ja toimintamallien hiomista (Kunttu et al. 2010, s. 6). PSK standardin mukaan kunnossapitotoiminnan suunnittelu on jatkuva prosessi. Tuotantotoiminnan luonne ja ympäristö ovat lähtökohta suunnittelulle, jonka tavoitteena on optimoida kohteen käytettävyys. Tavoitteisiin pääsyyn vaikuttavat kunnossapidettävyyden, kunnossapitovarmuus sekä toimintavarmuus ja niiden suunnittelutoimenpiteet. Kunnossapidon suunnittelulla pyritään määrittämään kunnossapidon strategiat, henkilöstöresurssit, laitteiston tiedon hallinta sekä kunnossapidon materiaalitoiminnot. (PSK 6201 2011, s. 13) Jätevedenpuhdistamoilla toimitaan myös jatkuvien haasteiden parissa, kun nopeat muutokset niin teknologiassa kuin säännöksissä vaikuttavat toimintaan.

Lisäksi monet ulkoiset tekijät kuten taloustilanne, turvallisuus tai yhteiskunnalliset päätökset vaikuttavat jätevedenpuhdistamoiden ja sitä kautta myös niiden kunnossapidon päätöksentekoon. (Brueck 2005)

2.1 Kunnossapito jätevedenpuhdistamolla

Vesihuoltolaitoksen kuten jätevedenpuhdistamon kunnossapito on rinnastettavissa prosessilaitoksen kunnossapitoon. Jätevedenpuhdistamot vaativat monipuolista kunnossapitoa siinä missä muukin prosessiteollisuus. Laitokset pitävät sisällään monenlaisia tekniikkaa kiinteistöistä pumppuihin ja putkistoihin. Kunnossapitoon on panostettava sillä katkoksia puhdistusprosessiin ei voi tulla. Pahimmillaan laiterikot voivat johtaa ohijuoksutuksiin ja niistä voi aiheutua merkittävää haittaa ympäristölle, jopa terveysriskejä elinympäristössä. Jätevedenpuhdistukseen voi liittyä myös pumppaamoiden ja verkostojen kunnossapito.

Mikäli jätevedenpuhdistamo on perustettu hyvin ja laitteiston taso on riittävä, voidaan laadukkaalla kunnossapidolla vaikuttaa laitoksen elinkaareen jatkumiseen. Tähän pyrittäessä puhdistamoja ylläpitävän organisaation on myös sitouduttava kunnossapitoon ja se tehokkaaseen johtamiseen. (Grigg 2012, s. 243). Lutchmanin (2006) mukaan kunnallisilla laitoksilla kunnossapito on perinteisesti ollut enemmän korjaavaa kuin ennakoivaa. Ihanteellinen sekoitus korjaavaa ja ennakoivaa kunnossapitoa olisi noin 25 % korjaavaa ja 75 % ennakoivaa. Kuntapuolella tämä suhde on aiemmin ollut monesti toisinpäin, kun yksityisellä puolella tilanne on ollut parempi. Optimaalinen suhde ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon välillä vähentää kunnossapidon kustannuksia. (Lutchman 2006)

Jätevedenpuhdistamon kunnossapidon johtaminen vaatii monipuolista osaamista, suunnitelmalliset kunnossapito-ohjelmat ja standardoidut toimintatavat (Majdalani 2010, s.171). Yhtenä kunnossapidon johtamisen tavoitteena voidaan pitää korkean tuottavuuden saavuttamista käytettävissä olevilla resursseilla ja menetelmillä. Päätöksenteko puhdistamon toiminnasta edellyttää kunnossapidon huomioimista. Kunnossapidon ja korjausinvestointien johtaminen voi olla hankalaa, mutta ilman tehokasta kunnossapitoa voi tuotanto-omaisuuden tila heiketä nopeasti ja tulla vielä kalliimmaksi. Näin ollen kunnossapito on oleellinen osa jätevedenpuhdistamon toimintaa. Jätevedenpuhdistuksen johtamismenetelmät eivät kuitenkaan ole mitään poikkeuksellisia, vaan kunnossapitoa ohjaavat samankal-

taiset vaatimukset kuin mitä tahansa julkisenpuolen prosessilaitoksen toimintaa. (Grigg 2012, s.175, 229)

Jordan (2010) esittelee kirjassaan vesilaitosten kunnossapidon johtamista ja käy hyvin pitkälle läpi samoja asioita kuin kunnossapidossa yleisesti. Kunnossapidon merkitystä vesihuoltolaitoksille korostetaan laitosten kriittisyyden vuoksi. Vesihuoltolaitoksia kuten jätevedenpuhdistamo ei voi pitää seisokissa kuin hetkellisesti. Koosta riippumatta jätevedenpuhdistamo tarvitsee riittävät resurssit laitteistojen kunnan ylläpitoon. Isommissa laitoksissa siitä vastaa oma kunnossapitoyksikkö. Kunnossapidon tulee vastata laitteistoista, kiinteistöstä ja logistiikasta siten, että tuotanto pääsee tavoitteisiinsa. Kunnossapidon tehtäviksi Jordan (2010) esittää korjaukset, ehkäisevän kunnossapidon, yhteistyön eri osastojen kanssa, tiedottamisen kunnossapidon tehtävistä, budjetin laatimisen, tarvittavien varasosien varmistamisen, henkilökunnan osaamisen ylläpitämisen ja koulutuksen, turvallisuuden, rakennuksista huolehtimisen ja tietojen, kuten laitetietojen ylläpitämisen. Lukuisa määrä tärkeitä tehtäviä jotka ovat oleellisia kunnossapidon tehtäviä myös muilla toimialoilla. (Jordan 2010)

Kustannukset kasvavat, koneet ja laitteet monimutkaistuvat, laitteistot ikääntyvät ja varaosat kallistuvat kokoajan. Tästä syystä kunnossapitoon kiinnitetään entistä enemmän huomiota ja ehkäisevä kunnossapito on se keino, jolla kustannuksia voidaan rajoittaa. Jordanin (2010) mielestä kaikkia laitteita ei kuitenkaan kannata aina huoltaa, osaa kannattaa vain ajaa siihen saakka kunnes ne vikaantuvat. Ennakoivan kunnossapidon tärkeyttä ei voi kuitenkaan olla korostamatta. Lisäksi yhteistyö muiden yksiköiden kanssa sekä johdolta saatavan tuen merkitys tehokkaalle kunnossapitotoiminnalle ovat tärkeitä. Osaava kunnossapitohenkilöstö ja hyvin määritellyt työntekijöiden vastuut ovat avainasemassa onnistuneen kunnossapidon toteutumisessa. Lisäksi työkalujen ja välineiden on oltava kunnossa. Myös käyttäjien tekemällä kunnossapidolla on iso merkitys. Operaattorit ovat laitteiden kanssa tekemisissä päivittäin. Pienten ennakkohuoltojen myötä laitteet tulevat tutummaksi ja poikkeamat toiminnassa on helpompi havaita ja raportoida kunnossapidolle ajoissa. (Jordan 2010)

2.2 Kunnossapitokäsitteet

Kunnossapidon sisältäessä monipuolisesti osa-alueita niin johtamisen, hallinnollisen kuin teknisten asioiden ympäriltä on selvää, että käsitteitä kunnossapitoon liittyen on hyvin paljon. Käsitteitä on määritelty tarkasti eri standardeissa, ja käsitteiden yhtenäinen käyttäminen on tärkeää, mikäli halutaan vertailla eri tunnuslukuja keskenään yksiselitteisesti. Seuraavassa on nostettu esiin muutamia keskeisiä käsitteitä. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 37)

Vika/Vikaantuminen

Vikaantumisesta johtuen kohteen kyky suorittaa jokin vaadittu toiminto päättyy. Vikaantuminen voi johtua jostakin fyysisestä osasta tai ohjelmistosta. Kohteella puolestaan tarkoitetaan mitä tahansa osaa, komponenttia, järjestelmää tai välineistöä, jota voidaan tarkastella erikseen. Varsinainen vika on tila jossa kohde ei kykene suorittamaan toimintaa täydellisesti. Kohteiden vikaan on olemassa jokin syy ja vialla on olemassa syntymämekanismi. Jos tämä huomataan ajoissa, vaurioitumista voidaan vähentää, joten myös kunnossapidon määrä vähenee. On siis kannattavampaa estää vikaantuminen kuin korjata vikoja. ”Kunnossapito-organisaation ehdottomasti tärkein tehtävä on kunnossapidon vähentäminen. kunnossapidon tekeminen tehokkaasti on vasta toisella sijalla” (Järviö & Lehtiö 2012, s. 72; PSK 6201 2011, s.14).

Huolto

PSK:n 6201 (2011) määritelmän mukaan huolto on toimenpide joka suoritetaan jaksotetun kunnossapidon puitteissa. Huollon aikana kohteelle tehdään tarkastus, säätö, puhdistus, rasvaus, öljynvaihto tai muu vastaava toimenpide. Huollon avulla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia. Kun huoltotoimenpide suoritetaan määrävälein, kyse on jaksotetusta huollosta. (PSK 6201 2011)

Käyttö

Käyttö on prosessinohjaukseen ja koneiden käyttöön liittyviä tehtäviä, sekä prosessin tai laitteiden vaatimia kytkentöjen muutoksia tai esimerkiksi työkalunvaihtoja (PSK 6201 2011). Koneidenkäyttö vaikuttaa selvästi käynnin hallintaan. Jos käyttäjät seuraavat aktiivisesti koneen toimintaa, on todennäköisempää, että vikaantuminen huomataan aiemmin. Käyttäjät eivät välttämättä tee kunnossapitoa, mutta tarkkailevat aktiivisesti kohteen toi-

mintaa ja epänormaalia toimintaa havaittaessa ovat yhteydessä kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 83)

Käynnissäpito

Käynnissäpito on tuotannon työntekijöiden eli käyttöhenkilöstö tekemää kunnossapitoa kuten kohteen voitelut, puhdistukset sekä erilaisia kunnonvalvontaa liittyviä tarkastuksia. (PSK 6201 2011). Käynnissäpityöt ovat tärkeä osa kunnossapitoa sekä kunnossapidon ja käytön tärkeää yhteistyötä.

Käytettävyys, Käyttövarmuus, Luotettavuus

Yllä mainittuja termejä käytetään usein samoissa yhteyksissä päällekkäin ja toistensa synonyymeina. Erityisesti luotettavuudella ja käyttövarmuudella tarkoitetaan usein samaa. PSK 6201 (2011) määrittelee käyttövarmuuden kohteen kyvyksi toimia vaadittaessa vaaditulla tavalla, eli kohde kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa. Samassa standardissa määritellään käytettävyys kohteen kyvyksi olla tilassa jossa se kykenee tarvittaessa suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa. Käytettävyys muodostuu kohteen toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä sekä kunnossapitovarmuudesta. (PSK 6201 2011; Järviö & Lehtiö 2012)

Kunnossapitovarmuus

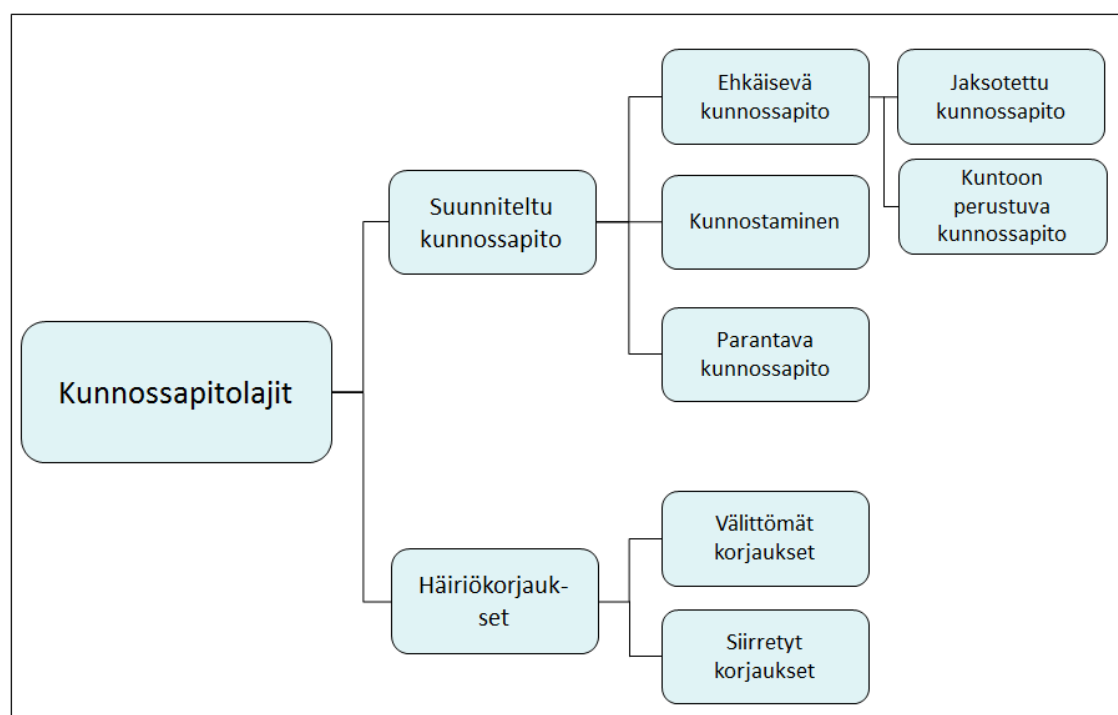
Kunnossapitovarmuudella voidaan kuvata kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaaditut tehtävät tehokkaasti, tiettyyn aikaan määrätyissä olosuhteissa (PSK 6201 2011).

Kunnossapidettävyys

Kohteen kyky olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan josta vaadittavat toimenpiteet pystytään suorittamaan tietyissä käyttöolosuhteissa, määritellään kunnossapidettävyydeksi. Siihen vaikuttaa vian havaittavuus, huollettavuus sekä korjattavuus. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 55-56)

2.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa erilaisiin kunnossapitolajeihin. Kunnossapitolajien avulla kunnossapidon toimintaa voidaan seurata ja kehittää sekä johtaa tehokkaasti. PSK standardi jakaa kunnossapidon suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin kuvan 1 mukaisesti. SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapidon ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon vian havaitsemisen mukaan. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään kaikki toimenpiteet, jotka tehdään ennen kuin vika pysäyttää kohteen. Kunnossapidossa on aiemmin jaettu kunnossapitoa eri kunnossapitolajeihin hyvin eri tavoin. Standardien avulla voidaan jako tehdä yhtenäisesti ja kunnossapidon vertailu on yksinkertaisempaa. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 45-47; Mikkonen et al. 2009, s. 95 -98)



Kuva 1. Kunnossapitolajit (PSK 6201standardin mukaisesti).

2.3.1 Häiriökorjaus

Häiriöstä aiheutuu lähes aina tuotannon menetyksiä ja yleensä välitön korjaustarve. Häiriökorjausten avulla kohde palautetaan toimintakuntoon. Häiriökorjauksia ovat välittömät sekä siirretyt korjaukset. Välittömät korjaukset tulee suorittaa heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta kohde voidaan palauttaa kuntoon, tai pyritään saamaan vian aiheuttamat seura-

ukset hyväksyttävälle tasolle. Siirretty korjaus on puolestaan mahdollista suorittaa myöhemmin sellaisena ajankohtana, kun se on tuotannon puitteissa mahdollista. Häiriökorjaus, kunnostaminen sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus ovat PSK 6201 –standardin mukaan korjaavaa kunnossapitoa. (PSK 6201 2011, s. 22-23)

2.3.2 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltua kunnossapitoa ovat muun muassa ehkäisevä kunnossapito, parantava kunnossapito, kunnostaminen, jaksotettu kunnossapito sekä kunnonvalvonta. Nämä työt tehdään suunnitellusti ennen kuin vika aiheuttaa häiriötä tuotannossa.

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä joiden avulla kone saadaan pidettyä toimintakunnossa. Sen avulla voidaan myös havaita viat, vikaantumiseen johtavat syyt sekä tehdä tarvittavat toimenpiteet ennen kuin vika aiheuttaa ennakoimattomia häiriöitä tuotantoon. Kun tuotantolaitokselta vaaditaan luotettavuutta, voidaan ehkäisevän kunnossapidon avulla siihen pyrkiä. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään säännöllisesti tehtäviä toimenpiteitä kuten tarkastuksia, suunniteltua korjaamista ja lisäksi kaikki toimenpiteet, jotka tehdään koneen toimintakunnon ylläpitämiseksi. Toimenpiteitä voidaan suorittaa kohteen käydessä sekä seisokeissa. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 96-103)

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat myös erilaisin mittauksin tehtävät ennustavat toimenpiteet, joiden avulla pyritään selvittämään kohteen kunto. Se on ennalta suunniteltua ja säännöllistä toimintaa, jota tehdään sekä käynnin että seisokkien aikana. Ehkäisevän kunnossapidon toimintatapa on ennakoiva. Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuuden määrittää Järviön ja Lehtiön (2012) mukaan se, kuinka hyvin kunnossapidon työt voidaan suunnitella etukäteen. Työkuormasta 80 % tulisi olla tiedossa kolme viikkoa etukäteen. Ehkäisevä kunnossapito voidaan myös mitoittaa yli. Mikäli ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin ilman sitä toimittaessa, ja ehkäistävälle vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä, ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa suorittaa. Ehkäisevän kunnossapidon avulla on mahdollista toimia tehokkaasti ja tuottavasti, kun toiminta on hallittua. Tehokas ehkäisevä kunnossapito on suunnitelmallista ja hyvin aikataulutettu. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 94-97)

Kunnossapitolajeissa on mukana myös jaksotettu kunnossapito sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Nämä kuuluvat ehkäisevään kunnossapitoon. Jaksotetun kunnossapidon toimenpiteet tehdään suunnitelluin jaksoin esimerkiksi käyttötuntien mukaan, ilman että toimintakuntoa on tutkittu aiemmin. Kuntoon perustuva kunnossapito taas on kunnonvalvonnalla tai tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltua korjausta. Kunnonvalvonta sisältää aistein tai mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonnan sekä tulosten analysoinnin. (PSK 6201 2011, s. 22-23)

Kunnostamien

Kunnostamisen tapahtuu esimerkiksi korjaamalla. Kulunut tai vaurioitunut kohde palautetaan kunnostamalla käyttökuntoon. (PSK 6201 2011, s. 23)

Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon avulla parannetaan kohteen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä (PSK 6201 2011). Parantavaa kunnossapitoa ovat siis ne toimenpiteet joilla kohteen luotettavuus paranee. Kohdetta muutetaan käyttämällä esimerkiksi uusia osia, tai toteutetaan erilaisia toimenpiteitä, jotka parantavat kohteen epäluotettava. Näillä ei pyritä vaikuttamaan suorituskykyyn, vaan tekemään kohde luotettavammaksi. Myös erilaiset modernisoinnit voidaan katsoa osaksi parantavaa kunnossapito, tällä pyritään vaikuttamaan kohteen suorituskykyyn. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 51-52)

2.4 Kunnossapidon kehittämismenetelmät

Kunnossapidon painopisteen siirtyminen korjaavasta kunnossapidosta kokonaisvaltaisempaan ajatteluun on kehittänyt viime vuosikymmeninä erilaisia toimintamalleja kunnossapidon johtamisen tueksi. Koska Kunnossapidon haasteiksi häiriökorjausten vähentämisen lisäksi ovat tulleet ehkäisevän kunnossapidon tehokkuuden kehittäminen ja erilaiset investoinnit, tarvitaan erilaisia toimintamalleja. Suomessa laitekanta vanhenee ja investoinnit ovat vähissä, tästä syystä tarvitaan eri menetelmiä varmistamaan käytettävyys, elinkaaren ja korvausinvestointien hallinta. Yleisimmän kehittämismenetelmät herättävät kiinnostusta kunnossapitäjissä myös Suomessa (Komonen 2009a). Tunnetuimpia toimintamalleja kunnossapidon kehittämiseksi ja johtamiseksi ovat Järviön ja Lehtiön (2012) mukaan muun muassa:

- TPM (Total Productive Maintenance), Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
- RCM (Reliability Centered Maintenance), luotettavuuskeskeinen kunnossapito
- SCRMM (Streamlined RCM), kevennetty RCM
- Asset Management, Tuotanto-omaisuuden hallinta
- Benchmarking

Tietyn kunnossapitostrategian valinta antaa toiminnalle selkeät raamit, joiden mukaan kunnossapitotoimintaa toteutetaan ja kehitetään. Valitun kunnossapitostrategian ei tarvitse sitoa yritystä täysin yhteen malliin, vaan sen voi ottaa käyttöön myös osittain. Järviön ja Lehtiön (2012) mukaan esimerkiksi RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito menetelmä on liian kallis toteutettavaksi sellaisenaan koko tuotantolaitoksessa. Sen mukaan teollisuudessa käytettävistä koneista vain 10 % on niin kriittisiä, että kunnossapito-ohjelma kannattaa laatia RCM-menetelmän avulla. Kunnossapidonstrategiat voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: laatujohtannaiset strategiat, TPM-menetelmä sekä kolmantena RCM ja SRCM. Asset Management sisältyy kolmanteen kategoriaan. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 112)

On kuitenkin huomioitava, että mikään menetelmä ei ole yksi ja oikea ja toimi täydellisesti. Menetelmiin vaikuttavat monet tekijät. Erityisesti ihmisten käyttäytyminen vaikuttaa menetelmän toimintaa. Lisäksi yrityksen oman toiminnan erityispiirteet vaikuttavat kuinka menetelmät onnistuvat. Usein eri menetelmät kokonaisuutena ovat monimutkaisia ja se tekee niiden toteuttamisen haastavaksi. Menetelmien avulla pyritään kuitenkin kuvaamaan monimutkaisia kunnossapitoon liittyviä tekijöitä, toimijoita, tekniikoita ja vaikutuksia. (Mikkonen 2009, s. 70)

2.4.1 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, TPM

TPM (Total Productive Maintenance) eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito on alun perin lähtöisin japanilaisen Nakajiman opeista. Hänen ajatuksena oli luoda systemaattinen lähestymistapa kunnossapidon tehostamiseksi. Koneille luodaan optimaaliset olosuhteet ja ylläpidetään ne. TPM:n avulla osastojen välisen yhteistyön merkitystä korostetaan ja TPM toteutuksessa on myös käyttöhenkilöstö mukana. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 143-145)

TPM -menetelmän tavoitteena on tuotannon tehokkuuden ja laadun varmistaminen. Koneiden ja laitteiden kunnosta pidetään huolta yhdessä käyttöhenkilöstön kanssa, silloin on mahdollista saavuttaa maksimaalinen suorituskyky. TPM perustuu koko henkilöstön sitoutumiseen ja kunnossapito nähdään osana yrityksen tuotantoprosessia. TPM:n pääperiaatteena on pyrkiä vähentämään laiterikkoja, pitää laitteet jatkuvasti huippukunnossa, varmistaa että koneista ja laitteista huolehtiminen on arkipäiväistä rutiinia, pitää henkilöstön osaaminen korkealla tasolla sekä suunnitella prosessia siten, että laitteet ovat turvallisia ja vaativat vain vähän kunnossapitoa. (Mikkonen 2009, s.79-80)

TPM-kehitysohjelma on monivaiheinen prosessi ja koko prosessin läpivienti isossa laitoksessa kestää useita vuosia. TPM menetelmä on hyvä toteuttaa osissa, ja se voidaan toteuttaa vain joillekin laitoksen osa-alueille. Järviö ja Lehtiö (2012) esittävät kirjassaan hieman kevennetyn version alkuperäisestä. Menetelmän perusteena on neljävaiheinen malli:

1. Suunnitteluvaihe
2. Mittausvaihe
3. Kunnostusvaihe
4. Huippukuntovaihe

Suunnitteluvaiheessa projekti käynnistetään perusasioiden rakentamisella projektia varten. Seuraavaksi tutkitaan käytettävissä olevaa tietoa kunnossapidosta, ja määritellään kunnossapidollisesti suurimmat ongelmakohdat. Kunnostusvaihe aloitetaan koneiden ja laitteiden puhdistamisella; lajittelemalla, järjestämällä, siivoamalla ja sitouttamalla. Kone ja laite kerrallaan erotetaan ensin kaikki tarpeeton materiaali pois. Tavarat järjestetään, työskentely-ympäristö puhdistetaan ja tarkastetaan perusteellisesti sekä kunnostetaan. Tämän jälkeen tutkitaan toimenpiteiden vaikutuksia, laaditaan kunnossapito-ohjeet ja siirrytään seuraavaan vaiheeseen, mikäli suoritettut toimenpiteet ovat onnistuneet. Toiminta pyritään vakiinnuttamaan ja lopuksi sitoutetaan koko henkilöstö mukaan toimintaan. (Järviö & Lehtiö 2012).

TPM:n avulla siis pyritään vikaantumattomaan toimintaan. Vikaantumiset tulee havaita riittävän ajoissa ja tarkastaminen on jatkuvaa toimintaa. TPM pyrkii myös pienentämään vikaantumisen aiheuttajien vaikutusta. Koko henkilöstö sitoutetaan toimintaan ja kunnos-

sapito on osa tuotantoprosessia. Kaikessa huomioidaan myös toiminnan kokonaistehokkuus. (Järviö & Lehtiö 2012, s.79; Mikkonen 2009)

2.4.2 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM

RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on toimintamalli, jonka avulla pyritään kehittämään koneille ja laitteille kohteen oma kunnossapito-ohjelma. RCM-menetelmässä kaikki laitoksen prosessit käydään läpi. Selvitetään mitä koneita prosessissa on ja millä tavalla ne voivat vikaantua. Vikaantumisen aiheuttamat seuraukset selvitetään, ja priorisoidaan eniten haittaa aiheuttavat. Kriittisen tarkastelun jälkeen voidaan luoda tuotantolaitoksen kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito kohdistetaan laitteisiin joissa se on eniten tarpeellinen. Samalla pystytään vähentämään ylimääräisen ehkäisevän kunnossapidon suorittamisesta. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 161)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on kunnossapidon proaktiivinen strategia, kun tavoitellaan luotettavuutta, laitteiden elinjakson pidentämistä ja alhaisempia kustannuksia. Perinteinen kunnossapidon ajatus perustuu siihen, että laitteiden ikääntyessä luotettavuus laskee, RCM ei huomioi laitteen ikää, vaan yksilöi laitteen vikaantumisen luonteen. RCM menetelmän avulla luodaan yksilöllinen strategia, joka vähentää laitteen vikaantumisista aiheutuvia seurauksia. Kustannussäästöt syntyvät, kun viat vältetään ja vikaantumisien aiheuttamat seuraukset vähenevät, ja laitteiden luotettavuus paranee. Tämä heijastuu lopulta kannattavuuteen. (Tomlinsong 2009)

RCM:n läpivienti aloitetaan ensin rajatusta kohteesta, jonka valmistumisen jälkeen menetelmä laajenee muihin kohteisiin. RCM-kehitysohjelma etenee vaiheittain. Ensimmäisenä menetelmä esitellään henkilöstölle. Kun päätös projektiin ryhtymisestä on tämän jälkeen tehty, valitaan pilottikohteet, jolle projekti toteutetaan. Yleensä pilotoitavaksi valitaan kunnossapidollisesti vaikeimmat kohteet. Pehdyttämisen jälkeen tehdään toinen päätös projektin jatkamisesta. Työryhmässä vahvistetaan pilottikohteet, määritellään niille tavoitteet ja arvioidaan laitteiden tarkastukseen käytettävä aika. Projektiin osallistuvat henkilöt nimitään ja valitaan hankkeen vetäjä ja avustajat. Tämän jälkeen heidät perehdytetään RCM:n periaatteisiin. Projektiin osallistuvien peruskoulutus suunnitellaan ja laaditaan aikataulu kokoontumisille. Kun kaikki nämä vaiheet on tehty, harkitaan vielä kolmannen kerran pro-

jektin jatkamista. Lopuksi toteutetaan pilottiprojektit, ja tulosten perusteella sovitaan jatko-toimenpiteistä. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 174 -175)

RCM-prosessin eri vaiheissa määritetään mitkä ovat tarpeellisia töitä suorittaa, ja varmistetaan siten prosessin toiminta. Laitteista arvioidaan erilaisten kysymysten avulla. Mitä tapahtuu jos laite rikkoutuu tai mitä vahinkoa vikaantuminen aiheuttaa? Alkuperäiset kysymykset on asettanut luotettavuuskeskeisen kunnossapidon kehittäjä Moubay. Kysymyksiensä avulla etsitään mihin toiminta kannattaa keskittää, priorisoidaan kohteet ja etsitään tehokkaimmat toimintamallit. (Järviö & Lehtiö 2012, s.164)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on systemaattinen menetelmä kunnossapidon kehittämiseen, se on osoittautunut tehokkaaksi. Koko laitokselle tehty RCM-menetelmän mukainen arvio voi kuitenkin muodostua liian isoksi ja vaativaksi projektiksi. Siksi siitä on kehitetty kevennettyjä versioita kuten SRCM, Streamlined RCM. Näillä karsitaan tarkasteltavien kohteiden määrää ensin suoritettavilla kriittisyystarkasteluilla. Käytettävän menetelmän tarkkuus kannattaa valita toimialan mukaan. Kriittisellä toimialalla kannattaa menettellä alkuperäisen RCM-menetelmän mukaisesti tehdyn arvion avulla. Näin pystytään takaamaan luotettavuus. (Mikkonen 2009)

Vesihuollon voidaan katsoa olevan yhteiskunnan kannalta kriittinen toimiala. RCM- menetelmä tarjoaa myös jätevedenpuhdistamolle joustavan lähestymistavan ehkäisevään kunnossapitoon. Sen avulla voidaan keskittyä kriittisiin laitteisiin, joiden vikaantuminen voi johtaa lupaehtojen ylittämiseen, ohitustilanteisiin, missä jätevettä joudutaan ohjaamaan osittain käsittelemättöminä ympäristöön tai muihin ympäristöhaittoihin. (Grigg 2012, s. 234). Koneiden ja laitteiden kunnossapidossa ei siis enää edetä pelkästään laitevalmistajan esittämien ohjeiden ja suositusten mukaisesti vaan kunnossapito yksilöidään laitekohtaisesti riippuen laitteen kriittisyydestä. Se edellyttää myös perehtymistä laitteiden toimintaan ja koko järjestelmän toiminnan analysointia. RCM-menetelmän käyttö jätevedenpuhdistamoilla on muun muassa Yhdysvalloissa ollut vähäistä ja siellä on havahduttu vasta 2000-luvun puolella luotettavuuskeskeisen kunnossapidon etuihin. (Bishop 2006)

2.4.3 Asset Management, tuotanto-omaisuuden hallinta

Asset Management on kunnossapidon uusimpia kehityssuuntia, siinä kunnossapitoa ei enää käsitellä pelkästään korjaavana kunnossapitona vaan laajempina kokonaisuutena. Suomeksi Asset Management voidaan kääntää tarkoittamaan kunnossapidon tuotanto-omaisuuden (Asset) hallintaa (Management). Komosen (2009a) mukaan on esitetty, että ei pitäisi enää puhua pelkästään kunnossapidosta vaan tuotanto-omaisuuden hallinnasta. Asset Managementin merkitys on vahvistunut, kun yritysten toimintaa kohdistuu entistä suuremmat tuotopaineet, ja joustavuuden sekä ketteryyden tarve on kaikilla toimialoilla kasvanut. (Komonen 2009a)

Tuotanto-omaisuuden hallinnan tavoitteet voidaan jakaa kolmeen:

- laitteiston tuotantokyvyn ylläpito ja parantaminen,
- omaisuuden arvon säilyttäminen ja optimointi sekä
- ympäristöön ja turvallisuuteen liittyvät tavoitteet.

Näiden avulla pyritään tehostamaan tuotantokapasiteettia sekä käytön että ylläpidon päätöksentekoa. (Mikkonen 2009, s. 86)

Tuotanto-omaisuuden hallinta käsittää laajempia osa-alueita kuten tuotantokapasiteetin kehittäminen ja ylläpito, käytön tuotanto-omaisuussidonnaiset toiminnot ja tuotanto-omaisuutta ylläpitävä kunnossapito. Nämä ovat laajempia käsitteitä kuin perinteisesti kunnossapidossa on totuttu. Yhteistyö eri organisaatioiden välillä on tärkeää ja kaikkien tuotannon osa-alueiden tulee olla kunnossa, että liiketoiminnalliset tavoitteet saavutetaan. (Mikkonen 2009, s. 86)

Asset Managementin avulla voidaan kunnossapitoa kehittää eteenpäin. Tuotanto-omaisuuden hallinnan kehittäminen on perusteltua sillä sen pyrkimyksenä on muun muassa ottaa koko elinkaari huomioon, korostaa inventointien ja kunnossapidon integroitua päätöksentekoa, pyrkiä taloudellisesti tehokkaampaan pääomankäyttöön, kestävämpään tuotanto-omaisuuden kehitykseen sekä käyttöön, ja erityisesti parantaa kunnossapidon asemaa muiden toimintojen rinnalla. (Komonen 2009a)

Asset Management on hyödyllinen työkalu myös vesihuollon toimialalla. Vesihuolto on kasvanut merkittäväksi osaksi nyky-yhteiskunnan infrastruktuuria ja vaatimusten lisääntyessä tarvitaan vesihuollon toimialallakin uusia menetelmiä ylläpitämään tuotannon korkeaa

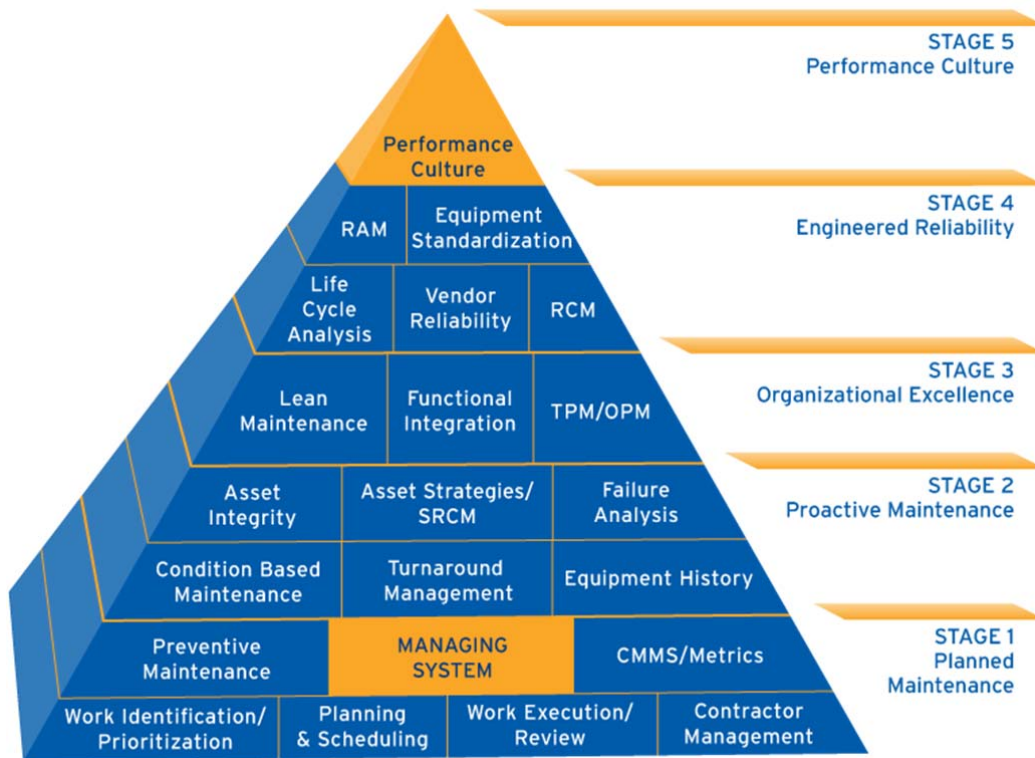
tasoa. Vesihuollon toimialalle on muualla maailmalla muodostettu omat näkökohdat tuotanto-omaisuuden hoitamisesta johtamismenetelmänä. Asset Management ei tuo niinkään uutta asiaa vaan yhdistää olemassa olevia johtamismenetelmiä. (Griggs 2012). Wilsonin et al. (2006) mukaan Asset Managementin avulla voidaan pitkällä tähtäimellä saavuttaa merkittäviä säästöjä elinkaarikustannuksista (Wilson et al. 2006)

Asset Managementin peruseriaatteet sopivat niin kunnallisen laitoksen kuin yksityisen yrityksen johtamiseen. Grigg 2012 esittelee kirjassaan kuitenkin Yhdysvaltain ympäristösuojeluviraston esittämät vaiheet joilla Asset Management voidaan tuoda vesihuoltolaitosten käyttöön. Ensimmäisenä lähdetään liikkeelle tarkastelemalla missä kunnossa tuotanto-omaisuus on. Selvitetään muun muassa mitä omistetaan, missä kunnossa kohteet ovat ja mikä arvo niillä on. Kun nykyinen toiminta on analysoitu, päädytään määrittämään palvelun taso, tekemään kriittisyys- ja elinkaarikustannusten tarkastelu ja lopulta luodaan pitkän tähtäimen rahoitussuunnitelma vesihuoltolaitokselle. Lisäksi Asset Management -prosessissa tulisi ottaa huomioon muun muassa tuotanto-omaisuuden jatkuva kehittäminen, suorituskyvyn ja palvelun tason arviointi kustannussuunnitelman teko sekä riskien hallinta. Asset Management –projektin käyttöönotossa on myös huomioitava muiden vaatimukset vesihuollossa se tarkoittaa vesihuoltoa koskevien lakien ja asetusten lisäksi myös esimerkiksi lupamääräysten ja muiden ympäristövaatimusten huomioimista. Yksinkertaisesti esitettynä Asset Managementia hyödyntäessä tulee olla tietoinen missä kunnossa tuotanto-omaisuus on. Tiedot tulee olla tarkasti dokumentoitu, näiden tietojen avulla tunnistetaan kunnossapitokustannukset etukäteen, estetään vikaantumiset, määritetään kriittiset kohteet ja pidetään kustannukset kurissa. (Grigg 2012 s.73)

Asset Management projektin eri tasot voidaan esittää kuvan 2 mukaisella pyramidilla. Se kuvaa kunnossapidon tekemisen eri vaiheita. Kunnossapito-osasto voi sijoittaa itsensä eri tasoille erillisen kypsyyso-matriisin avulla. Asset Management projekti muodostuu Järviön ja Lehtiön (2012) mukaan viidestä eri vaiheesta.

1. Ensimmäisessä vaiheessa kunnossapito muutetaan reagoivasta suunnitelluksi. Selvitetään nykyinen kunnossapidon tila käymällä läpi muun muassa määrittämällä kohteiden kriittisyys, laitteiston kunto, käyttötavat, laitteille määritetään kunnossapitostrategia ja laaditaan toimintasuunnitelma.

2. Toisessa vaiheessa kunnossapito muutetaan reagoivasta ehkäisevään, edellisellä tasolla havaitut epäkohdat korjataan. Mittarina käytetään häiriökorjausten osuutta kaikista toimenpiteistä.
3. Kolmas vaihe yhdistää kunnossapidon ja käynnissäpidon. Käyttäjät osallistuvat aktiivisesti kunnossapitoon.
4. Neljännessä vaiheessa pyritään luotettavuuteen ja pyritään poistamaan koneiden epäluotettavuus.
5. Viidennessä ja viimeisessä vaiheessa edessä on tuotantokapasiteetin käytön optimointi. Koneiden asetetaan tuotantotavoitteet, jonka mukaan määritellään luotettavuustaso. Kunnossapito suunnitellaan siten, että tuotantotavoitteet saavutetaan kustannustehokkaasti. (Järviö & Lehtiö 2012, s.122-127)



Kuva 2. Asset Management projektin tasot. (Lähde: SAMI)

2.4.4 Muut kehittämismenetelmät

Edellä mainittujen kunnossapidon kehittämismenetelmien lisäksi käytössä on muun muassa Logistiikkapohjaisia menetelmiä tai erilaisia laatujohtamiseen perustuvia menetelmiä kuten ISO 9001, Lean tai Six Sigma. (Mikkonen 2009). Six Sigma on laatutyökalu jonka avulla pyritään vähentämään virhetoimintoja ja virheellisiä tuotteita. Kunnossapidossa Six Sigma on vaativien teollisuuksien käytössä, mutta sen käyttö on vielä vähäistä. Laatu pohjaiset menetelmät ovat yleisemmin käytössä kappaletavara valmistuksessa ja konepajoilla. Menetelmästä riippumatta lienee kuitenkin tärkeää, että kunnossapito kehittyy jatkuvasti, ennakkohuolto-ohjelmia uudistetaan ja työt ovat tasapainossa kunnossapitoa suunniteltaessa ja kehitettäessä (Nelson 2008, s. luku 12 s. 13).

2.5 Benchmarking

Benchmarking on suomeksi käännettynä esimerkiksi esikuva-analyysi tai vertailuanalyysi. Benchmarking-menetelmästä kuitenkin harvoin käytetään suomenkielistä käännöstä vaan yleisesti puhutaan benchmarkingista. Yksinkertaisesti voitaneen sanoa, että se on menetelmä minkä avulla voidaan systemaattisesti verrata omaa toimintaa toisten toimintaan. Menetelmän avulla, kerätään tietoa omasta ja toisen yrityksen toiminnasta, analysoidaan ja vertaillaan toimintatapoja keskenään, pyritään oman toiminnan parantamiseen ja haetaan parhaita käytäntöjä. (Hotanen et al. 2001, s. 6-7; Karjalainen 2002). Benchmarking on hyvä työkalu myös kunnossapidon johtamiseen, tehtiinpä sitä vertailemalla toimintoja toimialan sisällä tai oppimalla parhaalta toimijalta (Nelson 2008, s. luku 12 s. 21).

Benchmarking on lähtenyt aikoinaan liikkeelle 1970-luvun lopussa Xerox-yhtymästä. 1980 - 90 -luvulla benchmarking on ollut erittäin suosittu työkalu toiminnan kehittämisessä. Sittenkin mukaan on tullut paljon muitakin menetelmiä, ja on huomattu ettei vain kopeimalla toisten toimintaa, voida kehittyä parhaaksi. Benchmarking-menetelmä on kuitenkin kehittynyt ja on edelleen hyvin käyttökelpoinen myös kunnossapidon toiminnan kehittämiseksi. Vertailemalla omaa toimintaa toisen yrityksen toimintaan voidaan löytää epäkohtia, joita korjaamalla omaa toimintaa pystytään kehittämään. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 139-140)

Benchmarkingin ideana on siis oppia toisilta ja kyetä kyseenalaistamaan oma toiminta. On pystyttävä suhtautumaan kriittisesti omaan toimintaan, vasta sen jälkeen voidaan kehittää

ja kehittyä omassa toiminnassa. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 63). Benchmarking-arviointi on Karjalaisen (2002) mukaan käytännöllistä toimintaa, josta on oltava tekijälleen hyötyä. Arviointi on järkevää, kun se täyttää tekijänsä toiminnan kehittämistarpeet. Benchmarking ei ole yksiselitteinen termi, eikä anna yhtä ainoaa toimintamallia. Kaikki organisaatiot määrittelevät omat arviointimallinsa. (Karjalainen 2002)

Benchmarking on yleensä tehty oman toimialan sisällä. Kunnossapidon vaatimukset voivat vaihdella hyvin paljon riippuen kunnossapidettävästä laitteistosta, joten on selvää, että myös oman toimialan sisällä käytössä olevat laitteistot ja prosessit voivat poiketa siten, että suora vertailu on hankalaa. Käyttämällä vertailussa esimerkiksi yleisiä standardeissa esitetyjä tunnuslukuja, voidaan suorittaa vertailua myös oman toimialan ulkopuolella. On myös kehitetty menetelmiä joiden avulla vertailua voi tehdä toimialasta riippumatta. Kunnossapidon parhaat käytännöt -hankkeessa on kehitetty kunnossapidon toimijoille soveltuva Benchmarking-työkalu. (Kunttu et al. 2010, s. 35). Myös valmiiksi määriteltyjä tunnuslukuja, kuten PSK-standardissa esitettyjen tunnuslukuja käytettäessä, tietoa voidaan vertailla keskenään. Tunnuslukujen tavoitteena on luotettavan ja vertailukelpoisen tiedon saavuttaminen. Standardista voidaan selvittää haluttuja tunnuslukuja kuhunkin käyttöön sopivaksi. (PSK 7501 2010)

2.5.1 Yleisimmät benchmarking menetelmät

Benchmarking-prosessi muodostuu seuraavanlaisista vaiheista

1. Kehityskohteiden valinta
2. Prosessin suunnittelu –sopiminen tavoitteista ja vastuista
3. Toteutus
 - a. Oman toiminnan analysointi
 - b. Löydettyjen kehityskohteiden hyödyntäminen
 - c. Vertailu valitun benchmarking kohteen kanssa
4. Toimeenpano ja vakiinnuttamisvaihe - syntyneiden kehitysideoiden toteuttamisen, tuki ja seuranta. (Hotanen et al. 200,1s. 14-15)

Kohde, vertailun tekemiseksi, voidaan valita toisesta yrityksestä omalta toimialalta tai muulta toimialalta. Voi ollakin hedelmällisempää vertailla toisen toimialan edustamaa yritystä ja hakea sitä kautta uusia toimintatapoja ja parhaita käytäntöjä itselle. Vertailua var-

ten on tehtävä selväksi mitä benchmarkingilla halutaan selvittää, mihin asioihin halutaan vastauksia ja mitä halutaan vertailla. Lisäksi oman toiminnan nykytila on syytä arvioida ennen benchmarking-vertailun suorittamista. (Järviö & Lehtiö 2012, s. 140) Oman toiminnan arvioinnin avulla päästään selville mitä on kehitettävä, mistä asioista ollaan samaa ja erimieltä omassa organisaatiossa ja millaiseen benchmarking toimintaan ollaan valmiita sitoutumaan. Lisäksi löydetään vahvuudet missä ollaan jo hyviä ja ne parannusvaihtoehdot mitä pitäisi kehittää edelleen. Arvioimalla omaa toimintaa käynnistetään oman toiminnan kehittämisen prosessi. Parhaita oman toiminnan asiantuntijoita ovat ne, jotka työskentelevät itse prosessissa. (Neva, Tuominen 2005, s.7-8; Hotanen et al. 2001, s. 26)

Yleisimpiä menetelmiä benchmarkingin tekemiseksi ovat

- Tunnuslukuvertailu
- Prosessibenchmarking
- Kilpailijabenchmarking
- Sisäinen benchmarking
- Kahdenvälinen benchmarking
- Ryhmäbenchmarking.

Benchmarking toteutetaan kahden osapuolen tai ryhmän välisenä tiedonvaihtona. Tämän on oltava luottamuksellista ja prosessin aikana on hyvä noudattaa sovittuja periaatteita kuten sopimusta tietojen luottamuksellisuudesta, hyvästä valmistautumisesta ja toteuttamisesta tai yhteydenpidosta yhdyshenkiöiden välillä. Yhteisten pelisääntöjen avulla vertailu on tehokasta ja hyödyllistä. (Hotanen et al. 2001, s.12-13)

Oman toiminnan arvioimiseksi, luotettavasti toimialasta riippumatta, on määritetty mm. kunnossapitoympäristöön vaikuttavia osatekijöitä. Näitä tekijöitä on esitetty jo aiemmin mainitussa Kunnossapidon parhaat käytännöt –projektissa. Samassa kunnossapitoympäristössä olevien laitosten vertailu keskenään on järkevää. Projektissa valikoitui seuraavat vaikuttavat osatekijäin joiden avulla kunnossapitoympäristöä voidaan analysoida:

- Vikaantumisalttius
- Laitteiston kunnossapidettävyyys
- Laitteiston kriittisyys tuotannolle
- Suunnitellun kunnossapidon tarve
- Kunnossapitomahdollisuudet

- Ympäristö- ja henkilöriskit
- Kunnossapitäjien osaamistarve
- Ylläpitoinvestointien tarve.

Näitä osatekijöitä voitaneen käyttää pohjana myös analysoitaessa omaa toimintaa muuten. (Kunttu et al. 2010, s. 35-36)

2.5.2 Tavoitteet

Benchmarkingin tavoitteena on parantaa omaa toimintaa. Esimerkiksi kunnossapidossa tavoitteena voi olla tehokkuuden parantaminen ja kustannusten alentaminen. Yleisesti benchmarkingin avulla voidaan tavoitella esimerkiksi oman organisaation suoritus- ja kilpailukyvyyn jatkuvaa parantamista, parempaa tehokkuutta, turvallisuutta ja tuottavuutta. Benchmarkingiin osallistuvien osapuolten on mahdollista oppia toisiltaan. Benchmarkingin onnistumiseksi on tehtävä selkeä suunnitelma ja prosessin on oltava valmiiksi mietitty. Omasta toiminnasta on syytä olla totuuden mukainen kuva ja menetelmät vertailun tekemiseksi tulee ymmärtää. Arviointia on tehtävä järkevän kokoisena kokonaisuutena, ja osallistujien on sitouduttava toiminnan kehittämiseen. (Hotanen et al. 2001, s.6-7, 10)

2.6 Kunnossapidon tavoitteet

PSK standardin mukaan kunnossapidon tärkeimpiä tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä käyttövarmuus. Lisäksi esiin nostettavia tavoitteita ovat turvallisuus, ympäristön huomioiminen ja kustannustehokkuus (PSK 6201, 2011). Jätevedenpuhdistamon kunnossapidon tavoitteet ovat vastaavat; käyttövarmuuden ja toimintavarmuuden ylläpitäminen. Kunnossapitotoiminnassa mukana on erityisesti myös ympäristötekijöiden huomioonottaminen niin kunnossapitotoiminnassa kuin laitoksen pääasiallisena tehtävänä. Jätevedenpuhdistamoiden tehtävänä on puhdistaa jätevedet puhtaiksi niin, että vesistöt pysyvät puhtaina, hygieenisinä ja käyttökelpoisina myös jatkossa. Jätevettä puhdistetaan lupamääräysten mukaisesti ja siihen pystytään vain jos koneet ja laitteet ovat jatkuvasti toimintakunnossa.

Jätevedenpuhdistuksen tarkoituksena on tarjota asiakkaille palvelu, jota he tarvitsevat. Samalla kustannusten tulee pysyä alhaisena eikä ongelmia, kuten katkoksia tuotannossa tai äkillisiä vikaantumisia saisi syntyä. Kunnossapidon täytyy siis jatkuvasti vastata yhä kor-

keampiin tavoitteisiin kustannustehokkaasti. 2000-luvulle tultaessa on voitu huomata entistä selvemmin, että vesihuoltolaitteiden nykyinen kunto ja taso vaativat jatkuvia investointeja. Kiristyneessä taloustilanteessa ongelmana on mistä raha uusiin investointeihin saadaan ja investoinnit voivat helposti siirtyä. Tämä asettaa kunnossapidolle entisestään haasteita, jotta halutut puhdistustulokset saavutetaan. Myös lupamääräysten kiristyminen, erilaiset poliittiset päätökset ja ihmisten lisääntynyt tietoisuus ympäristöstä asettavat lisävaatimuksia ja puhdistuksen taso on ylläpidettävä. (Grigss 2012)

2.7 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Kunnossapidon tietojärjestelmällä tarkoitetaan toiminnanohjaukseen suunniteltua järjestelmää, jolla voidaan ohjata kunnossapidon toimintaa ja materiaalivirtoja. Kunnossapidon tietojärjestelmää käyttävät niin kunnossapito- kuin tuotantokin. Kunnossapidon työntekijät muodostavat suurimman käyttäjäryhmän. Kunnossapitojärjestelmällä on iso rooli päivittäisessä kunnossapitotyössä, ja tietojen ylläpitäminen kuuluu jokaisen käyttäjän vastuulle. (Kiiveri 2000, s.1-5)

Kunnossapitojärjestelmän avulla ohjataan kunnossapidon toimintaa. Järjestelmästä löytyvät tiedot muun muassa prosessipaikoista, koneista ja laitteista, kunnossapitotöistä, varaosista, ja varastoista. Kunnossapidon tietojärjestelmä sisältää seuraavat keskeisimmät osat:

- Kunnossapitokortisto
- Päiväkirja
- Töidenhallinta
- Kustannusten seuranta
- Materiaalihallinta
- Raportointi

Kunnossapitokortisto on kunnossapitojärjestelmän keskeisin osa. Kunnossapitokortisto muodostaa hierarkkisen kokonaisuuden, joka sisältää tiedot koko tuotantolaitoksesta. Kunnossapitokortisto muodostuu laitekorteista, paikkakorteista, varaosakorteista, asiakirjakorteista, dokumenteista, varalaitteista, hierarkiasta. Kortistojen tietoja loppukäyttäjät tarvitsevat päivittäisessä työssään. (Kiiveri 2000, s.4-5)

Kortiston avulla hallitaan mm. koneiden ja laitteiden tietoja kuten teknisiä tietoja tai huolto-ohjeita. Laitteille annetaan yksilöllinen tunnus jonka avulla laite tunnustetaan ja tiedot löydetään. Laitetunnukset merkitään myös laitteisiin, jolloin oikean laitteen löytyminen helpottuu. Laitteisiin liittyviä varaosia hallitaan varaosakortistossa. Varaosakortisto liitetään laitteisiin, jolloin varaosat voidaan kohdistaa oikeille laitteille. (Kiiveri 2000, s.5-7)

Materiaalien ohjauksen avulla pidetään kirjaa laitoksen varastoista ja varaosista. Sen avulla tiedetään mitä varaosia varastossa on ja kuka niitä toimittaa. Järjestelmään kirjataan kaikki varastotapahtumat. Tähän on mahdollista liittää myös ostojärjestelmä, jonka avulla tavalliset hankinnat voidaan tehdä, tilaukset kirjata ja niitä voidaan seurata. (Mikkonen 2009, s. 118)

Kunnossapitojärjestelmän päiväkirja-sovelluksen avulla voidaan raportoida tuotannon häiriö- ja vikatiloista sekä muista tapahtumista. Näin kunnossapitojärjestelmän käyttäjäksi tulevat myös muut laitoksen työntekijät. Tuotanto voi tehdä päiväkirja-sovelluksen kautta suoraan myös vikailmoituksia. Päiväkirjaan voidaan raportoida myös erilaiset poikkeustilanteet ja muut toimenpiteet, joista on hyvä informoida yleisesti. (Kiiveri 2000, s. 6)

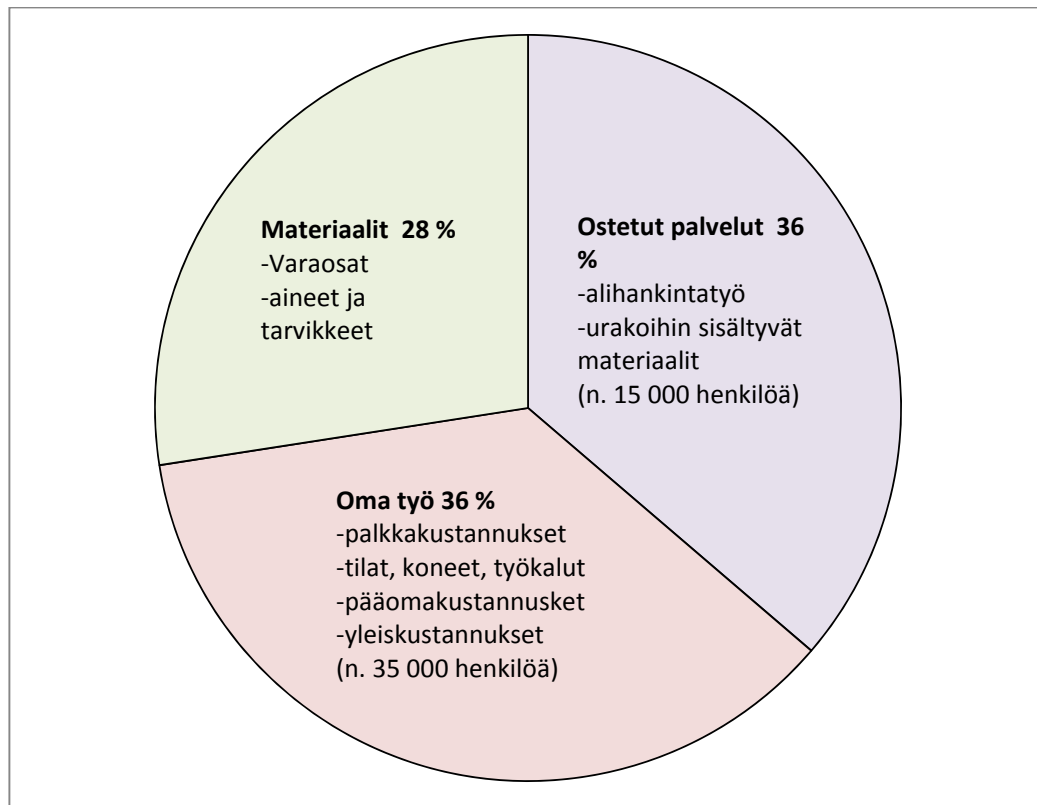
Ehkäisevään kunnossapitoon liittyvien töiden ohjaus- ja valvonta voidaan niin ikään suorittaa kunnossapitojärjestelmän avulla. Järjestelmän avulla voidaan suunnitella ja ohjata kunnossapitotöitä. Kunnossapitotyöt voidaan jakaa esimerkiksi PSK standardin mukaan eri kunnossapitolajeihin. Töitä ohjataan ja niiden oikea-aikaista suorittamista valvotaan järjestelmän avulla. Myös kertaluontoisia töitä voidaan ohjata kunnossapitojärjestelmän avulla. Työsuunnitteluun kuuluu muun muassa töiden tilaaminen, vastaanotto, ohjeistus ja vaiheistus, tarvittavien materiaalien varaus ja töiden ajoituksen suunnittelu. (Kiiveri 2000, s.9)

Kunnossapidon kustannuksia voidaan seurata myös kunnossapitojärjestelmän avulla. Kustannusten seuranta edellyttää, että kaikki hintatiedot laitteista, varaosista ja töistä kirjataan järjestelmään. Kustannukset pystytään kohdistamaan tarkasti oikeille kohteille ja kunnossapitotoimintaa pystytään seuraamaan tarkasti. Raportointi-sovellusten avulla kunnossapidon tilasta saadaan tietoa niin historiasta kuin nykyhetkestä. Raportit voidaan ottaa esimerkiksi tietyltä alueelta, tietyistä laitteista, tehdyistä kunnossapitotöistä, varastoista tai kus-

tannuksista tietyllä ajanjaksolla. Raportit antavat kunnossapidon johtamiselle tarvittavia työkaluja. (Kiiveri 2000, s. 11 -12)

2.8 Kunnossapidon kustannukset

Kuten aiemmin on jo todettu, kunnossapidon merkitys on suuri Suomen kansantaloudelle ja teollisuuden palveluksessa on merkittävä määrä kunnossapitäjiä. Kunnossapitokustannukset jakautuvat teollisuudessa kuvan 3 mukaisesti. Valta osa kustannuksista aiheutuu siis omasta työstä ja ostetuista palveluista.



Kuva 3. Kunnossapidon kustannusten jakautuminen. (Mikkonen 2009).

Kunnossapitolajeittain jaoteltuna kustannuksista 34 % kuuluu ehkäisevään kunnossapitoon, 35 % häiriökorjauksiin, 15 % parantavaan kunnossapitoon ja loput 16 % muuhun suunniteltuun kunnossapitoon. Ehkäisevän ja suunnitellun kunnossapidon osuus on ollut nouseva. (Mikkonen et al. 2009, s. 37-42). Yritysten kunnossapitokustannuksia voidaan tarkastella myös muilla tavoin jaoteltuna riippuen mitä asioita kustannuksilla halutaan selvittää. Mikäli kunnossapitojärjestelmä on käytössä ja sinne syötetään aktiivisesti tietoa myös kustan-

nuksista, on järjestelmän avulla saatavissa tiedot esimerkiksi kohteelle eli tietylle kustannuspaikalle syntyneistä kustannuksista, työlajeittain tai kunnossapitoryhmittäin syntyneistä kustannuksista. Kunnossapidossa on myös kustannuksia, jotka jakaantuvat yhteisesti. Nämä ovat esimerkiksi suunnittelu, hallinnollinen työ, koulutuskustannukset, tilavuokrat ja järjestelmät. (PSK 6201 2011)

Tuotantolaitoksissa kunnossapidon taloudellinen merkitys arvioidaan usein kustannusten tai kunnossapidosta aiheutuneiden tuotantomenetysten kautta eli kunnossapito nähdään vain kustannuksena, negatiivisessa valossa. Talous ohjaakin kunnossapidon toimintaa hyvin pitkälle. Kunnossapidon tavoitteet ovat yhteiset tuotannon tavoitteiden kanssa; valmistaa lopputuote mahdollisimman tuottavasti. Laitevalmistajille kunnossapito on taas osa liiketoimintaa ja kunnossapidon taloudellinen merkitys arvioidaan normaalein liiketalouden perustein. Kunnossapito on kuitenkin joka tapauksessa suuri osa yritysten kustannuksia, ja usein vain pääoma ja raaka-ainekustannukset ovat suuremmat. (Mikkonen 2009)

Kunnossapito-osaston tarkoituksena on tukea tuotantolaitoksen toimintaa sen päämäärissä ja kunnossapidolla voidaan vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen ja tehokkuuteen, kun kunnossapito on oikein mitoitettu ja suunniteltu. Kunnossapidolla pystytään vaikuttamalla muun muassa toimintavarmuuteen, työturvallisuuteen, käytettävyyteen ja valmistuskustannuksiin. (PSK 6201 2011). On kuitenkin hankala nähdä miten kunnossapitoon panostettu raha vaikuttaa tuottoon, koska kunnossapitokustannusten vaikutus tulokseen muodostuu epäsuorasti. Kunnossapito-osaston onkin hyvä pystyä itse osoittamaan vaikutukset. (Mikkonen 2009)

Kunnossapidon kustannuksia kasvattavat kiristyvät vaatimukset, tuotantoprosessien ja koneiden ja laitteiden muuttuminen monimutkaisemmiksi. Automaatio ja eri sovelluksien käyttö lisääntyy ja tuotantomäärät kasvavat joten kustannukset jatkavat kasvua. Kunnossapito voi usein olla yrityksen suurin kontrolloimaton kustannuserä (Mikkonen 2009). Kunnossapidon kustannuksiin voidaan kuitenkin vaikuttaa alentavasti toiminnan tehostamisella ja uusilla kunnossapitotekniikoilla. Siksi kunnossapitotoiminnan kehittäminen ja tehostaminen kannattaa. Kustannuksia karsittaessa ja muutoksia tehdessä on huomioitava, että kustannussäästöjen sijaan voi syntyä lisää kustannuksia, kun tarpeellisista toiminnoista

karsitaan mikäli tarpeettomia ja tarpeellisia toimintoja ei selvitetä tarkasti. (Järviö & Lehtiö 2010)

2.8.1 Kustannusten muodostuminen

Kunnossapidon tavallisimmat kustannustyypit ovat välittömät-, välilliset- ja aineettomat kustannukset. Välittömät kustannukset kuten työkustannukset, varaosat tai hankintakustannukset ovat selkeästi määritettävissä, mutta niiden vaikutus kokonaistoiminnassa on pieni. Välilliset kustannukset ovat taas huomattavasti mitattavissa ja kohdistettavissa, tällaisia kustannuksia ovat muun muassa ylityökustannukset tai epäkäytettävyyuskustannukset. Nämä kustannukset ovat suurempia kuin välittömät kustannukset, ja näitä on vaikea mitata. Aineettomat kustannukset tai menetykset ovat seurausta heikosta toiminnasta, motivaation puutteesta tai esimerkiksi puutteellisesta turvallisuudesta. Seuraukset voivat ilmetä esimerkiksi yrityksen maineen heikkenemisenä (Järviö & Lehtiö 2010, s. 180-181)

Kunnossapitotoiminnan heikkolaatuisuuden mittaamiseksi ei ole esitetty vakiintuneita käsitteitä eli mittareita. Yleensä turhia kustannuksia syntyy toiminnan tehottomuudesta tai varastoista. Kunnossapitotoiminnan tehottomuutta on myös ylisuorittaminen, joka tyypillisesti on tarpeettoman usein tehtävä ehkäisevä kunnossapito eikä tehtäviä ole optimoitu. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelulla ja ennakkohuolto-ohjelmien tarkastamisella kohdistetaan kunnossapito tarkemmin kriittisiin laitteisiin. Työkuorma kevenee, resurssit kohdistuvat oikein ja kohteiden luotettavuus paranee. Tällaiset muutokset näkyvät yleensä nopeasti kustannuksissa positiivisena vaikutuksena. Toisaalta, jos kunnossapidosta leikataan rajusti ja toimintaa supistetaan harkitsematta, voidaan äkkiä olla tilanteessa, jossa tuotantomäärät laskevat ja käytettävyys laskee. Tämän tilanteen korjaamiseen taas voi mennä vuosia. Ehkäisevän kunnossapidon toiminnan tehokkuus vaikuttaa erityisesti välillisiin ja aineettomiin kustannuksiin. Kunnossapidon tehokkuuden mittaamiseksi kannattaa selvittää ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus. (Järviö 2010)

Jäteveden puhdistuksen isoimmat kustannukset syntyvät olemassa olevasta tuotanto-omaisuudesta, puhdistusprosessissa käytettävistä kemikaaleista, sekä prosessin kuluttamasta energiasta, työvoimakustannuksista sekä kunnossapitokustannuksissa. Kunnossapitokustannusten osuus on laitoskohtaista ja riippuu kunkin laitoksen toimintaperiaatteista ja laitekannan iästä ja tasosta.

3 KUNNOSSAPIDON TUNNUSLUVUT

Kunnossapitomittarit ovat kunnossapidon tunnuslukuja, jotka on kerätty ja laskettu esimerkiksi kunnossapitojärjestelmän tuottamasta tiedosta. Tunnuslukujen laatimisessa käytetään hyväksi järjestelmään kerättyä historiatietoa. Tunnusluvut osoittavat miten kunnossapidolle asetetut tavoitteet saavutetaan. Tapahtumia voidaan vertailla ja kehitystä seurata tunnuslukujen avulla (Kiiveri & Viertävä 2005, s. 32). Tunnuslukuja voidaan käyttää säännöllisin väliajoin tai tapauskohtaisesti esimerkiksi suorituskykyä vertailtaessa tai tutkimuksissa (EN 15341 2007).

Yritysten tavoitteena on tuottaa voittoa, sekä kehittää ja parantaa toimintaansa jatkuvasti. Pelkästään tuloksen perusteella ei voida sanoa mikä meni hyvin ja mikä huonosti. Kun halutaan seurata tarkemmin missä on kehitettävää ja mikä onnistui, tarvitaan mittareita ja mittaustuloksia. (Laine 2010, s. 232) Kunnossapito liittyy oleellisesti yritysten ja erilaisten laitosten toimintaan, ja on kokonaisvaltainen osa toimintaa. Toimintaa ja kehittymistä on pystyttävä seuraamaan. Tätä tarkoitusta varten tulisi määritellä millä tunnusluvuilla kunnossapidon toimintaa kannattaa mitata. Myös jätevedenpuhdistamon kunnossapidossa pyritään kustannustehokkaaseen toimintaan laitoksen käyttövarmuus ylläpitäen. Tämän kaltaisen laitoksen tavoitteena ei ole valmistaa tiettyä tonni tai kappalemäärä valmistua tuotetta asiakkaalle. Tavoitteet ovat kuitenkin kovat pyrittäessä toivottuun ja elinympäristömme kannalta merkittävään puhdistustulokseen yhdyskuntajätevesiä puhdistettaessa. Laitoksen toimintavarmuuden tulee olla kunnossa ja vikaantumisen ehkäisemiseen tulee panostaa, koska prosessia ei voida pysäyttää. Näin ollen kunnossapito on oleellinen osa laitoksen toimintaan ja myös kunnossapidon on kehityttävä jatkuvasti. Oikein valittujen kunnossapidon tunnuslukujen avulla pystytään tarkkailemaan kunnossapidon tilaa, kehitystä ja kehittämään toimintaa jatkuvasti.

Kiiveri & Viertävän (2005) mukaan kunnossapidossa tunnuslukuja käytetään kunnossapidon suunnitteluun, kehittymisen seurantaan ja tukena kunnossapidon johtamisessa. Lisäksi tunnuslukujen avulla voidaan kartoittaa esimerkiksi kunnossapidon nykytilanne. Mittarit valitaan siten, että ne tukevat päätöksentekoa. Mittareita on olemassa lukematon määrä,

mutta on löydettävä ne jotka tukevat yrityksen strategiaa. Monipuolisella mittareiden käytöllä saadaan riittävä kuva toiminnasta. (Kiiveri & Viertävä 2005, s.33; Laine 2010, s. 231)

3.1 Olemassa olevat tunnusluvut

Hyvin usein Suomessa käytettävät tunnusluvut pohjautuvat kunnossapitojärjestelmistä saatuihin tietoihin sekä kotimaisten standardien, kuten PSK 7501 –standardin, mukaisiin mittareihin. Yhtenäisillä mittareilla pystytään tekemään vertailua luotettavasti. Vertailuun tarvitaan useampia tunnuslukuja, joita seurataan. Näin toiminnasta saadaan kattava kuva. Käytettäviä tunnuslukuja tulee myös kehittää toiminnan muuttuessa. Tunnuslukujen tulisi olla hyvin konkreettisia, jotta lukuja on helppo seurata. (Kiiveri & Viertävä 2005, s.32)

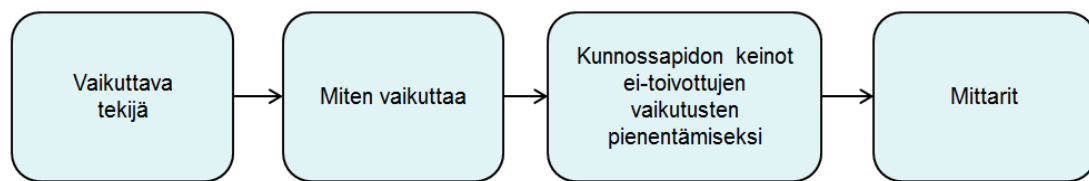
Tunnuslukuja käsitteleviä standardeja on tarjolla jo useampia. Suomalaiset PSK standardit: PSK 6201 Kunnossapito; käsitteet ja määritteet (2011), PSK 7501 Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut (2010), PSK 7502 Logistiikan tunnusluvut (2002) sekä PSK 7503 Suunnittelun tunnusluvut (2013) tarjoavat tunnuslukuja niin talouden kuin suunnittelun käyttöön. SFS-EN 15341 -standardissa esitetään myös avaintunnuslukuja kunnossapidon tarpeisiin. Muita tunnuslukuja ja tunnuslukujen käyttötapoja teollisuudelle esitetään myös eri kunnossapidon tutkimuksissa. Esimerkiksi benchmarking on eräs kunnossapidon kiinnostavia tutkimusmenetelmiä ja vertailua varten on määritetty eri tunnuslukuja (Komonen 2009a).

3.1.1 Tutkimuksissa esitettyjä tunnuslukuja

Komonen (2002) esittää omassa tutkimuksessaan kunnossapidon mittaamiseen joukon tunnuslukuja. Kunnossapito voidaan Komosen esityksen mukaan luokitella kuuteen hierarkkiseen ryhmään:

- ulkoiset tavoitemuuttajat (UTM)
- sisäiset tavoitemuuttajat (STM)
- ulkoiset selittävät muuttajat eli olosuhdemuuttajat (USM)
- toisen tason tavoitemuuttajat eli seurantamuuttajat (SM)
- kunnossapidon keinomuuttajat (KM)
- kunnossapidon sisäiset selittävät muuttajat (SSM)

Suomessa on toteutettu myös erilaisia hankkeita ja tutkimuksia, jotta tunnuslukuja voitaisiin verrata toimialasta riippumatta. Suomessa tunnusluvut valitaan yleisesti toimiala-, teknologia- ja yrityskohtaisesti. Kunttu et al. (2010) esittää Kunnossapidon vuosikirjassa kuinka projektissa kehitetyllä menetelmällä pyritään eroon toimialariippuvuudesta, jotta tunnuslukuja voidaan verrata minkä tahansa satunnaisen laitoksen kanssa. Prosessi käynnistyy kunnossapitoympäristön määrittämisellä kuvan 5 mukaisesti. Tämän avulla huomioidaan ulkopuoliset tekijät jotka vaikuttavat arviointiin kunnossapidon onnistumisesta.



Kuva 5. Tunnuslukujen valintaprosessi toimialasta riippumatta. (Kunttu et al. 2010).

Projektissa on huolellisesti valikoitu kahdeksan tekijää, jotka tulee huomioida:

- vikaantumisalttius
- laitteiston kunnossapidettävyyys
- laitteiston kriittisyys tuotannolle
- suunnitellun kunnossapidon tarve
- kunnossapitomahdollisuudet
- ympäristö- ja henkilöriskit
- kunnossapitäjien osaamistarve
- ylläpitoinvestointien tarve

Näiden tekijöiden perusteella on muodostettu kahdeksan kunnossapitoprofiilia, joiden avulla vertailu voidaan suorittaa. Oikean kunnossapitoympäristön löydyttyä, etsitään toimintatavat, joita kussakin ympäristössä sovelletaan. Nämä profiilit yhdistetään ja näiden tunnuslukuja voidaan verrata keskenään toimialasta riippumatta. Kunnossapidon parhaat käytännöt -projektin yhteydessä on kehitetty myös työkalu yritys ja tutkimuskäyttöön, millä kuvattua menetelmää voidaan käyttää. (Kunttu et al. 2010) Myös opinnäytetoissa ja muissa tutkimuksissa on määritetty yritysille eri tunnuslukuja. Useissa tutkimuksissa nämä tunnusluvut määritetään hyvin tapauskohtaisesti yritysten tarpeisiin. Se edellyttää pe-

rehtymistä kunnossapidon tilaan, jonka perusteella tunnuslukuja on määritetty, kuten Parida (2007) määrittelee tutkimuksessaan tunnusluvut ruotsalaiselle rautamalmipelletti tehtaalle.

3.1.2 Standardeissa esitetyt tunnusluvut

Standardissa EN 15341 (2007) esitetään avaintunnuslukuja, joiden avulla kunnossapitoa voidaan kehittää. Nämä tunnusluvut sopivat kaikkeen teollisuuteen ja sitä tukeviin toimintoihin. Tunnuslukuja voidaan käyttää:

- toiminnan tilan mittaamiseen
- vertailuun
- toiminnan tutkimiseen
- erilaisten kehityshankkeiden ja niiden toiminnan tavoitteiden määrittelyyn
- parannustoimenpiteiden suunnitteluun
- muutosten aika-ajoin tapahtuvaan mittaukseen.

EN 15341 -standardi jakaa tunnusluvut yksinkertaisesti kolmeen osaan: taloudellisiin, teknisiin sekä organisatorisiin tunnuslukuihin. Standardissa on määritelty tarkasti avaintunnusluvut ja niiden osatekijät. Kunnossapidon vaikuttavat tekijät voivat standardin mukaan olla sisäisiä tai ulkoisia tekijöitä. Esitettyjen tunnuslukujen avulla voidaan mitata mm. nykytilaa, suorituskykyä, vertailla, määrittellä vahvuuksia ja heikkouksia sekä valvoa ja ohjata parannusprosessia. Määriteltyjen tavoitteiden ja strategioiden avulla pyritään kehittämään toimintaa. Tunnuslukujen avulla asetettujen tavoitteiden onnistumista voidaan seurata ja toimintaa suunnitella. Tunnuslukuja valitessa standardissa kehoitetaan määrittelemään ensin tavoitteet ja eri suorituskykytekijät, kuten käytettävyyden parantaminen, kunnossapidon kustannustehokkuuden parantaminen, luotettavuus, kunnossapitovarmuus. Vasta sitten määritetään sopivat mittarit tavoitteiden seuraamiseen. Tunnuslukujen keräämisen lisäksi ne tulisi analysoida säännöllisesti. Esimerkiksi kuukausittain kerättävät tunnusluvut analysoidaan neljännesvuosittain. (EN 15341, 2007)

PSK -standardien tunnuslukuja käytetään myös kunnossapitotoiminnan arviointiin ja vertailuun. PSK standardien tunnusluvut ovat osin vastaavia kuin ISO-EN 15341 standardissa esitetyt tunnusluvut. PSK 6201 standardissa on esitetty menetelmiä muun muassa käytettävyyden, kunnossapidettävyyden ja kustannusten seurantaan. Kunnossapidon käsitteet on

määritetty tarkasti, jotta käsitteiden käyttö olisi yhtenäistä, ja tunnusluvuilla saatava tieto luotettavaa (PSK 7501 2010).

PSK 7501 –standardi (2010) jaottelee mittarit seuraaviin pääluokkiin:

1. Kunnossapidon taloudellinen merkitys
2. Kunnossapidon kustannusrakenne
3. Henkilöstö
4. Varaosat
5. Kunnossapidon ympäristövaikutukset
6. Kunnossapitolajit
7. Kunnossapidon investoinnit (PSK 7501, 2010).

Standardien mukaisia tunnuslukuja käytettäessä on mahdollista verrata yhdenmukaisesti saman toimialan tunnuslukuja. Mikäli tunnuslukuja räätälöidään, vertailuja ei ole niin yksinkertaista toteuttaa. Standardien mukaisia tunnuslukuja ja jaotteluita käytettäessä myös kunnossapitojärjestelmät olisivat yhtenäisempiä ja helpommin ylläpidettäviä. (Kiiveri & Viertävä 2005). Toisaalta kunnossapitoon vaikuttavat monet ulkoiset tekijät, ja jokaisen laitoksen taustat kuten laitteiston ikä tai kunto, ovat yksilöllisiä. Siksi on pystyttävä käyttämään omaan toimintaan soveltuvia tunnuslukuja.

Taulukossa 1 on esitetty joitakin kunnossapidon tunnuslukuja ja niiden laskentaan käytettäviä kaavoja PSK 7501 -standardista. Näiden esitettyjen lukujen lisäksi standardeissa on vielä huomattavasti lisää eri tunnuslukuja. Lisäksi tunnuslukuja on esitetty myös kunnossapidon suunnitteluun, tuotantojärjestelmän tehokkuuteen ja -luotettavuuteen, liiketoiminnan taloudellisuuteen ja tehokkuuteen, ympäristövaikutuksiin sekä investointeihin liittyen. Tunnusluvuissa käytettävät tiedot on myös määritetty ja laskennassa käytettävät tiedot esitetty standardeissa.

Taulukko 1. Esimerkkejä PSK standardeissa esitetyistä tunnusluvuista (PSK 7501, 2010).

Tunnusluku	Laskentakaava tai määrittely
Kunnossapitokustannukset	
Kunnossapitokustannukset €	kunnossapidon palkkakustannukset + materiaali + pääomakustannukset+ muut kustannukset + ostettu kunnossapitopalvelu + osuus yksikön yhteisistä kustannuksista
Oman kunnossapidon kustannukset €	kunnossapidon palkkakustannukset + materiaali + pääomakustannukset + muut kustannukset + osuus yksikön yhteisistä kustannuksista
Kunnossapitotyön osuus %	kunnossapidon palkkakustannukset / kunnossapitokustannukset
Materiaalikustannusosuus %	materiaali / kunnossapitokustannukset
Muiden kustannusten osuus %	pääomakustannukset + osuus yksikön yhteisistä kustannuksista/kunnossapitokustannukset
Henkilöstö	
Kunnossapidon palkkaosuus %	kunnossapidon palkkakustannukset / yksikön palkkakustannukset
Kunnossapitohenkilöstön osuus %	kunnossapidon henkilöt / yksikönhenkilöt
Toimihenkilöiden osuus kunnossapitohenkilöstöstä %	kunnossapidon toimihenkilöt / kunnossapidon henkilöt
Työntekijöiden osuus kunnossapitohenkilöstöstä %	kunnossapidontyöntekijät / kunnossapidon henkilöt
Resurssit	
mekaanisen kunnossapitotyön osuus %	mekaaninen kunnossapitotyö / kunnossapitotyö
Sähkökunnossapitotyön osuus %	sähkökunnossapitotyö / kunnossapitotyö
Automaatiokunnossapitotyön osuus %	automaatiokunnossapitotyö / kunnossapitotyö
Käyttöhenkilöstön kunnossapitotyön osuus %	käyttöhenkilöstön kunnossapitotyö / välitön kunnossapitotyö
Varaosat	
Varaosien arvo €	varaosien kirjanpitoarvo
Varaosien vuosikulutus €	käyttöönotettujen varaosien arvo
Varaosien kiertonopeus 1/a	varaosien kulutus / keskimääräinen varaosien arvo
Konekohtaisten varaosien arvo €	konekohtaisten varaosien jälleenhankinta-arvo
Kunnossapitolajit	
Ehkäisevä kunnossapito €	jaksotettu kunnossapito + kunnonvalvonta + kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
Ehkäisevän kunnossapidon osuus %	ehkäisevä kunnossapito / välittömät kunnossapitokustannukset
Korjaava kunnossapito €	kunnostamisen palkkakustannukset + häiriökorjauksen palkkakustannukset + materiaali
Korjaavan kunnossapidon osuus %	kunnostaminen + häiriökorjaus /välittömät kunnossapitokustannukset
Häiriökorjaus €	häiriökorjausten palkkakustannukset + materiaali
Häiriökorjausosuus %	häiriökorjaus / välittömät kunnossapitokustannukset
Häiriökorjaustyön osuus %	häiriökorjaustyö / kunnossapitotyö
Tuotantojärjestelmän luotettavuus	
Keskimääräinen odotusaika h, <i>Mean Waiting Time (MWT)</i>	odotusaikojen summa / häiriöiden lukumäärä
Keskimääräinen korjausaika h, <i>Mean time to restoration (MTTR)</i>	korjausaikojen summa / häiriöiden lukumäärä
Keskimääräinen vikaväli h, <i>Mean time between failures (MTBF)</i>	kokonaisaika / häiriöiden lukumäärä

PSK 7502 -standardin (2002) avulla määritellään materiaalitoiminnon tunnuslukuja kuten tarvikkeiden, varaosien ja varalaitteiden kierron tehokkuutta. PSK 5709 taas esittää tunnuslukuja kunnonvalvonnan tehokkuuden ja taloudellisuuden seuraamiseksi. PSK 7503 (2013) puolestaan tarjoaa tunnusluvut suunnittelutoiminnan mittaamiseksi. Näitä tunnuslukuja voidaan käyttää muiden tunnuslukujen tavoin suunnittelun ja liiketoiminnan johtamisen apuvälineenä ja toiminnan vertailussa. Standardissa esitetään kunnossapidon käytettäväksi esimerkiksi seuraavia tunnuslukuja

- Varaosasuunnittelu
- Kunnossapitotilojen ja -välineiden suunnittelutyö
- Kunnossapito-organisaatiosuunnittelu
- Käynnissäpitosuunnittelukustannukset
- Toimenpidekohtainen EH-suunnittelu
- RCM-aste

Tunnuslukuja voidaan käyttää myös projektitoiminnan seurantaan, henkilöstön tuottavuuden seurantaan sekä suunnittelutöihin ja investointeja tukevaan suunnittelutyöhön. (PSK 7503, 2013)

3.2 Kunnossapitomittariston valinta

Mitä tahansa ja kaikkia mahdollisia asioita ei voida eikä ole järkevää mitata. Tunnusluvut tulee valita huolellisesti. Tunnuslukuja tulee myös käyttää oikein ja oikeisiin tarkoituksiin. Eri toimialoilla ja erilaisilla tuotantolaitoksilla tarvitaan myös erilaisia tunnuslukuja. Tunnuslukujen valinta onkin hyvin tapauskohtaista. Samat tunnusluvut eivät sovi kaikille. (Mikkonen 2009, s. 54)

Mittareiden valinnassa on Laineen (2010) mukaan otettava huomioon myös käynnissäpidon strategia. Kaikkia mittareilla saatuja tunnuslukuja ei myöskään kannata raportoida jokaiselle. Tulokset kannattaa jakaa niille henkilöille, joilla on mahdollisuus vaikuttaa asioiden kehittämiseen. Mittaustuloksia ei myöskään saa olla liian suurta määrää. Esimerkiksi viisi, maksimissaan kymmenen tunnuslukua kuukauden välein olisi hyvä määrä. Tunnusluvut tulisi toimittaa myös selkeänä kokonaisuutena, lukuina ja kuvaajina. Mahdollisuus muiden tunnuslukujen tarkasteluun tulee myös olla jokaisella. (Laine 2010, s. 238)

Pelkkä kunnossapidon kustannusten seuranta ei anna mitään lisäarvoa kunnossapidon toiminnasta ja tilanteesta. Jos kunnossapitoa halutaan kehittää, ja löytää ratkaisut, jotka ovat onnistuneet tai joissa on vielä kehitettävää, on valittava käyttöön ne mittarit joiden avulla epäkohdat selviävät. Valituilla mittareilla on mahdollista muodostaa monipuolinen kuva toiminnasta, ja niiden avulla kunnossapitoa voidaan arvioida eri näkökulmista (PSK 7501 2010).

Tiedot tunnuslukujen määrittelyä varten löytyvät usein suoraan kunnossapitojärjestelmästä. Mikäli yrityksessä on olemassa kunnossapitojärjestelmä ja sitä käytetään aktiivisesti, ei tiedon keräys muodostu ongelmaksi. Tiedon keräämisellä on kuitenkin merkitystä, vain oikeilla tiedoilla saadaan luotettavia tunnuslukuja. (Kiiveri & Viertävä 2005)

4 KUNNOSSAPIDON NYKYTILANNE

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, (HSY) huolehtii pääkaupunkiseudun jätevedenpuhdistuksesta kahdella jätevedenpuhdistamollaan. Suomenojan puhdistamo sijaitsee Espoossa ja Viikinmäen jätevedenpuhdistamo Helsingissä. Työssä perehdytään tarkemmin Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapitoon ja sen seurantaan.

4.1 Viikinmäen jätevedenpuhdistamo

HSY on vuonna 2010 perustettu Helsingin, Espoon, Kauniaisten ja Vantaan kuntayhtymä, joka vastaa pääkaupunkiseudun jäte- ja vesihuollosta. HSY:ssä on noin 750 työntekijää, joista 416 työskentelee vesihuollossa. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on suurin Suomessa sekä pohjoismaissa, ja sen AVL (asukasvastineluku) on 820 000. Puhdistamo toimii kallioon louhituissa tiloissa maan alla. 20 % tulevista jätevesistä on teollisuusjätevettä ja loput normaalia yhdyskuntajätevettä. Vuorokaudessa puhdistetaan keskimäärin noin 280 000 m³ jätevettä. Jätevesiä Viikinmäen puhdistamolle johdetaan Vantaan keski- ja itäosien, Helsingin, Järvenpään, Tuusulan, Keravan, Sipoon ja Mäntsälän eteläosien alueilta. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on otettu käyttöön 1994, ja sitä on laajennettu 2000-luvulla useaan kertaan.

Jätevedenpuhdistamoiden yhteiskunnallinen merkitys on suuri. Puhdistamalla jätevedet tehokkaasti on mahdollista ylläpitää elinympäristöä, joka on puhdas ja terveellinen. Jätevedenpuhdistusprosessi on jatkuvatoiminen, eikä puhdistusprosessia voida keskeyttää kokonaan esimerkiksi vuosirevisioita varten. Jätevedenpuhdistamo ei myöskään tuota suoraan lopputuotetta asiakkaalle, vaan lopputuotteena on puhdistettu vesi, joka voidaan laskea takaisin luontoon. Asiakkaana toimiikin elinkelpoisena säilyvä elinympäristö. Puhdistamojen toiminnassa on huomioitava myös ympäristöriskien mahdollisuus, toiminnan on oltava luotettavaa ja koneiden sekä laitteiden käyttövarmuuden on oltava hyvä.

Laitosten lupamääräykset tulevat jatkossa hyvin todennäköisesti kiristymään. Pyrittäessä entistä parempaan puhdistustulokseen sekä tehokkaampaan ja luotettavampaan toimintaan, on myös kunnossapidon toiminnalla merkitystä. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on Suomen ja pohjoismaiden mittakaavassakin iso laitos, jonka toiminta kunnossapidon kan-

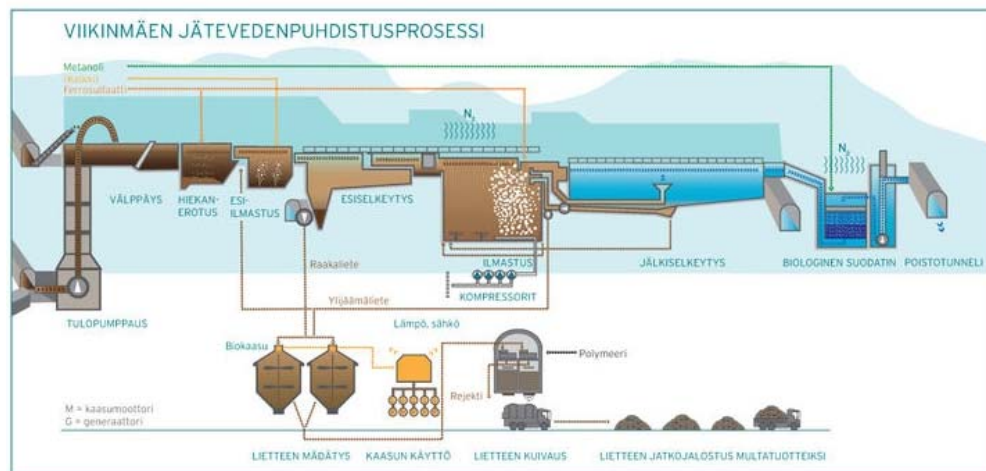
nalta on verrattavissa isoon prosessilaitokseen. Niinpä kunnossapitoa voidaan johtaa yleisiä kunnossapitomenetelmiä hyödyntäen.

4.1.1 Jätevedenpuhdistus

Jätevedet tulee puhdistaa vähintään lakien ja asetusten edellyttämien vaatimusten mukaisesti. Puhdistamisesta määrätään vesihuoltolaissa (119/2001) ja Euroopan-komission asetuksissa. Kunnallisen jätevedenpuhdistamon toiminta on luvanvaraista. Jätevesienpuhdistamisen päätarkoituksena on vähentää jätevesistä vesistöihin joutuvien orgaanisten aineiden sekä fosforin ja typen määrää siten, että vesistöjen tila ei huonone. (Vesihuolto II s. 165). Jätevesien puhdistaminen antaa edellytykset sille, että elinympäristö ja vesistöt pysyvät puhtaina, ja puhtaan veden riittävyydestä voidaan varmistua jatkossakin.

4.1.2 Puhdistusmenetelmät Viikinmäessä

Jätevedenpuhdistusprosessi jakaantuu mekaaniseen, biologiseen sekä kemialliseen puhdistusvaiheisiin. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi voidaan jakaa esikäsittelyyn, esiselkeytykseen, ilmastukseen, jälkiselkeytykseen, biologiseen suodatukseen sekä lietteen käsittelyyn (kuva 6).



Kuva 6. Viikinmäen jätevedenpuhdistusprosessi.

Tuleva jätevesi pumpataan tulopumppujen avulla puhdistusprosessiin. Jätevesi puhdistetaan mekaanisesti välppämällä, jolloin suurin kiintoainekasaadaan poistettua. Seuraavassa vaiheessa jätevedestä poistetaan mukana kulkeutuva hiekka ja pintaliete hiekanerotuksessa.

Pintaliete käsitellään erillisessä pintalietteen käsittelyssä. Nämä toimenpiteet tehdään helpottamaan seuraavia käsittelyvaiheita.

Mekaanisen vaiheen lopuksi jätevesi johdetaan esiselkeytykseen. Esiselkeytyksessä jätevedestä erotetaan raakaliete. Jätevesi johdetaan ilmastusaltaisiin jossa jätevettä ilmastetaan. Ilmastusaltaissa tapahtuu jäteveden biologinen puhdistus, orgaanisten aineiden ja typen poisto. Ilmastusaltailta jätevesi menee jälkiselkeytykseen jossa erotetaan aktiiviliete laskeuttamalla. Jälkiselkeytyksestä jätevesi johdetaan lisäksi erilliseen biologiseen suodatukseen. Sen avulla tehostetaan jäteveden typenpoistoa. Fosfori poistetaan kemiallisesti ferrosulfaatin avulla. Kemiallinen puhdistus tapahtuu rinnakkain mekaanisen ja biologisen vaiheiden kanssa. Puhdistettu jätevesi johdetaan 16 km pitkää kalliotunnelia pitkin avomerelle.

Jäteveden puhdistusprosessissa sivutuotteena syntyy lietettä josta mädättämällä saadaan biokaasua. Mädätysprosessissa lietteen sisältämä orgaaninen aines hajoaa ja tuloksena syntyy biokaasua. Mädätetty ja kuivattu liete kuljetaan jalostettavaksi HSY:n kompostointikentälle, jossa lopputuotteena syntyy puutarhamultaa.

4.1.3 Biokaasuvoimalaitos

Lietteen mädätysprosessissa syntyvä biokaasu hyödynnetään puhdistamon omalla biokaasuvoimalaitoksella. Voimalaitoksella on käytössä viisi kaasumoottoria. Voimalaitoksen toimintaa ja energiantuotantoa on kehitetty voimakkaasti. Vuonna 2009 on otettu käyttöön uusi kaasumoottori ja vuonna 2013 korvattiin yksi alkuperäisistä 1994 käyttöönotetuista moottoreista uudella. Vuoden 2014 aikana käyttöön on otettu myös ORC (Organic Rankine Cycle) -laitteisto. Sen avulla kaasumoottorista muodostuva pakokaasu voidaan käyttää sähköntuottamiseen. Voimalaitoksen energiantuotannon tehostamiseksi ja käyttövarmuuden lisäämiseksi tullaan uusimaan vielä kaksi alkuperäisen kaasumoottoria. Nämä projektit tukevat HSY:n tavoitteita energiaomavaraisuudesta. Vuoden 2014 aikana Viikinmäen voimalaitoksella tuotettiin noin 34 GWh lämpöenergiaa ja 27 GWh sähköenergiaa. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on omavarainen lämmön suhteen ja sähkön osalta omavaraisuusaste on 70 %.

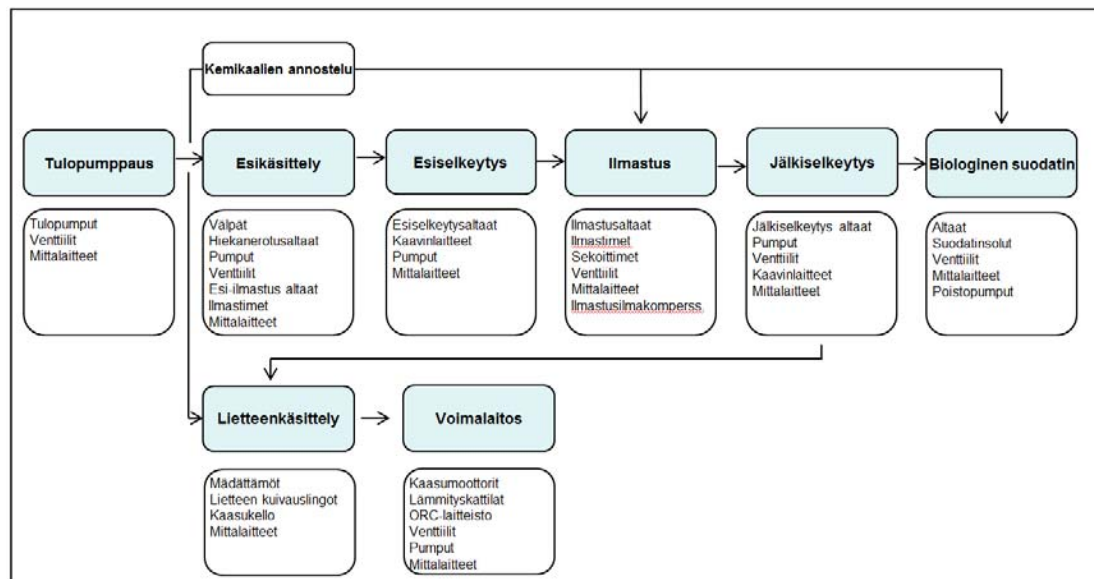
4.2 Puhdistamon laitekanta

Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on kaksikymmentä vuotta vanha laitos ja laitoksen laitekanta alkaa ikääntyä. Jätevesimäärät ja kuormitus ovat kasvaneet jatkuvasti ja puhdistusvaatimukset kiristyneet. Toiminta-alue on laajentunut puhdistamon toiminnan aikana ja uusia vaatimuksia puhdistettavien haitta-aineiden osalta on tulevaisuudessa hyvin todennäköisesti tulossa ja lupamääräykset voivat kiristyä. Muun muassa nämä kaikki tekijät tuovat haasteita myös kunnossapidolle, ja näihin tulee varautua. Laitoksella on tehty vuosien aikana suunniteltuja laajennuksia ja investointeja puhdistustulosten ja energiatehokkuuden parantamiseksi, jotta puhdistamo vastaisi kasvavia jätevesimääriä ja toiminnallisia vaatimuksia. Tulevaisuuden haasteisiin vastaaminen ja laitoksen toimintakunnon ylläpitäminen vaatii saneeraus ja uusinvestointeja sekä toimivaa kunnossapitoa myös jatkossa.

Vuoden 2003 aikana on otettu käyttöön kahdeksas puhdistuslinja, johon kuuluvat ilmastus- ja jälkiselkeytys altaat. Samalla otettiin käyttöön biologinen jälkisuodatus typenpoiston tehostamiseksi. Viimeisin suurempi investointi, yhdeksäs puhdistuslinja, otettiin käyttöön 2014. Laajennuksen myötä kapasiteetti nousi 12 %, ja kapasiteetti on saatu vastaamaan kasvavaa tarvetta 2020-luvulle saakka. Lisäksi laitoksella on tehty jatkuvasti laiteinvestointeja konekannan uudistamiseksi ja käyttövarmuuden ylläpitämiseksi. Lähitulevaisuuden laiteinvestointeja ovat neljän lietteenkuivauslingon uusiminen sekä voimalaitoksen kahden alkuperäisen kaasumoottorin korvaaminen uusilla. Nämä laitteet ovat selvästi tulleet teknisen käyttöikänsä päähän, niiden huoltokustannukset ovat korkeat ja varaosien saanti on vaikeaa. Jatkossa tullaan tarvitsemaan myös tuotanto-omaisuutta tukevia investointeja, kuten prosessitilojen saneeraus- sekä sähkö- ja automaatiotekniikan laitteiden ja järjestelmien uudistamiseen johtavia investointeja.

Puhdistamon laitekanta on hyvin monipuolinen. Ydintoimintaa on jätevedenpuhdistus, mutta laitoksella on myös oma voimalaitos sekä lietteen- ja kaasun käsittelyyn kuuluvat laitteistot. Voimalaitoksen toiminta sijoittuu maanpäällisiin rakennuksiin, ja tilat ovat osin räjähdysvaarallisia ns. EX-tiloja. Muu prosessitoiminta tapahtuu pääasiassa luolatiloiissa, alueen koko on noin 14 hehtaaria. Laitoksella käsitellään myös eri kemikaaleja puhdistusprosessiin liittyen, ja puhdistustulosta valvotaan lukuisilla eri mittalaitteilla ja analysaattoreilla. Lisäksi laitoksella on paljon ilmanvaihtokoneita vastaamassa maan alaisten tilojen ilmanvaihdosta, joten kunnossapitohenkilöstöltä vaaditaan monipuolista osaamista.

Jätevedenpuhdistamon suurimmat laiteryhmät ovat muun muassa pumput, sähkömoottorit sekä venttiilit. Kunnossapitojärjestelmässä on pumppuja 438 kappaletta, erilaisia venttiilejä 2 500, sähkömoottoreita yli 1 000 ja ilmanvaihtokoneita yli 250. Tyypillisiä laitteita jätevedenpuhdistamolla ovat myös välipät, erilaiset kaavinlaitteet, sulkuluukut, lietteen kuivauslingot sekä kompressorit ja ilmastusjärjestelmät. Huollettavana ovat myös lukuisat altaat, kanavat sekä putkistot. Kuvassa 7 on havainnollistettu puhdistamon laitekantaa osaprosesseihin jaettuna. Kriittisimpiä laitteistoja puhdistamolla on kahdennettu. Suunniteltu kunnossapito on erittäin tärkeää, kun prosessia ei voida katkaista, vikaantumisia halutaan välttää ja laitoksen käyttövarmuus halutaan pitää korkeana.



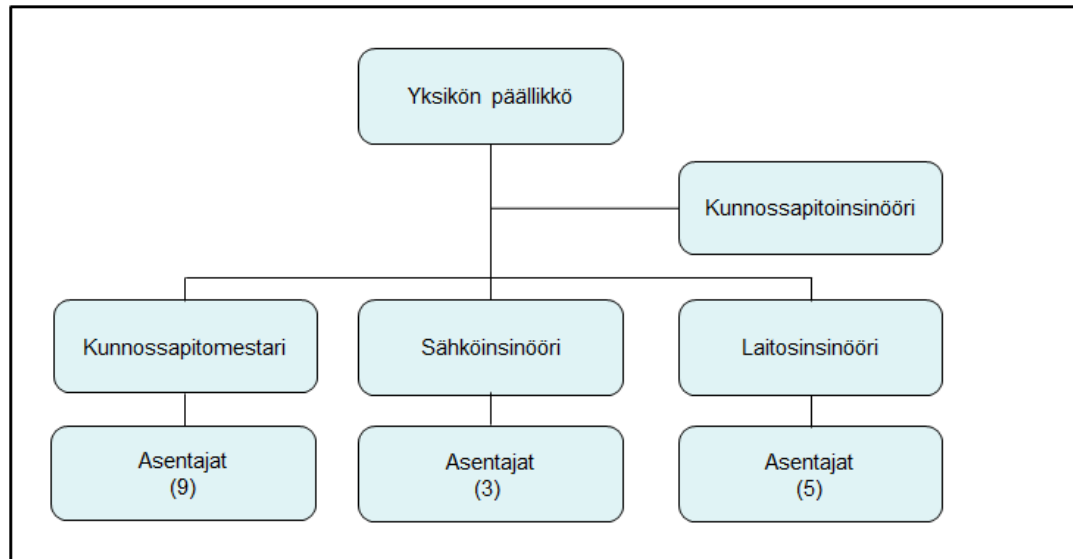
Kuva 7. Tyypillisiä laitteita jätevedenpuhdistamolla.

4.3 Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapito

Kunnossapidon nykytilan selvittämiseksi on tässä tutkimuksessa analysoitu kunnossapidon osalta toiminnanohjausjärjestelmä Artturissa olemassa olevaa tietoa. On pyritty muodostamaan kokonaiskuva kunnossapitoyksikön toiminnasta, suoritettavista töistä ja käytettävistä tunnusluvuista. Järjestelmästä saadaan tarkasti selville tehdyt kirjaukset kuten työtilaukset, ennakkohuoltotyöt tai työtunnit niiltä osin, kun tietoa on järjestelmään tuotettu.

Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla kunnossapidosta vastaa oma kunnossapitoyksikkö. Kunnossapitoyksikössä työskentelee yhteensä 34 henkilöä, joista Viikinmäessä noin 20.

Kuvassa 8 on esitetty kunnossapitoyksikön organisaatiokaavio. Yksikön päällikön alaisuudessa työskentelee kunnossapitoinsinööri sekä mekaanisen-, sähkö- ja laitoskunnossapidon mestarit alaisineen. Automaatiokunnossapito kuuluu kaukokäyttö- ja automaatioyksikköön, mutta se huolehtii laitoksen automaation kunnossapidosta yhteistyössä kunnossapitoyksikön kanssa. Lisäksi tuotantoyksikön henkilökunta suorittaa ylläpitäviä kunnossapitotöitä.

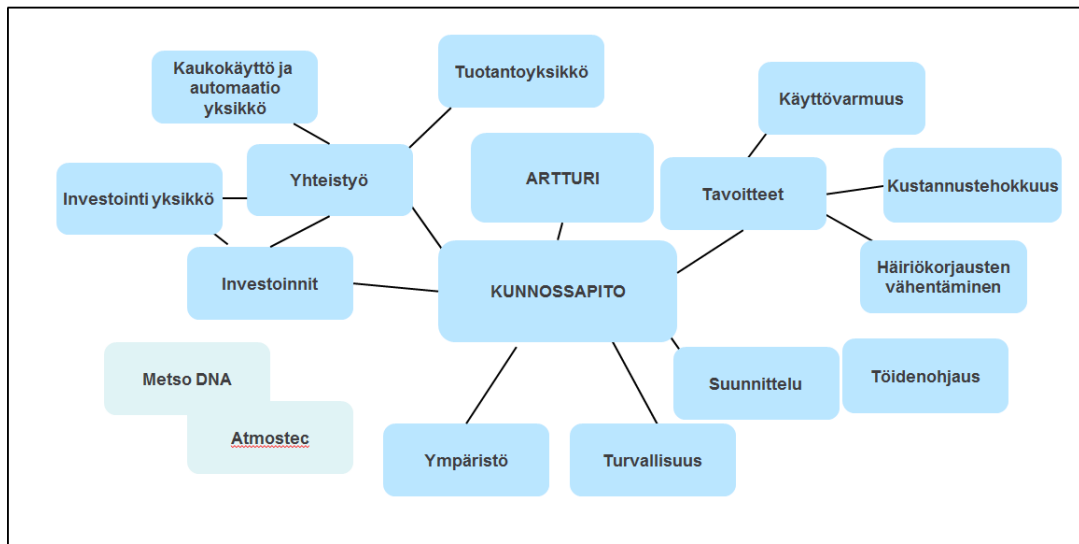


Kuva 8. Kunnossapitoyksikön organisaatio Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla.

Kunnossapitoyksikön toiminnanohjaus perustuu toiminnanohjausjärjestelmään. Puhdistamolla on käytössä ohjelmistoyritys Solteqin kehittämä kunnossapitojärjestelmä Artturi. Artturi pitää sisällään hyvin paljon historiatietoa laitoksen toiminnasta. Laitoksen kaikki koneet ja laitteet on kirjattu Artturin kortistoon. Laitetietojen, kunnossapitotöiden, varastojen ja päiväkirjojen hallinta tapahtuu Artturissa. Lisäksi laitoksella on käytössä oma prosessinohjausjärjestelmä ohjaamaan puhdistamon prosessia. Ilmanvaihtolaitteistojen ohjauksessa ja seurannassa käytetään erillistä kiinteistön valvontajärjestelmää. Nämä järjestelmien ovat erillisiä järjestelmiä eivätkä ole yhteydessä toisiinsa. Kunnossapitojärjestelmän käyttöön on panostettu ja 2014 päivitetyllä Artturi Neo versiolla pyritään parempaan töiden hallintaan ja ohjaukseen.

Puhdistamon oma kunnossapito huolehtii pääsääntöisesti ennakkohuolloista, häiriökorjauksista, pienemmistä asennustöistä sekä laitoskunnossapidosta, joka käsittää kiinteistön

kunnossapidon sekä voimalaitoksen käytön ja kunnossapidon. Kunnossapito ja käyttökäyttö henkilöstö tekevät yhteistyötä. Käyttökäyttö suorittaa ennakkohuoltotyitä, kuten erilaisia mittalaitteiden puhdistus- ja kalibrointityitä, pesuja, rasvauksia, suodattimien vaihto- ja puhdistustyitä, näytteenottimien imuletkujen vaihtoja sekä muita huolto- ja tarkastustyitä. Ulkopuolista kunnossapitoa käytetään isompien asennus-, investointi- ja huoltotyiden yhteydessä. Kuvassa 9 on kuvattu jätevedenpuhdistamon kunnossapidon sidoksia. Kuvasta voidaan nähdä, että laitoksen kunnossapito pitää sisällään muutakin kuin korjaus- ja huoltotyitä. Kunnossapito on aktiivisesti mukana niin huoltotyissä kuin kehitys- ja investointityissäkin.



Kuva 9. Kunnossapitoyksikön sidokset.

Kunnossapito on aktiivisesti mukana myös laitoksen turvallisuusasioissa. Artturiin kirjataan kaikki turvallisuustyöt, joita laitoksella havaitaan. Artturissa ylläpidetään myös Atex-kortistoa EX-tiloista sekä tulityölupiin ja turvallisuuskoulutuksiin liittyviä listoja myönne-tyistä luvista ja pidetyistä koulutuksista. Kunnossapito vastaa omalta osaltaan myös turval-lisuusasiakirjojen päivittämisestä, ja on mukana esimerkiksi vuosittain järjestettävässä tur-vallisuuspäivässä sekä neljä kertaa vuodessa järjestettävissä turvallisuuskierroksissa.

4.4 Kunnossapitojärjestelmän käyttö

Kunnossapitojärjestelmä Artturi on aktiivisessa käytössä. Sinne kirjataan ja raportoidaan suoritettavat ennakkohuoltotyöt ja työtilaukset sekä niihin käytetyt tunnit. Varaosien ja työka-

lujen hallintaa tapahtuu myös Artturin kautta joten työlle tai kohteelle kohdistetaan mahdolliset varaosat ja muut syntyneet kustannukset. Päiväkirjasovellusta käytetään päivittäin tapahtumien kirjaamiseen. Artturiin on kirjattu lähes 3 000 ennakkohuoltotyötä. Vuosittain säännöllisesti toistuvia ennakkohuoltoja kuitataan valmiiksi lähes 7 000 kappaletta. Ennakkohuoltojen lisäksi suoritetaan Artturiin kirjatut työtilaukset joita vuonna 2014 oli yli 800.

Kunnossapitojärjestelmään tehtyjä merkintöjä tarkastellaan tässä tutkimuksessa vuosien 2010 - 2014 välillä. Tarkasteltu ajanjakso on valittu vuodesta 2010 eteenpäin, koska työlajit on luokiteltu ennen vuotta 2010 eri tavoin. Siksi aiempien vuosien vertailu ei ole selkeää.

Laitoksen kunnossapitotyöt jaetaan kunnossapitojärjestelmässä huoltoryhmittäin seuraavasti:

- mekaaninen kunnossapito
- sähkökunnossapito
- automaatiokunnossapito
- laituskunnossapito
- käyttöhenkilöstön kunnossapito
- ulkopuolisten suorittama kunnossapito

Ennakkohuollot ja työtilaukset Artturissa jaetaan PSK-standardeissa esitettyjä kunnossapitolajeja mukailleen. Käytettävät kunnossapitolajit ovat:

- häiriökorjaus
- kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
- jaksotettu kunnossapito
- kunnonvalvonta
- parantava kunnossapito
- kunnostaminen
- alue ja järjestelytyö, siivous
- uudisrakennustyö
- käynnissäpitotyö
- investointityö

4.4.1 Kunnossapitokortisto

Kunnossapitokortistossa on tällä hetkellä yli 23 000 korttia. Uusia kortteja on vuonna 2014 luotu 414. Uudet kortit ovat tulleet pääsääntöisesti uusien laiteinvestointien myötä. Kor-

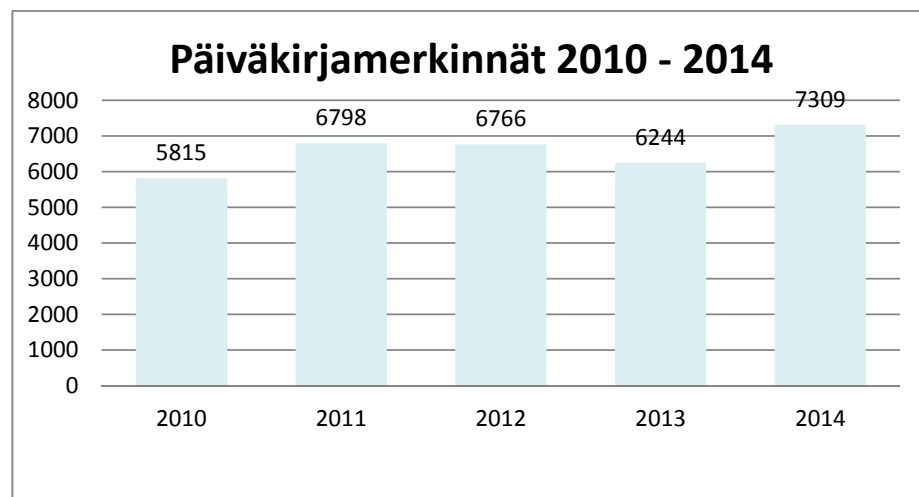
teista 7 679 kappaletta on laitekortteja, sähkökortteja 9 512, automaatiokortteja 2 851 ja lisäksi järjestelmässä on laitepaikka- ja asiakirjakortteja. Taulukossa 2 on esitetty kunnossapitokortiston jakautuminen korttityyppeihin.

Taulukko 2. Viikinmäen kunnossapitokortisto.

Kunnossapitokortisto Viikinmäki	
kortteja yhteensä	23 057
laitekortteja	7 679
laitepaikkakortteja	1 048
asiakirjakortteja	1 881
automaatiokortteja	2 851
sähkökortteja	9 512

4.4.2 Päiväkirjatoiminto

Päiväkirjaan on tehty vuoden 2014 aikana yhteensä 7 309 merkintää. Kuvassa 10 on esitetty kaikkien päiväkirjamerkintöjen lukumäärä vuosina 2010 – 2014. Merkintöjen määrä on pysynyt hyvin samankaltaisena viime vuosina. Päiväkirjaa käyttävät aktiivisimmin tuotantoyksikön käyttökilokunta.



Kuva 10. Päiväkirjamerkinnät vuosina 2010 - 2014.

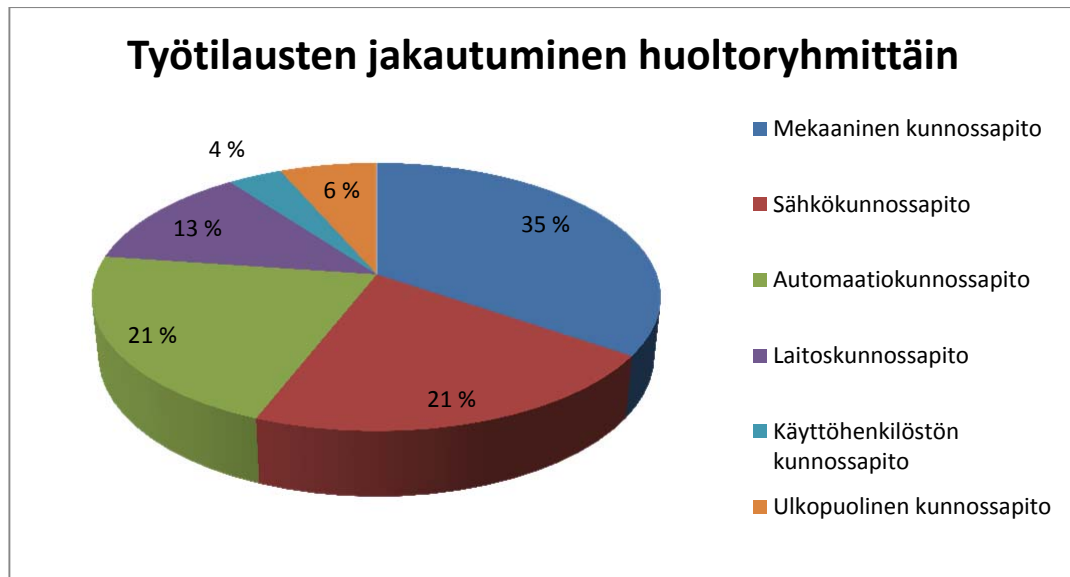
4.4.3 Työtilaukset huoltoryhmittäin

Työtilausten määrä on viimeisten viiden vuoden aikana laskenut. Vuoden 2014 aikana on tehty yhteensä 832 työtilausta valmiiksi, kun vuoden 2010 aikana niitä oli vielä yli tuhat. Taulukossa 3 on esitetty valmiiksi kuitatut työtilaukset vuosina 2010 - 2014. Taulukossa on nähtävissä myös häiriökorjauksien osuus työtilauksista. Häiriökorjauksien osuus työtilauksista on ollut vuonna 2010 68 %. Vuonna 2014 häiriökorjauksien osuus kaikista työtilauksista oli 51 %. Työtilausten määrä on ollut laskeva, samoin kuin häiriökorjausten osuus työtilauksista. PSK Standardin mukaisesti korjaavaan kunnossapitoon kuuluu häiriökorjausten lisäksi kuntoon perustuva suunniteltu korjaus sekä kunnostaminen. Nämä työlajit huomioiden korjaavan kunnossapidon osuus työtilauksista oli vuonna 2010 81 % ja vuonna 2014 72 %, joten korjaavaan kunnossapidon osuus on laskenut hieman. Taulukossa 3 esitettyjen lukujen perusteella nähdään, että korjaavan kunnossapidon osuus on ollut laskeva verrattuna vuoteen 2010.

Taulukko 3. Valmistuneiden työtilausten määrä sekä häiriökorjausten ja korjaavan kunnossapidon osuus työtilauksista.

Työtilaukset	Valmistuneet työtilaukset	Häiriökorjaukset	Korjaavakunnossapito
2010	1 005	684	818
2011	879	579	742
2012	778	407	577
2013	844	421	621
2014	832	428	598

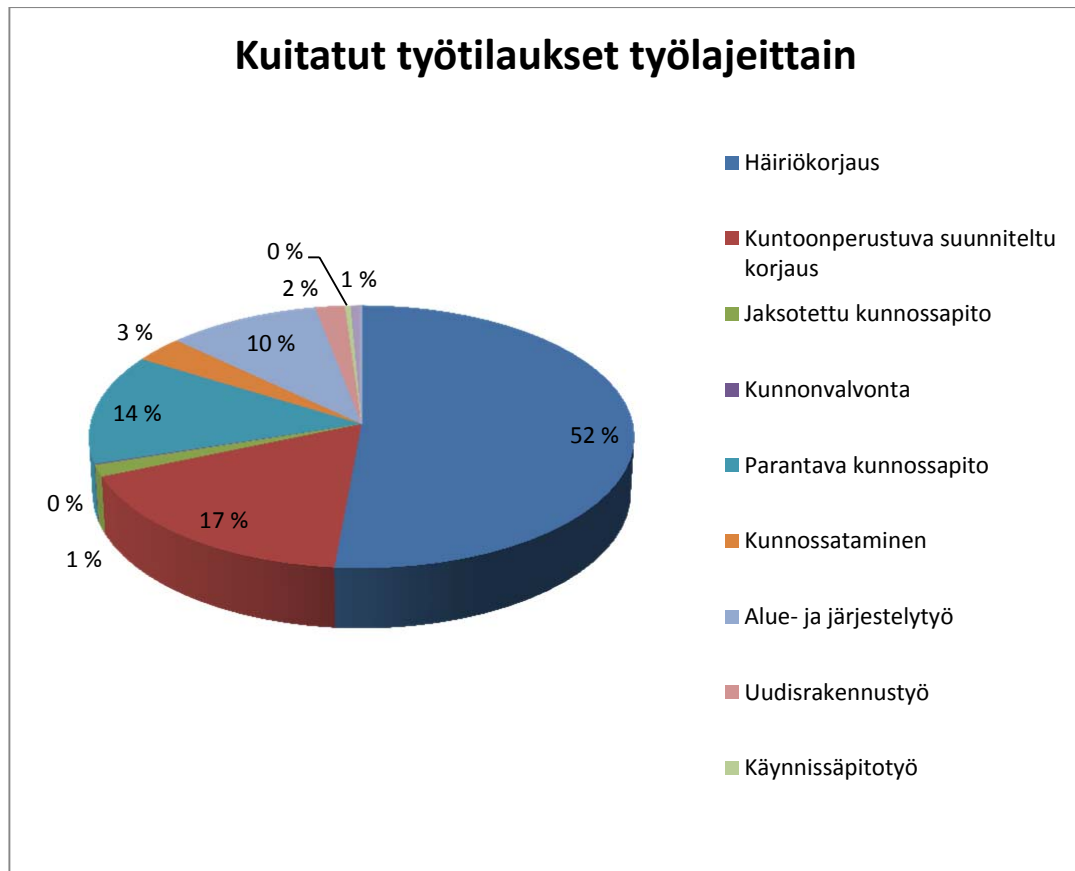
Vuonna 2014 valmistuneista työtilauksista mekaaninen kunnossapito teki noin 35 %, sähkökunnossapito 21 %, automaatiokunnossapito 21 %, laitoskunnossapito 12 %, käyttöhenkilöstö 4 % ja ulkopuolinen kunnossapito 6 % (kuva 11).



Kuva 11. Valmistuneiden työtilausten jakautuminen huoltoryhmille 2014.

4.4.4 Työtilausten jakautuminen työlajeille

Vuoden 2014 aikana valmistuneista työtilauksista (832 kappaletta) on ollut noin 50 % häiriökorjauksia, yhteensä 428 kappaletta. Noin 17 % eli 143 kappaletta työtilauksista oli kuntoon perustuvia suunniteltuja korjauksia ja kunnostamiseen liittyviä töitä tehtiin 27 kappaletta eli 3 % kaikista töistä. Parantavaa kunnossapitoa oli 14 % ja loput muita kunnossapito töitä. Kuvassa 12 on esitetty tarkempi kuvaus työtilausten jakautumisesta työlajeille vuonna 2014. Myös muiden vuosien työtilaukset ovat jakautuneet vastaavasti (taulukko 4).



Kuva 12. Valmiiksi kuitattujen työtilausten jakautuminen vuonna 2014 työlajeittain.

Taulukko 4. Työtilausten määrä vuosina 2010 - 2014.

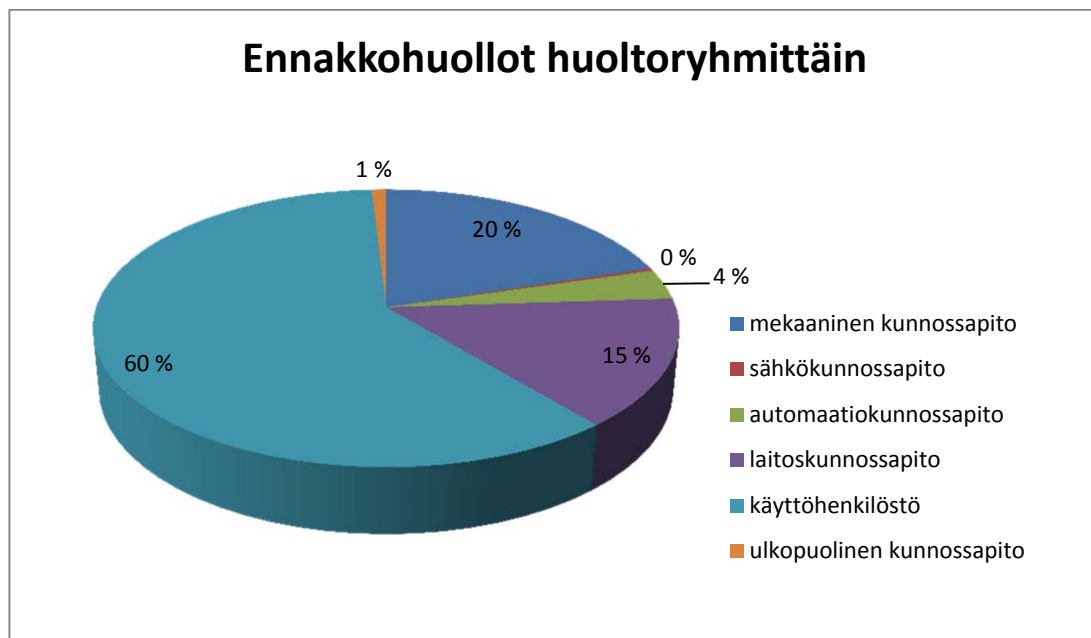
Työtilaukset	2010	2011	2012	2013	2014
Häiriökorjaus	685	579	407	421	428
Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	133	163	111	157	143
Jaksotettu kunnossapito	12	13	1	9	12
Kunnonvalvonta	0	0	8	6	1
Parantava kunnossapito	127	92	80	107	113
Kunnostaminen	0	0	59	43	27
Alue- ja järjestelytyö	28	22	91	76	83
Uudisrakennustyö	20	10	19	16	16
Käynnissäpityö	0	0		3	3
Investointityöt	0	0	1	6	6
Yhteensä	1 005	879	777	844	832

4.4.5 Ennakkohuoltojen kuittaustapahtumat

Säännöllisesti suoritettavia ennakkohuoltotöitä on kunnossapitojärjestelmässä olemassa yhteensä 2 851. Järjestelmään kirjatut ennakkohuollot jakautuvat huoltoryhmien välillä seuraavasti:

– Mekaaninen kunnossapito	995	työtä
– Sähkökunnossapito	370	työtä
– Automaatiokunnossapito	527	työtä
– Laitoskunnossapito	474	työtä
– Käyttöhenkilöstön kunnossapito	372	työtä
– Ulkopuolinen kunnossapito	113	työtä

Vuonna 2014 säännöllisesti suoritettavia ennakkohuoltoja on kuitattu tehdyksi yli 6 700 kappaletta. Kuvassa 13 on esitetty tehdyt ennakkohuoltotyöt huoltoryhmittäin. Käyttöhenkilöstö on suorittanut ennakkohuolto töitä 4 042 kappaletta, mekaaninen kunnossapito 1 354 ja laitoskunnossapito 1 006 kappaletta.



Kuva 13. Tehdyjen ennakkohuoltotöiden jakautuminen huoltoryhmille.

Olemassa olevat ennakkohuoltotyöt ovat hyvin eri tasoisia työnvaativuudelta ja työmääriltään. Työt toistuvat säännöllisesti kunkin kohteen tarpeen mukaisesti, joko käyttötunteihin

perustuen tai kalenteriohjauksen mukaisesti. Käyttöhenkilöstön ennakkohuollot ovat pääsääntöisesti pieniä lyhyellä aikavälillä toistuvia tarkastus-, pesu- tai voitelutöitä, mikä selittää kuitattujen ennakkohuoltojen runsaan lukumäärän vuoden aikana. Mekaanisen kunnossapidon työt ovat hyvin monen tasoisia ja eri laajuisia tarkastus- ja huoltotöitä. Ulkopuolisten tekemät ennakkohuoltotyöt ovat pääsääntöisesti säännöllisesti vaadittavia määräaikaistarkastuksia kuten henkilönostimien-, nostureiden- ja sähkölaitteiden määräaikaistarkastuksia, jotka tulee suorittaa aikataulun mukaisesti.

Ennakkohuoltojen määrä vuosien 2010 – 2014 välillä on esitetty taulukossa 5. Suoritettujen ennakkohuoltojen yhteismäärä on kasvanut selvästi vuodesta 2010. Erityisesti käyttöhenkilöstön suorittamien ennakkohuoltojen määrä on kasvanut, mutta myös laituskunnossapidon suorittamien töiden osuus on kasvanut. Mekaanisen kunnossapidon ja ulkopuolisten suorittamat ennakkohuoltotyöt ovat pysyneet tasaisena. Muiden huoltoryhmien suorittamien ennakkohuoltojen osuus on ollut laskeva. Sähkökunnossapidon osuus suoritetuista ennakkohuoltotöistä on laskenut huomattavasti. Tällöin työt ovat jääneet joko rästiin tai kuittaamatta. Ennakkohuoltojen tekemättömät rästityöt saadaan haettua kunnossapitojärjestelmästä ja taulukossa 6 on esitetty kaikki rästissä olevat ennakkohuoltotyöt huoltoryhmittäin. Rästissä olevia töitä on tämän taulukon mukaan huomattava määrä. Työt ovat kerääntyneet useamman vuoden ajalta, ja tähän asiaan on syytä perehtyä tarkemmin.

Taulukko 5. Suoritettujen ennakkohuoltojen määrä vuosien 2010 - 2014 välillä.

Kuitatut ennakkohuollot huoltoryhmittäin	2010	2011	2012	2013	2014
Mekaaninen kunnossapito	1363	1149	1320	1263	1354
Sähkökunnossapito	202			11	21
Automaatiokunnossapito	613	546	560	530	235
Kiinteistö-kunnossapito	761	821	779	1101	1006
Käyttöhenkilöstön kunnossapito	1772	1750	3036	3958	4042
Ulkopuolinen kunnossapito	35	49	35	47	62
Yhteensä	4746	4315	5730	6910	6720

Taulukko 6. Kaikki rästässä olevat ennakkohuollot huoltoryhmittäin jaettuna.

Rästässä olevat ennakkohuollot	
Mekaaninen kunnossapito	97
Sähkökunnossapito	270
Automaatiokunnossapito	380
Kiinteistö-kunnossapito	91
Käyttökäytännön kunnossapito	
Ulkopuolinen kunnossapito	28

4.4.6 Työtilausten ja ennakkohuoltojen määrä

Taulukossa 7 on esitetty valmiiksi kuitattujen työtilausten ja ennakkohuoltojen määrät vuoden 2014 aikana huoltoryhmittäin. Ennakkohuolloissa on mukana kaikki kuitatut ennakkohuollot, yksittäiset työt toistuvat mahdollisesti useammin vuoden aikana. Mekaanisen kunnossapidon tekemistä huoltotöistä noin 82 % on ollut ennakkohuoltoja. Sähkökunnossapidolla lähes kaikki kunnossapitojärjestelmään merkatut työt ovat puolestaan muodostuneet työtilauksista. Automaatiokunnossapidon töistä 57 % ja laitoskunnossapidon töistä puolestaan noin 90 % on ollut ennakkohuoltoja. Käyttökäytännön tekemistä töistä lähes kaikki työt ovat ennakkohuoltotöitä. Kaikista töistä 88 % on ollut ennakkohuoltoja, loput työt ovat olleet työtilauksia. Taulukosta 8 nähdään, että valmiiksi kuitattujen ennakkohuoltojen määrän kasvaessa työtilausten määrä on vähentynyt.

Taulukko 7. Työtilaukset ja ennakkohuollot huoltoryhmittäin 2014.

Työtilaukset ja ennakkohuollot huoltoryhmittäin	Työtilaukset	Ennakkohuollot	Yhteensä
Mekaaninen kunnossapito	287	1354	1641
Sähkökunnossapito	177	21	198
Automaatiokunnossapito	177	235	412
Laitoskunnossapito	105	1006	1111
Käyttökäytännön kunnossapito	30	4042	4072
Ulkopuolinen kunnossapito	54	62	116

Taulukko 8. Työtilauksien ja ennakkohuoltojen määrä 2010 -2014.

Työtilaukset ja ennakkohuollot	Työtilaukset	Ennakkohuollot
2010	1 005	4746
2011	879	4315
2012	777	5730
2013	844	6910
2014	832	6720

4.4.7 Työtuntien jakautuminen

Työtunnit jakautuvat huoltoryhmittäin taulukon 9 mukaisesti. Eniten työtunteja on syntynyt mekaaniselle kunnossapidolle. Se on henkilöluvultaan myös suurin huoltoryhmä. Järjestelmään kirjattujen tietojen osalta on huomioitava, että työtuntien kirjaaminen ei ole vielä vakiintunut käytäntöön siten että kaikki tunnit kirjattaisiin kunnossapitojärjestelmään. Kirjattujen tuntien osalta tietoja voidaan pitää luotettavina, mutta tuntimäärissä on puutteita. Kirjattujen työtuntien jakaantuminen työlajien mukaan on esitetty taulukossa 10. Eniten työtunteja on kulunut jaksotettuun kunnossapitoon.

Taulukko 9. Työtunnit huoltoryhmille jaettuna 2014.

Työtuntien jakautuminen huoltoryhmittäin	koko vuosi
Mekaaninen kunnossapito	6185
Sähkökunnossapito	1665
Automaatiokunnossapito	1274
Kiinteistö-kunnossapito	639
Käyttöhenkilöstön kunnossapito	887
Ulkopuolinen kunnossapito	44
Yhteensä	10713

Taulukko 10. Työtunnit työlajeille jaettuna 2014.

Työtuntien jakautuminen työlajeittain	koko vuosi
Häiriökorjaus	1640
Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	1593
Jaksotettu kunnossapito	4217
Kunnonvalvonta	49
Parantava kunnossapito	1518
Kunnostaminen	508
Alue- ja järjestelytyö	650
Uudisrakennustyö	425
Käynnissäpitotyö	6
Investointityöt	20
Yhteensä 2014	10626

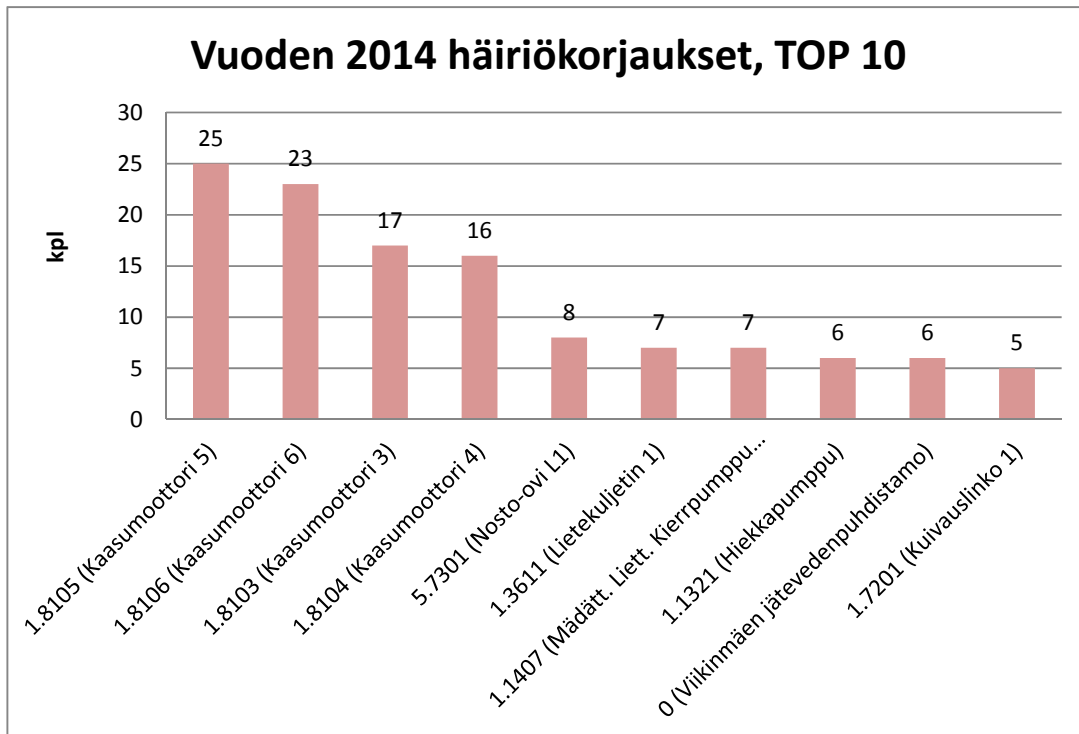
4.5 TOP 10 -analyysi häiriökorjauksista 2014

Häiriökorjausten tarkastelemiseksi on mahdollista tehdä TOP 10 -raportteja erillisellä raportointityökalulla (Voyant). Top 10 -kuvaajissa esitetään laitoksen kymmenen kohdetta, joissa on esiintynyt eniten vikoja kappalemääräisesti tietyinä ajanjaksona. Näiden raporttien avulla, ja niitä analysoimalla, on mahdollista havaita ne kohteet, joissa esiintyy vikoja eniten ja/tai toistuvasti. Ongelmakohdat pystytään havaitsemaan helpommin ja niihin puuttuminen onnistuu ajoissa. Raportointityökalu hakee tiedot häiriökorjauksista kunnossapitojärjestelmästä. Häiriökorjaukset voidaan hakea tietyltä ajanjaksolta koko laitoksen alueelta tai ns. kustannuskohteittain. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo on jaettu kunnossapitojärjestelmässä kahdeksaan eri kustannuskohteeseen (kusko).

- 310 Esikäsitteily
- 320 Vedenkäsitteily
- 325 Suodatinlaitos
- 326 Näytteenotto ja analysaattorit
- 330 Lietteen- ja kaasunkäsitteily
- 340 Voima- ja kattilalaitos
- 360 LVI (lämpö, vesi ja ilmastointi)
- 370 Kiinteistöt ja ulkoalueet

Kustannuskohteet on jaettu prosessien mukaisesti, niistä on erotettu omakseen LVI, näytteenotto ja analysaattorit sekä kiinteistöt ja ulkoalueet. Lisäksi lietteenkäsitteily ja energiantuotantoon liittyvät toimet ovat omana kohteena ja ne pystytään erottamaan näin varsinaisesta puhdistusprosessista erilleen.

Kustannuskohteiden lisäksi TOP 10 -häiriöraportit voidaan jakaa raportointityökalulla eri ajanjaksoille. Raportteja on mahdollista ottaa koko laitoksesta tai kustannuskohteittain esimerkiksi viikoittain, kuukausittain, neljännesvuosittain tai koko vuodelta. Raportit tulevat vastaavina kuin kuvassa 14 esitetty kuvaaja. Kuvassa on nähtävissä TOP 10 -häiriökorjaukset vuonna 2014 koko laitoksella. Seuraavana esitettävissä taulukoissa käytetyt tiedot on saatu vuoden 2014 raporteista.



Kuva 14. Vuoden 2014 TOP 10 -häiriökorjaukset koko laitoksella.

Taulukossa 11 on nähtävillä tarkemmin vuoden 2014 TOP 10 -häiriökorjaukset. Vuoden 2014 aikana häiriökorjauksia on kohdistunut eniten Kaasumoottori 5:lle, yhteensä 25 työtä. Esille nousevat muutkin voima- ja kattilalaitoksen kohteet, niille on lukumäärällisesti eniten häiriökorjauksia, yhteensä 81 kappaletta. Töiden luonne vaatisi lähempää tarkastelua sillä vuonna 2014 on voimalaitoksella ollut käynnissä projekteja, jotka ovat voineet vaikuttaa töiden syntyyn. Lukuisista voima- ja kattilalaitoksen häiriökorjauksista huolimatta laitoksen omavaraisuus sähkönsuhteen nousi ja lämpöäkin tuotettiin enemmän. Tästä huolimatta tarkempi tarkastelu voimalaitoksen kohdalla lienee tarpeen. Myös muina vuosina merkittävä osa häiriökorjauksista on kohdistunut voima- ja kattilalaitokselle. Vuoden 2014 TOP 10 -listalla on myös muita tärkeitä kohteita, kuten mädätetyn lietteen kierrätyspumppu tai hiekkapumppu, joiden toiminta prosessin kannalta on tärkeää. Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle, kohde 0, on kohdistunut yleisiä töitä esimerkiksi prosessinohjausjärjestelmään liittyen. Taulukossa 12 on esitetty vielä jokaisesta kustannuskohteesta eniten häiriökorjauksia aiheuttaneet laitteet.

Taulukko 11. Häiriökorjaukset 2014, kymmenen kohdetta joilla on esiintynyt eniten häiriökorjauksia.

Kustannuskohde	Positio	Kohde	Lkm
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8105	Kaasumoottori 5	25
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8106	Kaasumoottori 6	23
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8103	Kaasumoottori 3	17
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8104	Kaasumoottori 4	16
330 Lietteen- ja kaasunkäsittely	5.7301	Nosto-ovi L1	8
330 Lietteen- ja kaasunkäsittely	1.3611	Lietekuljetin 1	7
330 Lietteen- ja kaasunkäsittely	1.1407	Mädätetyn lietteen kierrätyspumppu	7
310 Esikäsittely	1.1321	Hiekkapumppu	6
Jätevedenpuhdistamo	0		6
330 Lietteen- ja kaasunkäsittely	1.7201	Kuivauslinko 1	5

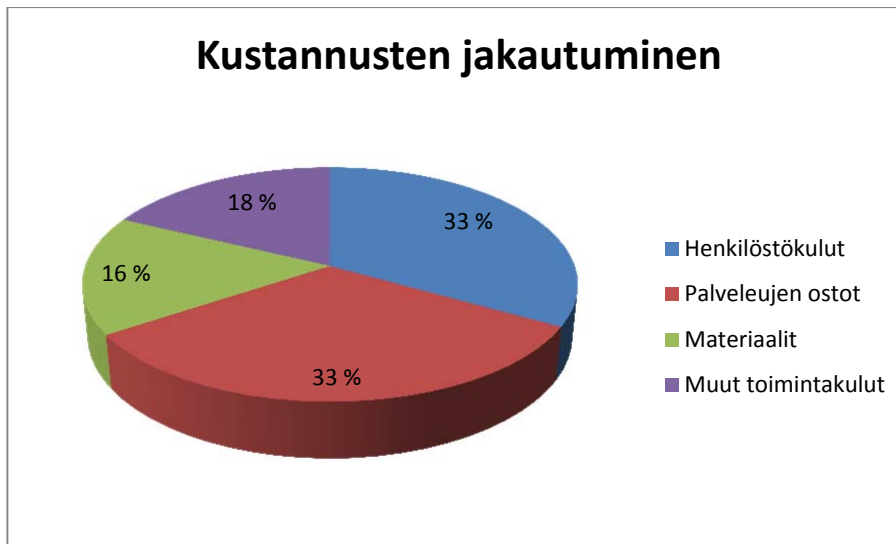
Taulukko 12. Häiriökorjaukset 2014, eniten häiriökorjauksia aiheuttaneet kohteet jokaisesta kustannuskohteesta.

Kustannuskohde	Positio	Kohde	Lkm
310 Esikäsittely	1.1321	Hiekkapumppu	6
320 Vedenkäsittely	3.8254	Läppäventtiili	3
325 Suodatinlaitos	1.1186	Biologisen suodattimen poistopumppu	2
330 Lietteen- ja kaasunkäsittely	5.7301	L1 Nosto-ovi	8
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8105	Kaasumoottori 5	25
360 LVI (lämpö, vesi ja ilmastointi)	413124PF	Poistoilmakoje	3
370 Kiinteistöt ja ulkoalueet	A01A	Portti A	3

Vikailmoituksia tehdessä työt tulisi luokitella paitsi oikealle työlajille ja huoltoryhmälle myös häiriön vaikuttavuuden mukaan seuraavasti: ei vaikusta, häiritse prosessia, pysäytti prosessin. Kaikista työtilauksista 78 %:ssa luokittelu oli tehty tarkasti.

4.6 Kunnossapitoyksikön kustannukset

Kunnossapidon kustannukset syntyvät pääosin omasta työstä sekä ostetuista palveluista. Kuvassa 15 on esitetty kuinka kunnossapitokustannukset tyypillisesti jakautuvat. Henkilöstökulut ja palvelujen ostot muodostavat kumpikin noin kolmanneksen. Palvelujen ostot sisältävät kaikki ulkopuolisilta toimijoilta tilatut työt ja materiaalit. Materiaalikustannukset eli kaikki ostot kuten aineet, tarvikkeet ja tavarat ovat kustannuksista 16 %. Muiden toimintakulujen osuus on 18 % mikä on merkittävä osuus, tämä kuitenkin sisältää mm. kiinteistöverot ja vuokrat.



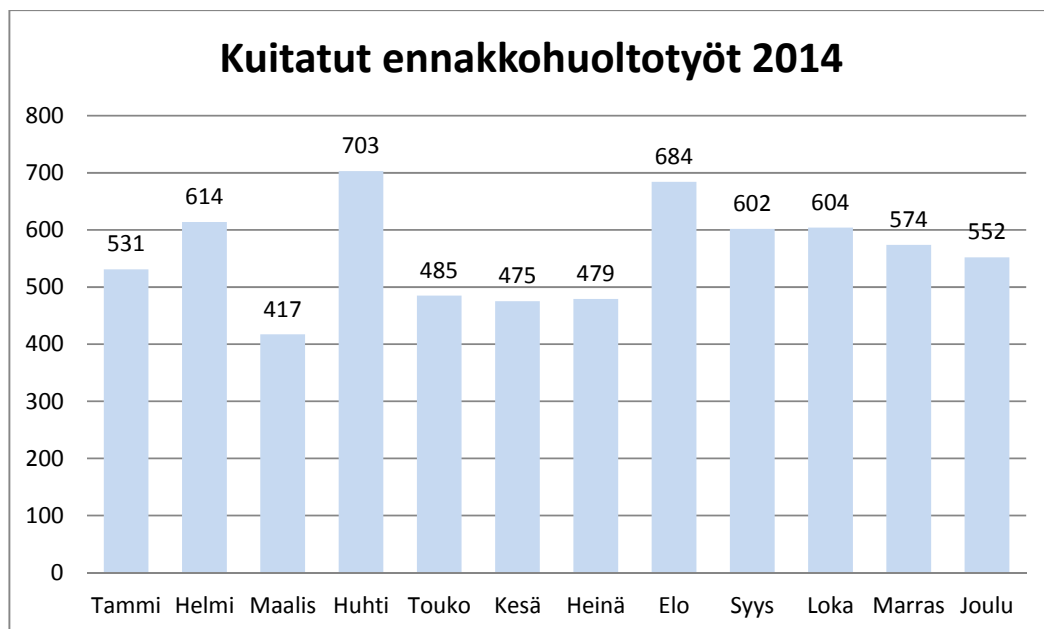
Kuva 15. Kunnossapitokustannusten muodostuminen.

Kustannusten tarkastelussa ei päästä tarkasti laitetasolle eikä esimerkiksi ennakkohuoltojen tai häiriökorjausten osuutta voida erotella tarkasti. Kustannuksia kirjataan kunnossapitojärjestelmään, mutta kustannusten kirjaaminen ei ole vielä niin vakiintuneella tasolla, että sitä kautta saataisiin tarkat tiedot. Kunnossapitojärjestelmään kirjattuja kustannuksia voidaan kuitenkin tarkastella ja pitää niitä suuntaa antavina siltä osin kuin ne on kirjattu. Investointikustannuksia seurataan erillisen investointibudjetin mukaan.

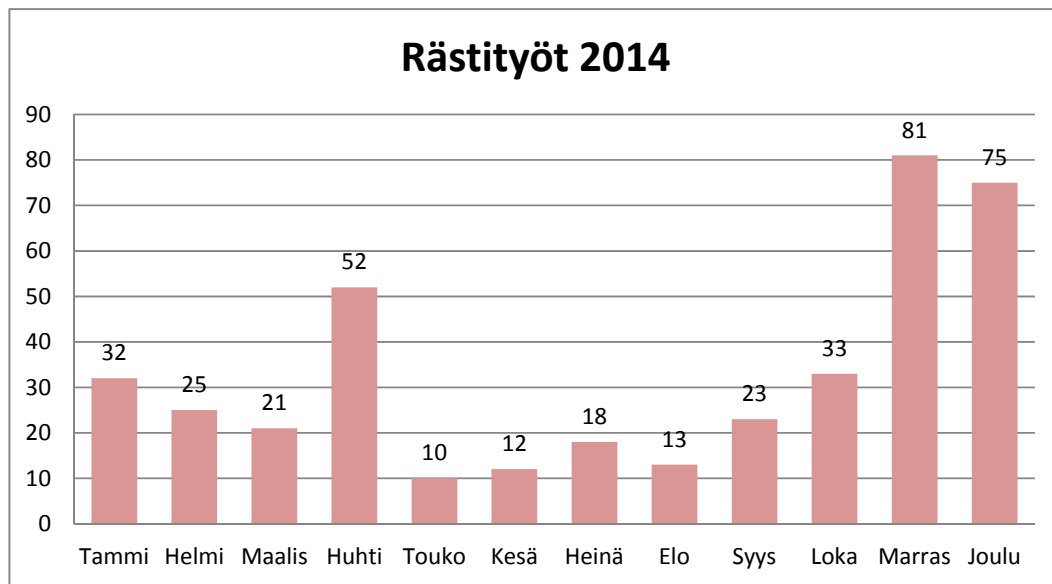
4.7 Käytössä olevat kunnossapidon tunnusluvut ja raportit

Kunnossapidon tapahtumista raportoidaan kuukausittain lähettämällä raportit sähköpostilla kunnossapitoon osallistuville henkilöille. Raportit koostuvat erilaisista kuvaajista, joiden avulla saadaan selville lähinnä ennakkohuoltojen määrä, rästitöiden määrä sekä TOP 10 -häiriökorjauskohteet. Raportoitavia tunnuslukuja ei juuri tarkastella tai analysoida yhteisesti. Tarkempaa tietoa työtilauksista, niiden valmistumisesta tai lajittelusta ei ole raportoitu säännöllisesti. Raportit esitetään kuvien 16 – 17 mukaisissa kuvaajissa. Kuukausittain kerätään Excel-taulukkoon myös valmiiksi kuitattujen töiden määrät kunnossapitolajeittain luokiteltuna molemmista puhdistamoista ja jätevedenpumppaamoista yhteensä. Nämä arvot raportoidaan Basware FPM-järjestelmään (Financial Performance Management, taloudenhallintajärjestelmä).

Vuosittain kunnossapitojärjestelmän tapahtumista pyritään tekemään vuosiraportti jossa raportoidaan kunnossapitojärjestelmästä kerättyjä tietoja kuten ennakkohuoltojen määrä, työtilausten määrä, valmiusaste ja työtunnit. Edellä mainittujen raporttien lisäksi satunnaisesti tarkastellaan kirjattujen työtuntien määriä. Kunnossapidon kustannuksista ei tehdä vastaavia raportteja kaikkien tarkasteltavaksi. Kustannuksia ja niiden toteutumista seurataan vuoden aikana satunnaisissa asentajalavareissa sekä työnjohtopalavereissa yksikön päällikön johdolla. Tarkempia raportteja niiden toteutumasta ei jaeta. Yksikön päällikkö seuraa kustannuksia omilla käytössä olevilla työkaluillaan. Kuukausittain jaettavien raporttien lisäksi, muita tunnuslukuja kunnossapidosta ei jaeta. Tunnuslukujen raporttoimista varten on kuitenkin mahdollisuuksia. Raportoinnissa voidaan hyödyntää Voyant-raportointityökalua sekä kunnossapitojärjestelmän omia raportteja.



Kuva 16. Kaikki valmiit ennakkohuoltotyöt vuonna 2014.



Kuva 17. Kaikki vuoden 2014 rästityöt vuoden 2014 lopussa.

5 KUNNOSSAPITOTOIMINTOJEN VERTAILU

Työhön liittyen toteutettiin vierailu neljässä eri kohteessa, ja tutustuttiin niiden kunnossapitotoimintaan. Tavoitteena oli tutustua case-kohteiden kunnossapitoon yleisellä tasolla. Vierailujen päällimmäinen tarkoitus oli saada tietoa muiden laitosten toimintatavoista ja selvittää mahdollisia tunnuslukuja, joilla toimintaa seurataan. Vierailuilla tutustuttiin perusasioihin kuten organisaatioon, laitosten kokoluokkaan, työmääriin, ennakkohuoltojen määriin ja käytettäviin kunnossapitolajeihin. Lisäksi perehdyttiin päivittäisiin työohjauksen ja töidenhallinnan keinoihin. Vertailemalla toimintatapoja haluttiin selvittää myös käytetäänkö olemassa olevia tunnuslukuja, millä perusteella ne on valittu ja miten tunnuslukujen avulla saatuja tietoja raportoidaan. Lisäksi tutustuttiin käytössä olevaan kunnossapitojärjestelmään, sen käyttöön sekä mahdollisten lisäosien, ja muiden järjestelmien yhteyttä kunnossapitojärjestelmään. Ennen vierailuja laadittiin lista asioista joita haluttiin selvittää. Liitteessä 1 on esitetty tärkeimpiä kysymyksiä joihin vierailuilla haluttiin vastauksia. Vertailun avulla haluttiin saada erilaista näkökulmaa tunnuslukujen käyttöön, kuten luvussa 2.5 on esitetty. Tehtävän vertailun ideana on oppia toisilta ja kyseenalaistaa omaa toimintaa.

5.1 Case: Energialaitos

Ensimmäinen vierailu suoritettiin voimalaitokselle. Lahti Energian Kymijärven voimalaitoksella tuotetaan sähköä ja kaukolämpöä Kymijärvi I ja Kymijärvi II -voimalaitoksissa. Energiaa tuotetaan sekä fossiilisilla polttoaineilla, biopolttoaineilla että kierrätyspolttoaineella uudemmalla Kymijärvi II -voimalaitoksella. Uudempi Kymijärvi II on otettu käyttöön 2012 ja vanhempi Kymijärvi I alkaa olla teknisen käyttöikänsä päässä ja kolmannen ”kattilan” investointia suunnitellaan. Voimalaitoksessa työskentelee tällä hetkellä noin 90 henkilöä ja kunnossapidossa siitä on 30 henkilöä. Kunnossapitoyksikkö on jaettu mekaaniseen kunnossapitoon sekä sähkö- ja automaatiokunnossapitoon. Kunnossapidon vastuulle kuuluu koko voimalaitoksen alue. Kaukolämpöverkostosta ja pienlaitoksista vastaa oma yksikkönsä.

Voimalaitoksen oma kunnossapito vastaa perustyötilauksista sekä ennakkohuolloista. Oman kunnossapidon lisäksi käytetään paljon ulkopuolista kunnossapitoa. Voimalaitoksel-

la on paljon erityisosaamista vaativaa työtä joten ostopalvelut ovat merkittävässä osassa. Vuosittain pidettävien vuosirevisioiden aikana käytetään myös ulkopuolisia urakoitsijoita. Isommista projekteista vastaa erillinen projektiorganisaatio ja investoinnit hoidetaan projektista riippuen joko kunnossapitohenkilöstön avulla tai toisesta yksiköstä saatavat tuen avulla.

Lahti Energiolla on käytössä uusi kunnossapitojärjestelmä Solax, jonka käyttöön on siirrytty 2011. Aiemmin laitoksella on ollut käytössä kunnossapitojärjestelmä Artturi. Solax-järjestelmässä on käytössä jo yli 60 000 laitepositiota. Vuosittain järjestelmään kirjataan yli 3 500 työtilausta, joten tiedon hallintaan on hyvä olla olemassa kunnollinen järjestelmä. Kunnossapitojärjestelmän vaihtumisen myötä aiemmin erilliset toiminnanohjaukseen liittyvät järjestelmät ovat nyt yhteydessä toisiinsa. Kunnossapito-, prosessinohjaus-, työturvallisuus- ja ympäristö-, dokumentointi-, raportointi- sekä osto- ja kirjanpitojärjestelmät liittyvät yhteen ja toimivat käytössä olevassa Dynamics AX -ympäristössä. Tämä tuo etua tunnuslukujen raportointiin. Tunnusluvut saadaan helposti raportoitua suoraan AX-ympäristön tarjoamalla raportointisovelluksella. Sen avulla saadaan kunnossapidon eri tunnusluvut, kustannukset ja TOP 10 -raportit helposti. Uuden kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton myötä järjestelmää hyödynnetään aiempaa enemmän ja se tarjoaa hyvän työkalun toiminnan kehittämiseen.

Kunnossapidossa käytössä olevia tunnuslukuja raportoidaan kuukausittain. Raportit jaetaan kunnossapitoinsinööreille ja hän raportoi ne tarvittaessa eteenpäin. Raportit sisältävät muun muassa seuraavia tunnuslukuja:

- TOP-listat
- Töiden määrä ja kustannukset
- Kustannukset laitoksittain (Kymijärvi I ja Kymijärvi II)
- Kustannukset laitosten eri osa-alueittain

Kustannuksista seurataan kokonaiskustannusten tasoa, työnumerolle kirjattavien kustannusten osuutta sekä niiden kustannusten osuutta, joita ei voi luokitella millekään työnumerolle. Toteutuneita kustannuksia verrataan budjettiin. Molempien laitosten kustannukset raportoidaan erikseen (Kymijärvi I ja Kymijärvi II). Lisäksi kuukausittain katsotaan TOP

30 -raportti ulkopuolisten urakoitsijoiden synnyttämistä kustannuksia eli kenen urakoitsijan toiminta on synnyttänyt eniten kustannuksia.

Työtilausten määrää ja valmistumisprosenttia seurataan myös säännöllisesti. Työt luokitellaan järjestelmässä välittömästi suoritettaviin kunnossapitotöihin, suunniteltuun kunnossapittoon sekä ennakkohuoltoihin ja erillisiin vuosirevisio töihin. Kunkin luokan osuus työtilauksista saadaan myös raporteista. Työtilaukset raportoidaan työlajiin mukaan (välitön korjaus, suunniteltu korjaus, ennakkohuolto). Työt luokitellaan myös kuormituspaikkaryhmien mukaan. Ensisijaiset kuormituspaikkaryhmät ovat käyttö, koneasentajat, koneasentajat ulkopuolinen urakoitsija, muu ulkopuolinen urakoitsija, sähkö- ja automaatioasentajat sekä S/A ulkopuolinen urakoitsija. Sopimusurakoitsijalle voidaan antaa rajoitetut oikeudet kunnossapitojärjestelmään, koskien huollettavien laitteiden työtilauksia.

Ennakkohuoltojen määrää vuositasolla ei eritellä tarkemmin, mutta niiden prosentuaalista osuutta kaikista töistä seurataan kuukausittain. Järjestelmään ei tällä hetkellä merkata työtunteja eikä varaosien hallinta ole järjestelmässä. Työluvut, turvallisuushavainnot ja suoritettut turvallisuus- ja ympäristöhavaintokierroksien tiedot ylläpidetään ja raportoidaan erillisessä järjestelmässä intrassa. Raportoivat tunnusluvut saadaan olemassa olevan AX-ympäristön raportointisovelluksesta yksinkertaisesti ja ne otetaan sen avulla säännöllisesti. Koko vuoden raporteista ei tehdä erillistä yhteenvetoa, vaan vuoden tunnusluvut selviävät kuukausittain tehdyistä kumulatiivisista raporteista vuoden lopussa.

5.2 Case: Teollisuusjätevesienpuhdistus

Kunnossapidon toimintaan perehdyttiin myös Porvoossa Kilpilahden teollisuusalueella sijaitsevaan, öljynjalostamon toimintaan tutustumalla. Jalostamon alueella toimii myös jätevedenpuhdistamon jossa puhdistetaan teollisuusjätevesiä. Puhdistamon virtaama on keskimäärin $550 - 600 \text{ m}^3 / \text{h}$. Puhdistamoon johdetaan jalostamon alueella syntyvät jätevedet ja läheisen petrokemian tehtaan jätevedet sekä molempien saniteettivedet. Lisäksi prosessialueella syntyneet ns. lattavedet eli hulevedet johdetaan jätevedenpuhdistamolle. Puhdistamolle johdetut jätevedet ovat tyypillisesti hyvin öljypitoisia. Jätevedestä poistetaan lupaehtojen mukaisesti erityisesti öljy, tyyppi, fosforin sekä fenoli. Puhdistusmenetelmät ovat mekaaniset, fysikaalis-kemialliset sekä biologiset.

Jätevedenpuhdistamolla työskentelee yksi laitosmies sekä kaksi henkilöä operoinnissa. Operaattorit työskentelevät kolmessa vuorossa. Kunnossapitohenkilöstö on osa koko jalostamon kunnossapito-organisaatiota, joka huolehtii koko prosessilaitteiston kunnossapidosta raaka-aineiden vastaanotosta lähtien aina lopputuotteen jakeluterminaaliin saakka. Alueella on 40 eri prosessiyksikköä. Koko kunnossapito-organisaatiossa työskentelee noin 350 henkilöä, siitä noin 240 Porvoossa. Kiinteistökunnossapito on ulkoistettu. Omia asentajia alueella työskentelee noin 140, suunnittelu- ja laadunvarmistusyksikössä työskentelee noin 100 henkilöä, Tämä osasto vastaa myös ulkopuolisen työvoiman organisoinnista. Päivittäin alueella työskentelee 50 - 150 ulkopuolista palveluntoimittajaa.

Kunnossapidosta vastaa siis oma kunnossapito-organisaatio sekä lisäksi erityistöiden, kuten eristys-, teline- tai hitsaustöiden, osalta ulkopuolinen kunnossapito. Kunnossapitoalueet on jaettu maantieteellisiin vastuualueisiin. Vastuualueilla toimiin työnjohtaja sekä 4 - 6 asentajaa. Kunnossapidon toiminnasta vastaavat ryhmät on jaettu ammattialoittain: mekaaninen-, kone- ja logistiikka-, automaatio- sekä rakennustekninen ryhmä. Lisäksi kunnossapitoyksikön toimintaan liittyviä osa-alueita:

- resurssienhallinta (oma työ, ulkopuolisten työ)
- tarkastus (NDT)
- toiminnanohjaus
- tekninen palvelu (BAT, investointien kunnossapidettävyys)
- seisokkiryhmä (revisioiden suunnittelu)
- kunnossapidon osaamiskeskus

Jalostamolla on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä IFS, johon on integroitu muun muassa kunnossapitojärjestelmä, varastojen hallinta ja taloushallinta. Järjestelmä on juuri päivitetty viimeisimpään versioon. Järjestelmässä on sovellukset muun muassa laitetietojen ylläpitämiseen, historiatietojen-, kustannusten-, varaosien ja töidenhallintaan. Jokaisella järjestelmässä olevalla laitteella on oma kustannuspaikka, jolle syntyvät kustannukset ohjautuvat. Jokaisella työllä on myös olemassa suunnitellut kustannusarviot.

Tuotannosta vastaava henkilöstö käyttää myös IFS järjestelmää ja syöttää työtilaukset järjestelmään. Yhdessä tuotannonhenkilöstön kanssa määritetään työn kriittisyys. Vikailmoi-

tukset käydään läpi viikkopalavereissa ja päivittäisissä yhteispalavereissa, joissa on myös mahdollista keskustella töiden tärkeydestä. Järjestelmään työt luokitellaan

1. normaalit työt, ei niin kiireiset, menevät työvarastoon
2. tärkeät työt, menevät työlistan kärkeen, työ tehdään esimerkiksi seuraavana arkipäivänä
3. välittömät työt, työt jotka on tehtävä heti

Työt luokitellaan kriittisyyden lisäksi ammattialoittain, työlajin sekä kustannusten mukaan. Käytössä on yksinkertainen luokittelu työlajeille: kunnossapidon korjaustyöt, investointityöt sekä ennakkohuoltotyöt. Kustannusten mukaan jaettuna työt menevät: normaaleihin kustannuksiin, normaalista poikkeavaan luokkaan tai seisokkityöksi. Vuosittain järjestelmään syntyy noin 27 000 työtilausta, viiden vuoden välein pidettävän suurseisokkiin liittyviä töitä on noin 8 500.

Jalostamon kunnossapito on aikaan- ja kuntoon perustuvaa ja osa laitteista käytetään ns. loppuun ja annetaan vikaantua hallitusti. Toiminnanohjauksen yhtenä tärkeimpänä mittarina on kuitenkin ennakkohuoltojen määrä. Kaikista töistä ennakkohuoltoja on 30 %. Luku vaikuttaa pieneltä, mutta ennakkohuolloiksi luokitellaan ainoastaan ennakkohuoltokierroksilla tehdyt työt. Kunnossapidon toimintaa suunnitellaan Rolling Forecast -menetelmällä noudattaen 15 kuukauden jaksoissa. Toimintaa peilataan edellisen toimintajakson tapahtumiin ja syntyneisiin kustannuksiin, jonka perusteella ”ennustetaan” uuden toimintakauden tapahtumat ja tarvittavat työt. Samalla tarkastellaan käyttösuunnitelmaa. Se antaa kunnossapidon toiminnalle raamit joiden mukaan toimintaa voidaan suunnitella.

Kunnossapidon toimintaa seurataan lukuisilla eri mittareilla ja tunnusluvuilla. Käytettävillä mittareilla seurataan muun muassa ostotilauksia, työtilauksia (esimerkiksi niiden valmistamiseen kuluvaa aikaa), pumppujen vikataajuuksia, ennakkohuoltojen määrää ja kustannuksia. Lisäksi seurataan tapaturmia, työlupia ja muita turvallisuusasioita. Tarkasteltavista tunnusluvuista saadaan raportit automaattisesti olemassa olevasta järjestelmästä. Kukin ammattiala vastaa tietojen analysoinnista omalta osaltaan. Analysointi tehdään joko kerran viikossa, kerran kuukaudessa tai neljännesvuosittain. Jatkuvasti seurattavien tunnuslukujen lisäksi voidaan ajoittain ottaa tunnuslukuja myös kohteista, joiden toimintaa ei normaalisti seurata. Mikäli kohteen toimintaa halutaan kehittää, tunnuslukujen avulla saadaan lisäin-

formaatiota. Esimerkiksi kunnossapidettävillä kohteilla, jotka ovat aiheuttaneet eniten kustannuksia, voidaan asettaa halutut tunnusluvut. Niiden avulla tilannetta voidaan seurata tarkemmin ja selvitetään toimenpiteitä kustannusten hillitsemiseksi.

5.3 Case: Jätevedenpuhdistamo

Jätevedenpuhdistuksen kunnossapitoon tutustuttiin Aqua Palvelu Oy:n toiminnan kautta. Aqua Palvelu on Lahti Aquan tytäryhtiö. Aqua Palvelu tuottaa Lahti Aqualle käyttö- ja kunnossapitopalvelut, vastaa puhtaanveden jakelusta, jätevedenpuhdistuksesta sekä verkostosta Lahdessa ja Hollolassa. Aqua Palvelu Oy vastaa pelkästään laitosten prosessista sekä kunnossapidosta. Muun muassa taloushallinto, suunnittelu, rakennuttaminen ja asiakaspalvelu ovat emoyhtiö Lahti Aquan toimintaa. Lahti Aqua on muodostettu 2008 ja se työllistää noin 80 henkilöä. Aqua Palveluissa työskentelee puolestaan noin 55 henkeä.

Jätevedenpuhdistuksen toiminta on jaettu kahteen eri puhdistamoon, joiden molempien AVL on noin 100 000. Kunnossapidon toimintaa ohjaa käyttöpäällikkö, joka vastaa myös veden tuotannon prosesseista. Kunnossapidosta vastaa kunnossapito- ja automaatioinsinööri ja jätevesiprosessista prosessi-insinööri. Kunnossapito on jaettu kahteen ryhmään, mekaaniseen kunnossapitoon sekä sähkö- ja automaatiokunnossapitoon. Kunnossapito-osasto vastaa yhteisesti molempien puhdistamoiden kunnossapidosta. Jätevedenpumppaamoiden kunnossapidosta vastaa verkostoyksikkö.

Kunnossapidon toiminnan perustana on ehkäisevä kunnossapito. Oma kunnossapito vastaa ennakkohuolloista sekä vikakorjauksista. Myös käyttäjät tekevät ennakkohuoltoja kuten tarkastuksia, pesuja ja rasvauksia sekä mahdollisesti yksinkertaisia vikakorjauksia. Kunnossapitopalveluja ostetaan myös ulkopuolelta. Ostopalvelujen osuus kunnossapidosta on noin 25 %. Ostopalveluja käytetään yksittäisten laitteiden huolloissa. Muun muassa linkojen, kompressoreiden ja välppien vuosihuollot suorittaa huoltosopimusten mukaisesti ulkopuolinen urakoitsija. Laitosten IV-koneiden huolto on myös ulkoistettu.

Laitoksella on ollut käynnissä automaatiojärjestelmän päivitys. Samassa yhteydessä on päivitetty myös kunnossapitojärjestelmä. Näin ollen kunnossapito- ja automaatiojärjestelmä ovat nyt yhteydessä keskenään. Uusi kunnossapitojärjestelmä on Instan automaatiojärjestelmään liittyvä sovellus. Järjestelmät eivät ole yhteydessä muihin järjestelmiin, kuten

taloushallinto-ohjelmistoon. Aiemmin käytössä ollut PowerMaint-järjestelmä on ollut vähällä käytöllä ja uudistuksen myötä kunnossapitojärjestelmän käyttöön halutaan panostaa enemmän. Uuteen järjestelmään on saatu vietyä entisistä järjestelmästä laitetiedot. Historiatietojen vienti uuteen järjestelmään ei ole vielä tässä vaiheessa toteutunut. Kunnossapitajien ja käyttäjien avuksi uuden järjestelmän käytössä on otettu tabletit. Niiden avulla järjestelmän käyttö onnistuu myös kentältä käsin, eikä käyttö ole sidottu vain tietylle päätteelle. Uusi järjestelmä on haluttu pitää yksinkertaisena, joka helpottaa käytettävyyttä. Järjestelmän käytön halutaan jatkossa olevan aktiivisempaa.

Kunnossapitojärjestelmässä on käytettävissä päiväkirja-, kortisto-, ennakkohuolto- ja vikatyösovellukset. Työt luokitellaan järjestelmässä mekaanisen kunnossapidon, sähkökunnossapidon, prosessin tai urakoitsijan suorittamaksi työksi sekä vika- tai huoltotyöksi. Laitteiden, töiden tai vikojen kriittisyyttä ei järjestelmässä määritellä tarkemmin. Työtunteja ei kirjattu aiempaan järjestelmään. Uudessa järjestelmässä on mahdollisuus lisätä työn kesto, kun työ kuitataan valmiiksi. Työn keston määrittäminen pyritään ottamaan käyttöön raportoinnin osana, kun järjestelmän käyttö on vakiintunut muilta osin.

Kunnossapidettavia laitteita järjestelmässä on noin 3 000 ja ennakkohuoltoja noin 1 500. Vikatöiden määrästä ei ole tarkkaa tietoa sillä niitä ei ole kirjattu vanhaan järjestelmään ja uuteen järjestelmään niitä ei ole vielä ehditty kirjata. Jatkossa järjestelmään kirjataan kaikki vika- ja ennakkohuoltotyöt. Koska kunnossapitojärjestelmän käyttö ei ole ollut aiemmin säännöllistä, ei tapahtumista ole myöskään tehty tarkempia raportteja tai selvitetty tietoja tunnuslukuja varten. Tunnuslukujen ja mittareiden käyttö on siis ollut vähäistä. Tietojen luotettavuudesta ei voida olla täysin varmoja, jos kaikkia tietoja ei kirjata.

Tällä hetkellä kunnossapidosta seurataan ostetun kunnossapidon osuutta, kustannuksia laitostasolla ja kunnossapitokustannuksia, joissa laitosten kustannukset eritellään. Tarkempia laitekohtaisia kustannuksia ei lasketa. Varaosienhallinta tapahtuu taloushallintaohjelman kautta. Varastosta saadaan tavaraa vain tiettyä työnumeroa vastaan ja varastomies kirjaa haetut tavarat taloushallintajärjestelmään. Kustannukset kohdistuvat laitosten mukaan. Myöskään työmääriä ei raportoida. Uuden järjestelmän myötä tullaan kunnossapidon tilaa seuraamaan tarkemmin ja tunnuslukuja tullaan ottamaan käyttöön. Jatkossa on mah-

dollista saada tarkempaa tietoa, kun raportointi uuden kunnossapito- ja automaatiojärjestelmien myötä kehittyi.

5.4 Case: Jätevedenpuhdistamo ja ulkoistettu kunnossapito

Tutkimuksessa tutustuttiin jätevedenpuhdistamon kunnossapitoon Turun seudun puhdistamo Oy:ssä. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle johdetaan jätevesiä kymmenen kunnan alueelta. Sen AVL on 330 000. Vuonna 2009 käynnistyneellä laitoksella puhdistetaan Turun seudun yhdyskunta- sekä teollisuusjätevesiä mekaanisin, kemiallisin ja biologisin menetelmin. Puhdistamo toimii maan alla kallioon louhituissa tiloissa. Käytössä on neljä puhdistuslinjaa. Puhdistusprosessissa syntyvä liete kuivataan ja kuljetetaan jatkokäsittelyyn puhdistamon ulkopuolelle. Puhdistamon alueella työskentelee puhdistamon omassa organisaatiossa päivittäin noin 8 henkeä kokopäiväisesti.

Kunnossapito on ulkoistettu ja palveluista vastaa Kemira Operon Oy. Kunnossapito hoidetaan keskimäärin viiden hengen voimin. Kunnossapitosopimukseen kuuluvat kaikki ennakko- ja huoltotyöt. Varaosien kustannuksista vastaa tilaaja. Myös korjaustöistä syntyvät kustannukset (työ, materiaali) laskutetaan tilaajalta erikseen. Useiden laitteiden huolloista vastaavat laitevalmistajat erillisillä sopimuksilla (esimerkiksi pumput, lingot, kaavinlaitteet ja kompressorit). Puhdistamo-osakeyhtiön puolella kunnossapitotoiminnasta vastaa koneinsinööri. Kunnossapidon vastuualueelle kuuluu Kakolanmäen puhdistamon lisäksi neljä isompaa pumppaamo. Kiinteistön huoltoon on erillinen sopimus.

Kunnossapitojärjestelmänä puhdistamolla on Artturi Neo, ja sen käyttö on hyvin kattavaa ja aktiivista. Kaikki laitoksen laitteet ovat järjestelmässä. Yhteensä kortteja on noin 7 700 ja laitekortteja niistä on 4 400. Ennakko- ja huollot ja työtilaukset kirjataan järjestelmään, mutta käytössä ovat myös varaosa- ja ostojärjestelmä. Työtilaukset voidaan tehdä Artturiin suoraan käytössä olevasta automaatiojärjestelmästä. Urakoitsija käyttää Artturia ja kirjaa järjestelmään myös työtunnit.

Ennakkohuoltoja on kirjattu järjestelmään n. 1 640 kappaletta. Työtilauksia on vuosittain noin 900 kappaletta. Häiriökorjausten osuutta ei ole seurattu. Kunnossapitotyö jaetaan järjestelmässä huoltoryhmän mukaan seuraavasti:

- mekaaninen kunnossapito
- mekaaninen, pumppuhuollot
- sähkökunnossapito
- automaatiokunnossapito
- kiinteistö-kunnossapito
- tietojärjestelmät
- alueet ja rakenteet
- käyttö

Lisäksi työt voidaan luokitella kriittisyyden mukaan (ABC-luokittelu). Vastaavasti työlajit luokitellaan seuraaviin kunnossapitolajeihin:

- jaksotettu kunnossapito
- kunnonvalvonta
- kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
- kunnostaminen
- parantava kunnossapito
- välitön häiriökorjaus
- siirretty häiriökorjaus
- laitos ja henkilöturvallisuus

Käytössä on myös muita kunnossapitolajeja, joille työt voidaan luokitella (viranomaistarkastukset, ympäristövaikutustyöt, varaosat ja hankinnat, kalibrointi, revisiotyö), näitä kuitenkin käytetään harvemmin tai ei ollenkaan. Näiden lisäksi töille asetetaan myös oma kiireellisyysluokka. Luokat ovat: kriittiset korjaukset (tehdään heti), kiireelliset korjaukset, aikataulutettu (tehdään erillisen aikataulun mukaan) sekä normaalityöt (ajankohdan voi urakoitsija päättää itse).

Urakoitsijan kanssa pidetään viikoittain pienempi palaveri, jossa käydään läpi viikon aikana suoritettavat työt. Kuukausittain pidetään isompi palaveri, jossa seurataan töiden tilaa. Palaverissa käsitellään vastaanottamattomien korjaustöiden määrät (kappale) ja vastaanottamattomien töiden määrät kriittisyysluokkaan lajiteltuna. Tämän lisäksi kunnossapidon tapahtumia seurataan kuukausittain urakoitsijan lähettämän raportin avulla. Urakoitsija toimittaa Excel-taulukossa tiedot suoritetuista korjaustöistä. Työt on jaettu työnumeroitain. Raportissa on esitetty lisäksi työtunnit, tehdyt hankinnat ja niistä aiheutuneet kustannukset. Tämän perusteella joka kuukaudesta esitetään taulukko, johon on kirjattu töiden määrät (%) ja työt (kpl). Tässä mallissa työt on jaettu huoltotöihin, vikatöihin, muutostöihin, parannuksiin, hankintoihin sekä turvallisuustöihin. Näin pystytään seuraamaan kuukausittain kustannuksia sekä vikatöiden osuutta.

6 TUNNUSLUKUJEN VALINTA

Tässä työssä valittujen mittareiden avulla pyritään seuraamaan kunnossapidon tilaa ja havainnoimaan kunnossapitotoiminnassa tapahtuvia muutoksia. Tunnukslukujen tuottamaa tietoa analysoimalla voidaan kunnossapitoa kehittää eteenpäin. Tunnukslukujen valinnassa on huomioitu kunnossapidon nykytilan tarkastelu. Lisäksi valinnan tukena on tarkasteltu EN-15341- ja PSK 7501 -standardien esittämiä tunnukslukuja. Käytössä oleva kunnossapitojärjestelmä Artturi hyödyntää muun muassa PSK-standardien mukaisia kunnossapitolajeja, joten PSK-standardeissa esitettäviä tunnukslukuja pystytään hyödyntämään. PSK 7501 -standardin tunnuksluvut täydentävät EN-15341 -standardin tunnukslukuja. Tunnukslukujen käytössä on oleellista, että kerätty tieto ovat luotettavaa ja tunnukslukuja käytetään vastaamaan omia tarpeita (PSK 7501). Standardien mukaisia tunnukslukuja käytettäessä voidaan pitää etuna, että tunnuksluville esitetään yhtenäiset määritelmät standardeissa, ja tunnuksluvut sekä niihin johtavat laskelmat pohjautuvat yhtenäisiin periaatteisiin.

Kuten työssä on jo aiemmin esitetty, tunnukslukujen valintaan ei kuitenkaan ole olemassa yhtä oikeaa tapaa. Valintaan vaikuttavat kunnossapidettävän kohteen toiminnan luonne, kunnossapidon tila, tavoitteet ja toimintaan vaikuttavat ulkoiset tekijät sekä tarvittavan tiedon keräysmahdollisuudet.

Tunnukslukujen käyttöönottoa helpottamaan voidaan tehdä esimerkiksi Excel-taulukko, jossa tunnuksluvut on esitetty selityksineen. Kun tarvittavat laskentakaavat ja taulukot on luotu valmiiksi, halutut kuvaajat generoituvat näistä. Käytettävien tunnukslukujen määrittelyt lisätään myös taulukkoon, mikäli ne eivät ole yksiselitteisiä. Taulukko pyritään toteuttamaan kokonaisuutena, johon tarvittavat tiedot voi hakea kuka tahansa kunnossapitojärjestelmästä tai muusta lähteestä. Taulukon tietoja voidaan käyttää myös Suomenojan puhdistamon ja muiden yksiköiden tarpeisiin soveltuvilta osin.

6.1 Aktiiviseen seurantaan ehdotettavat tunnuksluvut

Taulukossa 13 esitettävät tunnuksluvut on tarkoitettu kunnossapidon jatkuvaan seurantaan. Näillä tunnuksluvuilla pyritään tarkastelemaan erityisesti ennakkohuoltojen toteutumista, työtilauksien valmistumista sekä häiriökorjausten osuutta yksinkertaisesti ja tiheällä aika-

välillä. Tunnusluvut voidaan käydä läpi esimerkiksi viikoittain mestaripalaverissa tai kahden viikon välein pidettävässä työjohtopalaverissa. Tärkeintä on kuitenkin raportoitujen tunnuslukujen säännöllinen tarkastelu ja analysointi. Näin asia pysyvät jatkuvasti tuoreena ja mielikuva kunnossapidon tilasta selkeänä.

Valittuja tunnuslukuja voidaan tarvittaessa muokata. Esimerkiksi ennakkohuoltojen tarkempaa tarkastelua voidaan keventää, kun ennakkohuoltojen ajoittaminen toimii ja työt valmistuvat ajallaan. Mikäli työtuntien kirjaamiseen halutaan jatkossa panostaa enemmän, voidaan toteutumista tarkastella tähän liittyvillä tunnusluvilla. Seuraamalla valituista tunnusluvista tehtyjä raportteja, toiminnassa tapahtuviin muutoksiin, pystytään reagoimaan ajoissa ja oikealla tavalla. Taulukossa 13 on esitetty valitut tunnusluvut sekä esimerkki raportoitavista luvuista kuukauden ajalta.

Taulukko 13. Valitut tunnusluvut kunnossapidon seuraamiseksi yhteisissä palavereissa.

Tunnusluku	Esimerkki luvuista
Kuitatut ennakkohuollot	465
Rästitöiden osuus, huoltoryhmittäin	84
Kaikki rästityöt (myös vanhemmat)	908
Työtilaukset	67
Valmiit työtilaukset	65
Häiriökorjausten osuus	62 %
Korjaavan kunnossapidon osuus	78 %

6.2 Jatkuvaan seurantaan ehdotettavat tunnusluvut

Edellä ehdotettujen tunnuslukujen lisäksi on koottu joukko tunnuslukuja tarkempaa kunnossapidon seurantaan varten. Näiden tunnuslukujen raportoinnin ja käsittelyn ei tarvitse olla yhtä tiheästi toteutettu kuin aiemmin esitettyjen tunnuslukujen. Osa tunnusluvuista vaatii tuntien kirjaamisen tehostamista kunnossapitojärjestelmään ennen käyttöönottoa, jotta tiedot olisivat luotettavia. Kaikkia tunnuslukuja ei pystytä käyttämään suoraan standardien esittämällä tavalla johtuen järjestelmien asettamista rajoitteista sekä puutteellisista tiedoista. Esitetyt tunnusluvut on jaettu standardin EN-15341 mukaisesti teknisiin-, taloudellisiin- ja organisaatioon liittyviin tunnuslukuihin. Tunnusluvut esitetään taulukoissa 14 – 18.

6.2.1 Tekniset tunnusluvut

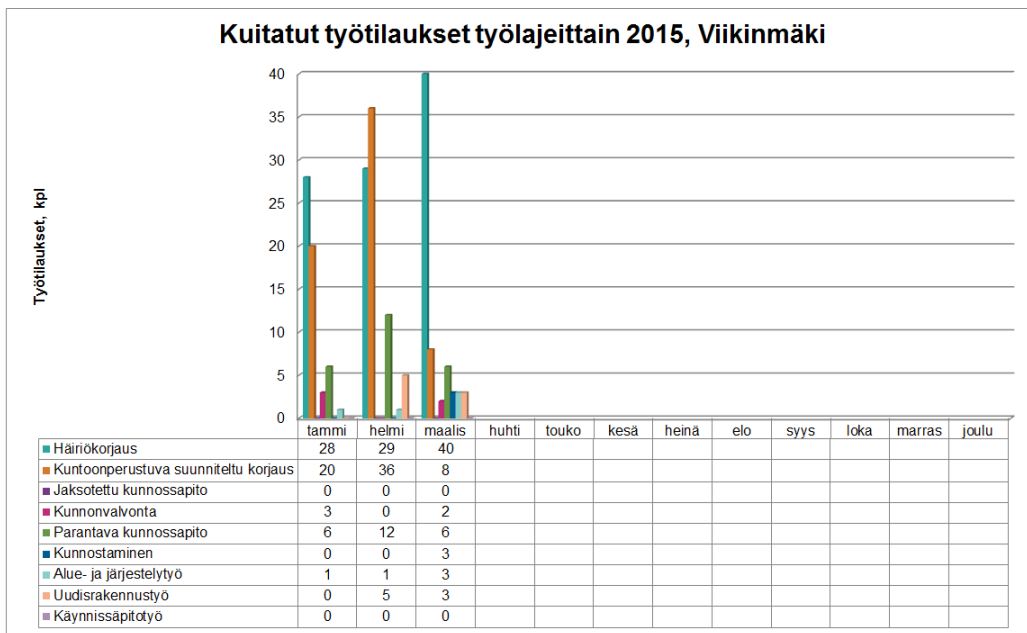
Teknisiin tunnuslukuihin sisältyy ennakkohuoltojen, työtilausten ja häiriökorjausten tarkempi tarkastelu. Häiriökorjauksista raportoidaan kuukausittain TOP 10 -häiriökorjauskohteet kustannuskohteilta, taulukon 14 esimerkin mukaisesti. Kullakin kustannuskohteelta voidaan ottaa tarkemmat raportit TOP 10 -häiriökorjauksista Voyant-raportointityökalun avulla tarvittaessa tai esimerkiksi puolivuositain, jolloin ne myös analysoidaan. Raporteissa esiin nouseville kohteille saadaan tarvittaessa kunnossapitojärjestelmän omista raporteista selville keskimääräinen vikaväli (MTBF). Ennakkohuoltojen määrät esitetään kuukausittain huoltoryhmiin jaettuna, samoin rästityöt (kuva 18). Työtilausten jakautumista tarkastellaan tarkemmin esittämällä työtilaukset kunnossapitolajeihin jaettuna, kuvassa 19 olevan esimerkin mukaisesti.

Taulukko 14. TOP 10 -häiriökorjaukset kustannuskohteen mukaan jaettuna.

Kustannuskohde	Positio	Kohde	Lkm
310 Esikäsitteily	1.1107	Tulopumppu 7	7
320 Vedenkäsitteily		Prosessin hallintajärjestelmä	3
325 Suodatinlaitos	1.1182	Biologisen suodattimen poistopumppu	2
330 Lietteen- ja kaasunkäsitteily	5.7301	L1 Nosto-ovi	10
340 Voima- ja kattilalaitos	1.8105	Kaasumoottori 5	20
360 LVI (lämpö, vesi ja ilmastointi)	432001PU	Kiertovesipumppu	3
370 Kiinteistöt ja ulkoalueet	A322	Keittiö	4



Kuva 18. Rästitöiden jakautuminen huoltoryhmittäin.



Kuva 19. Työtilausten jakautuminen työlajeille.

Kerättyjen tietoja avulla voidaan tarkastella tarkemmin suunnitellun ja korjaavan kunnossapidon sekä häiriökorjausten tilannetta taulukoissa 15 - 17 esitettyjen tunnuslukujen mukaan. Tässä vaiheessa tarkkoja kustannustietoja ei saada järjestelmäpuutteiden takia. Taulukossa esitettävien tunnuslukujen laskennassa ja raportoinnissa voidaan käyttää pelkästään töiden kappale- tai tuntimääriä. Nämä tiedot voidaan kerätä kuukausittain ylös ja analysoida esimerkiksi neljännesvuosittain tai puolivuositain.

Taulukko 15. Suunnitellun kunnossapidon seuranta.

Kunnossapidon suunnitteluaste (%)	$\frac{\text{ehkäisevä kunnossapito} + \text{kunnostaminen} + \text{parantava kunnossapito}}{\text{kunnossapitokustannukset}}$
Ehkäisevä kunnossapito (€)	jaksotettu kunnossapito + kunnonvalvonta + kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
Jaksotetun kunnossapitotyön osuus (%)	$\frac{\text{Jaksotettu kunnossapitotyö}}{\text{välitön kunnossapitotyö}}$

Taulukko 16. Korjaavan kunnossapidon seuranta.

Korjaava kunnossapito (€)	kunnostamisen palkkakustannukset + häiriökorjauksen palkkakustannukset + materiaali
Korjaava kunnossapitotyö (h)	kunnostustyö + häiriökorjaustyö
Korjaavan kunnossapitotyön osuus (%)	$\frac{\text{kunnostustyö} + \text{häiriökorjaustyö}}{\text{välitön kunnossapitotyö}}$

Taulukko 13. Häiriökorjausten seuranta.

Häiriökorjaus (€)	häiriökorjausten palkkakustannukset + materiaali
Häiriökorjausosuus (%)	$\frac{\text{häiriökorjaus (palkka + materiaalit)}}{\text{välittömät kunnossapitokustannukset}}$
Häiriökorjaustyön osuus (%)	$\frac{\text{häiriökorjaustyö (h)}}{\text{välitön kunnossapitotyö (h)}}$

6.2.2 Taloudelliset tunnusluvut

Kustannusten seuraamiseksi on esitetty ehdotus käytettävistä tunnusluvuista taulukossa 18. Näihin tunnuslukuihin tarvittavat taustatiedot saadaan olemassa olevista järjestelmistä. Ostettujen kunnossapitopalveluiden laskeminen edellyttää kuitenkin, että myös kunnossapitojärjestelmään kirjataan entistä aktiivisemmin syntyneet kustannukset, ja työt luokitellaan huolellisesti ulkopuoliselle korjaajalle. Olemassa olevien järjestelmien sekä niihin kirjattavien tietojen puutteet asettavat kustannusten seurantaan haasteita. Tässä esitettyjä taloudellisia tunnuslukuja ei ole järkevää seurata kuukausittain, raportointi voidaan tehdä esimerkiksi neljännesvuosittain. Investointikustannuksia seurataan erillisen budjetin mukaisesti.

Taulukko 18. Taloudelliset tunnusluvut.

Kunnossapitokustannukset (€)	kunnossapidon palkkakustannukset + materiaali + pääomakustannukset + muut kustannukset + ostettu kunnossapitopalvelu + osuus yksikön yhteisistä kustannuksista
Oman kunnossapidon kustannukset (€)	kunnossapidon palkkakustannukset + materiaali + pääomakustannukset + muut kustannukset + osuus yksikön yhteisistä kustannuksista
Ostetun kunnossapidon kustannukset (€)	ostettu työ + ulkopuoliset materiaalit + muut kunnossapitopalvelukustannukset
Kunnossapidon osuus tuotteesta (€/yks.)	$\frac{\text{kunnossapitokustannukset}}{\text{tuotannon määrä}}$
Kunnossapitotyön osuus (%)	$\frac{\text{kunnossapidon palkkakustannukset}}{\text{kunnossapitokustannukset}}$
Materiaaliskustannusosuus (%)	$\frac{\text{materiaali}}{\text{kunnossapitokustannukset}}$
Kunnossapidon palkkaosuus (%)	$\frac{\text{kunnossapidon palkkakustannukset}}{\text{yksikön palkkakustannukset}}$

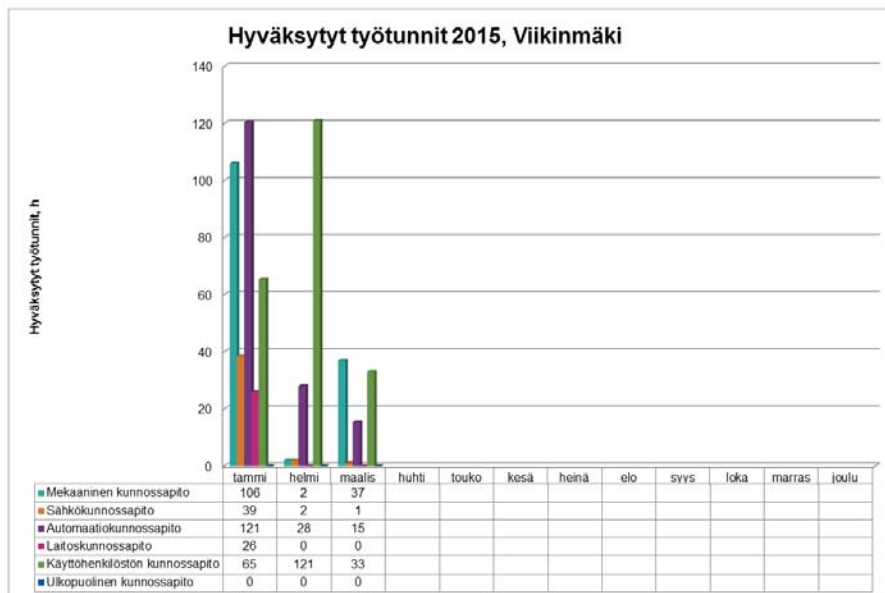
Kunnossapidon huoltoryhmien työn osuus kunnossapitotyöstä saadaan alla olevan esimerkin mukaisesti kaikille huoltoryhmille.

$$\text{mekaanisen kunnossapitotyön osuus (\%)} = \frac{\text{mekaaninen kunnossapitotyö}}{\text{kunnossapitotyö}}$$

Näiden tunnuslukujen määrittämistä varten työtuntien kirjaaminen on saatava toimimaan paremmin. Luvut raportoidaan kuukausittain. Vastaavalla tavalla määritetään myös muiden kunnossapitoryhmien töiden osuus.

6.2.3 Organisaatioon liittyvät tunnusluvut

Organisaatioon liittyvät tunnusluvut ovat sellaisia, joiden avulla voidaan seurata kunnossapidon henkilöstön palkkakustannuksia sekä tehtyjä työtunteja. Huoltoryhmien resursseja seurataan jo aiemmin esitetyissä töiden jakautumisesta kertovissa raporteissa. Jatkossa seurataan säännöllisesti myös työtunteja huoltoryhmittäin jaettuna, kuvan 20 mukaisesti. Työtuntien kirjaaminen ei ole vielä täysin vakiintunut käytäntö ja tässä vaiheessa luvut ovat suuntaa antavia. Tavoitteena on, että työtunnit kirjataan tukevaisuudessa kunnossapitojärjestelmään entistä tarkemmin, jolloin nämä tunnusluvut palvelevat toteutumisen seurantaa. Työtuntien kirjaaminen olisi tärkeää myös muiden tunnuslukujen käyttöä ajatellen. Lisäksi raportoidaan kuukausittain korjaavaan kunnossapitoon käytettyjen työtuntien osuus.



Kuva 20. Työtuntien seuranta kuukausittain.

Kaikkien työtuntien kirjaamisen halutaan tulevaisuudessa tapahtuvan entistä enemmän kunnossapitojärjestelmän kautta joten työtuntien seuranta on siten myös perusteltua. Kunnossapidon avulla halutaan ylläpitää ja parantaa muun muassa laitoksen käyttövarmuutta, kunnossapitovarmuutta ja käytettävyyttä. Tunnuslukujen halutaan tukevan myös näitä asioita. Jätevedenpuhdistusprosessin luonteesta johtuen monien tunnuslukujen, kuten käyntiaikojen tai seisokkiaikojen seuranta, ei anna välttämättä merkittävää lisäarvoa. Näitä voi kuitenkin olla syytä tarkastella tiettyjen yksittäisten laitteiden osalta, kun tarkempi seuranta on tarpeen. Kunnossapito-, hankinta- ja taloushallintajärjestelmien rajoitteet asettavat myös

kerättävän taustatiedon saannille haasteita. Esimerkiksi kustannustietoja ei saada eroteltua halutulla tasolla, näin ollen monia tunnuslukuja ei voida ottaa tällä hetkellä käyttöön sellaisenaan.

Tunnuslukuista koostettavat raportit toteutetaan aluksi osittain työmäärien mukaan, sillä tuntimääriä tai kustannuksia ei saada riittävän yksinkertaisesti esille. Kun kuukausittain seurattavista raporteista koostetaan säännöllisesti vuosiraportti johon voidaan ulottaa pidemmän aikavälin tarkastelua ja pyritään vertailemaan kehitystä aiempien vuosien välillä. Kuukausittain seurattavien tunnuslukujen lisäksi vuosiraportissa esitetään organisatoriset tunnusluvut sekä taloudelliset tunnusluvut niiltä osin kun tieto on saatavilla. Raportointia voidaan laajentaa kustannusten tarkastelun osalta myöhemmässä vaiheessa, kun tarvittava taustatieto on saatavilla järkevästi ja luotettavasti.

Voimalaitos

Voimalaitoksen ennakkohuollot ja työt on raportoitu yhdessä muiden tietojen kanssa. Koska voimalaitoksella luvussa viisi tehtyjen tarkastelujen mukaan esiintyy selvästi paljon häiriökorjauksia ja niistä aiheutuneita kustannuksia, voisi olla hyödyllistä seurata erikseen voimalaitoksen tunnuslukuja. Vähintään TOP 10 -raportit häiriökorjauksista voimalaitokselta auttaisivat kuvaamaan tilannetta nykyistä paremmin. Tuotannon tehokkuutta kuvaavia tunnuslukuja voidaan käyttää kunnossapidon kehittämiseksi. Mikäli voimalaitoksen kunnossapitoon tehdään muutoksia, ja sen kehitystä halutaan seurata tarkemmin, voidaan voimalaitoksen osalta seurata esimerkiksi käyttöastetta, käytettävyyttä sekä toiminta-astetta kuvaavia tunnuslukuja.

$$\text{Käyttöaste (K)} = \frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Kalenteriaika}}$$

$$\text{Toiminta-aste (N)} = \frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{käyttöaika}}$$

$$\text{Käytettävyyys (K)} = \frac{\text{Käyntiaika}}{\text{Käyntiaika} + \text{Seisokkiaika}}$$

Voimalaitoksen erillisten tunnuslukujen seuraaminen on järkevää toteuttaa, kun voimalaitoksella käynnissä oleva laitekannan uudistaminen on saatu päätökseen. Voimalaitoksen osalta voidaan myös miettiä kustannusten tarkempaa seuranta erillisillä raporteilla.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tunnuslukujen valintaan ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa eikä yhtenäistä mallia, minkä perusteella valinnat tehdään. Tämä kävi myös tutkimuksessa ilmi. Valintaan vaikuttaa merkittävästi mitattavan prosessin luonne. Mikäli tunnuslukuja käytetään vain omaan tarpeeseen, ne voivat olla vapaasti valittuja eikä niiden tarvitse perustua esimerkiksi tiettyihin standardeihin. Jos tunnuslukuja halutaan vertailla muiden yritysten tai yksiköiden välillä, voi standardeissa esitettyjen tunnuslukujen käytöstä olla hyötyä. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin tunnuslukujen valinnassa osittain myös standardeissa esitettyjä tunnuslukuja.

Tiettyjen tunnuslukujen valinta ei tarkoita, että samoja tunnuslukuja on käytettävä jatkossa aina. Pidempiaikainen seuranta kuvaa toiminnan kehittymistä paremmin, mutta mikäli havaitaan, ettei jotakin tunnuslukua enää tarvita, voidaan sen raportoinnista luopua. Tunnuslukujen raportointi sitoo resursseja ja aiheuttaa kustannuksia, mikäli järjestelmä ei tuota niitä automaattisesti, joten turhien raporttien tekeminen ei ole perusteltua. Mikäli kunnossapidon toiminnalle asetetaan uusia tavoitteita tai kehityskohteita, on hyvä määrittää erilliset tunnusluvut näiden seurantaan. Projektien ja tavoitteiden onnistumista voidaan näin seurata selkeillä mittareilla. Tunnuslukujen käyttöä voidaan keventää ja raportointiväliä harventaa, kun tavoitteisiin on päästy.

Tutkimuksen aikana toteutettiin vierailu kahdella jätevedenpuhdistamolla, yhdessä teollisuusjätevesiä puhdistavassa yrityksessä sekä yhdessä energialaitoksessa. Tutkittujen laitosten tausta on hyvin erilainen. Myös kunnossapito oli kaikilla hyvin eri tasolla. Casekohteiden vertailu osoittaa, että tunnuslukujen käytössä ei ainakaan näiden toimijoiden välillä juuri ole yhteistä. Jokainen kohde on valinnut käytössä olevat mittarinsa vastaamaan omia tarpeitansa tai mittareita ei vielä ollut lainkaan. Kohteissa seurataan kuitenkin toisiinsa vastaavia asioita kuten kustannuksia, ulkopuolisen kunnossapidon osuutta tai resurssien käyttöä. Tunnuslukuja ei kuitenkaan pystytä vertailemaan keskenään, sillä taustatiedot poikkeavat toisistaan esimerkiksi töiden luokitteluryhmän tai kriittisyyden osalta. Tunnuslukujen käyttö on hyvin vaihtelevaa, mutta kaikilla kohteilla oli halu seurata kunnossapidon toimintaa mittareiden avulla ja kehittää tunnuslukuja myös jatkossa. Kunnossapidon kehittäminen ja ennakkohuoltoihin panostaminen oli myös kaikille vierailukohteille yhteis-

tä. Näiden seikkojen vuoksi ei tämän tutkimuksen puitteissa ole syytä etsiä sellaisia tunnuslukuja, jotka soveltuvat kaikille.

Oman kunnossapidon tilaa analysoitaessa havaittiin, että kunnossapitotoiminta perustuu ennakoivaan kunnossapitoon. Kunnossapidon toiminta on kohtuullisen hyvällä tasolla ja kunnossapitojärjestelmän käyttö on aktiivista. Kunnossapitojärjestelmä sisältää arvokasta tietoa kunnossapidon toiminnasta. Olemassa olevia tietoja voidaan käyttää useiden eri tunnuslukujen määrittämiseen. Valittujen mittareiden avulla pystytään seuraamaan kunnossapitoa tarkemmin. Tiedot tunnuslukuja varten saadaan yksinkertaisesti, nopeasti ja helposti, joten tunnuslukujen koostaminen on kannattavaa. Raporteista saatavien tietojen avulla voidaan parantaa omaa toimintaa ja kehittää kunnossapitoa haluttuun suuntaan.

Ennakoivaan kunnossapitoon on vuosien aikana panostettu ja ennakkohuoltomäärien kasvassa on voitu havaita työtilausmäärien laskeneen. Tämä suuntaus tulisi ylläpitää myös jatkossa. Häiriökorjausten osuus kaikista työtilauksista on myös ollut hieman laskeva, tosin tämä voi johtua osittain siitä, että töiden luokittelu on muuttunut ja luokittelun käyttö on kehittynyt. Kunnossapidon tilaa tarkasteltaessa havaittiin kuitenkin, että tällä hetkellä ennakkohuoltoja on rästissä huomattava määrä. Tähän epäkohtaan on syytä puuttua ja rästistöiden osuutta on hyvä seurata nykyistä tarkemmin. Työtilausten määrä on pysynyt kohtuullisen tasaisena jo jonkin aikaan. Niiden kirjaaminen kunnossapitojärjestelmään on rutiinia ja työtilauksia ei roiku pitkiä aikoja tekemättömänä. Töiden luokittelu toimii myös pääsääntöisesti hyvin. Näiden havaintojen perustella valittiin tunnuslukuja, joilla voidaan seurata tarkemmin muun muassa ennakkohuoltojen kehitystä. Tunnusluvuilla halutaan seurata myös työtilausten jakautumista, ja tarkemmin muun muassa korjaavan ja suunnitellun kunnossapidon osuutta kaikista töistä.

Joidenkin ehdotettujen tunnuslukujen käyttöönottoa hidastaa tiedon saanti järkevällä tavalla. Esimerkiksi työtuntien ja kustannusten kirjaus kunnossapitojärjestelmään ei ole riittävän kattavaa. Järjestelmän käyttöön panostetaan ja käytön tulisi vakiintua sellaiselle tasolle, että tietoja voidaan pitää luotettavana ja niitä voidaan hyödyntää paremmin tunnuslukujen laskennassa. Kunnossapitojärjestelmän käyttö on kuitenkin pidettävä mielekkäänä ja riittävän helppona, jotta motivaatio järjestelmän käyttämiseksi säilyy. Mahdollisten uusien jär-

jestelmien hankinnassa olisi myös huomioitava tunnuslukuja varten tarvittavan tiedonkeruun mahdollisuus sekä rajapintayhteydet muiden järjestelmien kanssa.

Kunnossapidon nykytilan syvempää tarkastelua varten sekä kunnossapidon kehittämiseksi voitaisiin harkita mahdollisia jatkotutkimuksia kunnossapidon tilasta. Kunnossapidon tilasta saataisiin arvokasta lisätietoa kaikille kunnossapitoyksikössä työskenteleville tehtävällä kyselytutkimuksella. Näin kokonaiskuva paranisi ja kaikkien mielipide saadaan esiin. Laitoksella on myös aloitettu jo varaosien kriittisyysluokittelua. Tätä työtä helpottamaan olisi hyvä laatia koko laitokselle tai vähintäänkin kriittisimmille kohteille kriittisyysanalyysi. Näin saataisiin tarkempi kuva kriittisistä laitteista. Huolellisesti tehty kriittisyysanalyysi ja varaosien kriittisyysluokittelu helpottaisi jatkossa myös ennakkohuoltojen suunnittelua. Koska tutkimuksessa havaittiin, että ennakkohuoltojen suorittamisessa ajallaan on puutteita, auttaisi kriittisyysanalyysi avaamaan keskustelua ennakkohuoltotöiden ja aikataulujen mahdollisesta uudelleen tarkastelusta. Tässä voitaisiin lähteä liikkeelle häiriökorjausten TOP 10 -kohteissa olevien laitteiden ennakkohuoltotöiden uudelleen tarkastelusta. Tutkimuksessa määritetyt tunnusluvut toimivat parhaiten vain tässä kohteessa. Mikäli jätevedenpuhdistamoiden kunnossapitoa halutaan vertailla tarkemmin, tulisi määrittää yhteiset tunnusluvut. Näiden tulee olla yleisiä yhteisesti valittuja tunnuslukuja, joilla toimintaa voidaan verrata luotettavasti keskenään.

8 YHTEENVETO

Raportoimalla ja analysoimalla tunnuslukuja säännöllisesti niitä voidaan käyttää kunnossapidon suunnittelu- ja kehitystyön tukena. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapidon toimintaa halutaan seurata säännöllisesti ja kehittää jatkuvasti. Tunnuslukujen avulla voidaan havaita ajoissa kunnossapitotoiminnassa tapahtuvia muutoksia ja tarvittaessa puuttua esille nouseviin epäkohtiin. Tutkimuksen tavoitteena oli luoda ehdotus jätevedenpuhdistamon kunnossapitoa kuvaavasta mittaristosta ja kunnossapidon tunnusluvuista, joiden avulla pyritään seuraamaan toiminnan tehokkuutta sekä laatua.

Tunnuslukujen määrittämisen tueksi tutkimuksessa perehdyttiin kirjallisuuteen, aiempiin tutkimuksiin ja julkaisuihin. Tutkittavan kohteen kunnossapidon nykytilaa analysoitiin kunnossapitojärjestelmästä saatavan tiedon avulla. Kunnossapitoa kuvaavaa tietoa kerättiin muun muassa työtilauksista, ennakkohuolloista, työmääristä, työtunneista ja töiden jakautumisesta. Näiden lisäksi kerättiin tietoa kunnossapidon häiriökorjauksista TOP 10 -analyysien avulla. Nykytilan analysoimisen lisäksi tutustuttiin case-kohteiden toimintaan ja tarkasteltiin miten tunnuslukuja käytetään muissa yrityksissä ja millaisia asioita niillä halutaan tarkastella.

Tutkimuksessa havaittiin, että tutkitun jätevedenpuhdistamon kunnossapito on kohtuullisen hyvällä tasolla. Toiminta perustuu ennakoivaan kunnossapitoon, ennakkohuoltoihin on panostettu ja työtilausten määrää on saatu laskettua. Kunnossapitojärjestelmän käyttö on myös hyvällä tasolla. Tutkimuksessa esitettyjen tunnuslukujen avulla toimintaa voidaan kehittää eteenpäin. Tunnuslukujen valinnassa on huomioitu tutkimuksen aikana esille nousseet asiat.

Tutkimuksessa esitetään tunnuslukuja jatkuvaa aktiivista seuranta varten sekä harvemmin raportoitavia tunnuslukuja tarkempaa analysointeja varten. Tunnuslukujen seuraamista ja raportointia varten laadittiin erillinen Excel-taulukko, jossa esitetään ehdotetut tunnusluvut. Tunnuslukujen valinta on tehty omien tarpeiden mukaisesti siten, että valitut tunnusluvut määritetään mahdollisuuksien mukaan standardissa esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Näin valittuja tunnuslukuja on helpompi käyttää myös HSY:n toisella jätevedenpuhdistamolla ja mahdollisesti vertailla muiden jätevedenpuhdistamoiden kanssa.

Tutkimuksella haluttiin etsiä sellaisia tunnuslukuja, jotka toimivat Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kunnossapidon toimintaa tukevinä. Tutkimuksen aikana saatiin yleiskuva kunnossapitotoiminnan tilasta. Sen avulla työssä on esitetty ehdotus sellaisista tunnusluvuista joilla kunnossapidon tilaa voidaan seurata. Kunnossapidon kehittämiseksi esitetyt tunnusluvut voidaan ottaa käyttöön heti. Näin kunnossapidon tilasta saadaan kerättyä arvokasta tietoa myös pidemmällä aikavälillä. Nyt esitetyt tunnusluvut eivät välttämättä jatkossa ole ainoita oikeita tunnuslukuja, joten tunnuslukujen kehittämistyötä tulee jatkaa myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Bishop, J. 2006. Reliability-Centered Maintenance Rolling Slowly Toward Acceptance. *Is time up for traditional preventive maintenance strategies?* Water Environment & Technology. Vol. 18, 1. s. 63
- Brueck, T. 2005. Strategic Planning in an Ever Changing World. WEFTEC 2005. Water Environment Federation (WEF)
- Grigg, N. 2012. Water, Wastewater and Stormwater Infrastructure Management. 2. Painos. London: The International Water Association (IWA) Publishing. ISBN: 13 9781780400334
- Hotanen, J., Laine, R., Pietiläinen, S. 2001. Benchmarking-opas, opi hyviltä esikuvilta. Helsinki. Suomen Laatu keskus Oy ISBN-13: 9789525136203
- Jordan, J. 2010. Maintenance management for water utilities. American Water Works Association (AWWA). ISBN:9781615837724
- Järviö, J., Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. 288 s. Helsinki: KP-media. ISBN 978-952-99458-8-7
- Järviö J. 2010 Piilossa vai ei? näkyvät ja näkymättömät kustannukset kunnossapidossa. Promaint kunnossapidon erikoislehti 2010. Vol. 3. . Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Karjalainen, A. 2002. Mitä benchmarking-arviointi on? [verkkodokumentti]. [Viitattu 12.10.2014]. Saatavilla <http://www.oulu.fi/w5w/benchmarking/>
- Kiiveri, J. 2000. Kunnossapidon tietojärjestelmät. Kunnossapitokoulu, Kunnossapito-lehden erikoisliite N:o 57.. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Kiiveri, J., Viertävä, J. 2005. Tunnusluvut ohjaamaan kunnossapidon tavoitteiden saavuttamista. Kunnossapito. vol 2. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Komonen, K. 2009a. Haasteet 2009 – Kunnossapidon nykyiset ja tulevat haasteet Suomessa. Promaint-kunnossapidon erikoislehti 2009 Vol. 3. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Komonen, K. 2009b. Tuotanto-omaisuus hallintaan – kapasiteetti, käyttö ja kunnossapito. Promaint-kunnossapidon erikoislehti 2009 Vol. 6. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.
- Komonen, K. 2002. A Cost model of industrial maintenance for profitability analysis and benchmarking. International journal of production economics, vol. 79.

- Kunnossapitoyhdistys Promaint ry, 2010. Lehti 4/2010. Artikkel: Kestäkö kantti katsoa peiliin? s. 54. KP-media Oy
- Kunttu, S., Komonen, K., Ahonen, T., Niemelä M. 2010. Kunnossapidon vuosikirja 2010. Helsinki KP-Media Oy. 69 s. ISSN 1799-4771
- Laine, H. S., 2010. Tehokas kunnossapito tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-media. 275 s. ISBN 978-952-99458-7-0
- Lutchman, R. 2006. Optimized Maintenance, a Roadmap to Excellence. WEFTEC 06. Water Environment Federation (WEF)
- Majdalani, J. G., P.E. Management, 2010. Operation, and Maintenance of Wastewater Systems A Field Study, The Faculty of the College of Graduate Studies, Lamar University.
- Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki KP-Media Oy s. 606. ISBN 978-952-99458-4-9.
- Niva, M., Tuominen K. 2005, Turku Benchmarking käytännössä. Oy Benchmarking Ltd ISBN: 951-9499-13-X
- Nelson, M. D. 2008. Operation of Municipal Wastewater Treatment plants. Volume 1: Management and Support Systems. Water Environment Federation (WEF)
- Parida, A., Kumar, U. 2006. Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges. Division of Operation and Maintenance Engineering Luleå University of Technology. Journal of Quality Maintenance Engineering Vol. 12 No.3
- Parida A. 2007. Study and analysis of maintenance performance indicators (MPIs) for LKAB A case study. Division of Operation and Maintenance Engineering Luleå University of Technology. Journal of Quality in Maintenance Engineering Vol. 13 No. 4
- PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK standardisointi. 3. painos
- PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. Helsinki: PSK standardisointi.
- PSK 7502. 2002. Logistiikan tunnusluvut. Materiaalitoiminnot. Helsinki: PSK standardisointi.
- PSK 7503. 2013. Suunnittelun tunnusluvut. Helsinki: PSK standardisointi. 2. painos.

RIL-124-2. 2004. Vesihuolto 2. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto. ISBN 951-758-438-5.

SAMI Pyramid model. Saatavissa: http://samicorp.com/?page_id=40 [Viitattu 24.4.2015]

Tomlinsong, P. D. 2009. Mining Engineering. Reliability-centered maintenance improves equipment health 61, 12; ProQuest Central pg. 41

Wilson, C., Bloomfield, P., McDonald, S. 2006. Implications of Asset Management on Capital and O&M Financing. WEFTEC 06. Water Environment Federation (WEF)

Haastattelut:

Suvilampi Erkki, Lahtinen Arttu. 2014 Lahti Energia Oy. 27.11.2014.

Mäki-petäjä Janne. 2014. Aqua Palvelu Oy. 9.12.2014

Moilanen Vesa. 2014. Neste Oil Oyj. 8.12.2014

Essi Suortti. 2014. Neste Oil Oyj. 17.12.2014. Puhelinkeskustelu

Jarno Arfman. 2014. Turun seudun puhdistamo Oy. 18.12.2014

LIITTEET

Liite 1 Käsitellyt asiat case-kohteissa

Organisaatio:

- Yleiskuva organisaatiosta
- Työntekijöiden määrä (asentajat/työnjohto/asiantuntijat jne.)

Laitoksen / yrityksen toiminta:

- Kunnossapidettävän alueen koko?
- Kunnossapidettävien laitteiden määrä?
- Ulkopuolisen ostopalvelun käyttö?

Käytettävä kunnossapitojärjestelmä ja sen käyttö:

- Järjestelmän laajuus, laitekorttien määrä?
- Käytössä olevat sovellukset?
- Mitä asioita järjestelmään kirjataan (työtunnit, varaosat, kustannukset)?
- Töiden luokittelu järjestelmässä, kriittisyys, huoltoryhmät, kunnossapitolajit?
- Ennakkohuoltojen määrä vuositasolla?
- Työtilausten määrä vuositasolla + häiriökorjausten osuus?

Kunnossapidon seuranta ja raportointi:

- Kuka laatii raportit ja kenelle ne jaetaan?
- Raporttien analysointi?
- Onko raportointiin erillisiä työkaluja, saadaanko automaattisesti järjestelmästä?
- Mitä tunnuslukuja mahdollisesti on käytössä?
- Esimerkkejä käytettävistä tunnusluvuista
- Miten kustannuksia seurataan?
- Onko kustannusten seurantaan käytössä tunnuslukuja?
- Järjestelmän käytön sujuvuus/mielekkyys?