

Pasi Jaakkola

# Vesihuoltolaitteiden huolto ja kunnossapito

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinöörityö  
07.06.2012

Tekijä Otsikko	Pasi Jaakkola Vesihuoltolaitteiden huolto ja kunnossapito
Sivumäärä Aika	30 sivua + 8 liitettä 07.6.2012
Tutkinto	Insinööritutkinto
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Jarmo Perttula Vastaava vesilaitoshoitaja Juha Salmi
<p>Tämä insinöörityö tehtiin osana Hyvinkään vesilaitoksen kunnossapidon parantamiseen tähtäävää projektia. Projektin tarkoituksena oli ottaa käyttöön kunnossapitojärjestelmä, joka auttaa vesilaitoshenkilökuntaa töiden suunnittelussa, raportoinnissa ja niiden varsinaisessa suorittamisessa. Hyvinkään vesilaitoksen ongelmana on ollut paperisten huoltosuunnitelmien epäsäännöllinen toteutuminen sekä laitteiden dokumenttien heikko käytettävyys. Ongelmana on ollut myös huoltojen painottuminen vain veden toimituksen kannalta tärkeimpiin laitteisiin.</p> <p>Työn teoriaosassa käydään läpi kunnossapidon määritelmä ja valotetaan kunnossapidon nykyaikaista käsitettä. Teoriaosassa käydään läpi myös kunnossapidon eri lajit, vikaantuminen ja kunnossapidon tietojärjestelmien yleisimpiä osa-alueita.</p> <p>Työn tutkimusosassa aluksi kuvataan lyhyesti vesihuoltolaitteiden toimintaa ja niiden huoltoja. Tutkimusosassa annetaan myös kuva Vehu- kunnossapitojärjestelmän perustoiminnosta, ja ohessa kerrotaan kuinka uusi kunnossapitojärjestelmä ratkaisee osaltaan vesilaitoksella olleet ongelmat. Perustoimintojen läpi käyminen on suunnattu Hyvinkään vesilaitoksen henkilökunnalle.</p> <p>Hyvinkäällä vesilaitoksella toteutetun projektin lopputuloksena syntyi toimiva ja heidän tarpeisiinsa sopiva kunnossapitojärjestelmä, joka sisältää laite- ja dokumenttirekisterien lisäksi työmääräimen, työnraportointijärjestelmän sekä määräväleihin toistuvat ennakkohuollot.</p>	
Avainsanat	kunnossapito, vesihuolto, Vehu-kunnossapitojärjestelmä

Author Title	Pasi Jaakkola Service and Maintenance of the Waterworks Equipment
Number of Pages Date	30 pages + 8 appendices 7 June 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Jarmo Perttula, Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences Juha Salmi, Foreman, Hyvinkään vesilaitos (Hyvinkää waterworks)
<p>This graduate study was carried out in order to improve the maintenance of Hyvinkää waterworks. The objective of this project was to introduce a maintenance system which helps the employees of the waterworks on planning, reporting and in the actual performance of the facility. Hyvinkää waterworks problem has been the irregular implementation of paper based servicing plans and poor usability of equipment documents. There have also been problems in focusing the maintenance on the most important devices of water supply.</p> <p>In the theoretical part of the study the definition of maintenance is described and the modern concept of maintenance is clarified. In addition, different types of maintenance, failures and the most common areas of the maintenance systems are also analyzed.</p> <p>The research section begins with a brief description of the functions and services of water supply devices. Furthermore, a description of the basic functions of Vehu – maintenance system is included. In addition, it is described how the new maintenance system will solve the problems related to irregular servicing and poor usability of equipment documents. The presentation of the basic functions is directed for the use of the personnel of Hyvinkää water works.</p> <p>As a result, a working and suitable maintenance system was created to meet the requirements of the Hyvinkää waterworks. It includes device and document registers and working schedules, work reporting system and periodically preventive maintenance.</p>	
Keywords	Maintenance, Vehu maintenance system

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Lähtökohta	1
1.2	Tavoitteet	2
2	Hyvinkään Vesi	3
3	Kunnossapito	5
3.1	Kunnossapidon yleiset määrittelyt	5
3.2	Kunnossapidon hyödyt	5
3.3	Kunnossapidon osa-alueet	6
3.3.1	Käyttöseuranta	7
3.3.2	Huolto	7
3.3.3	Korjaava kunnossapito	8
3.3.4	Ehkäisevä kunnossapito	8
3.3.5	Parantava kunnossapito	9
3.4	Vikaantuminen	9
4	Kunnossapidon tietojärjestelmät	11
5	Vesilaitosten laitteisto ja niiden huolto	14
5.1	Pumput	14
5.1.1	Keskipakopumppu	14
5.1.2	Epäkeskopumppu	15
5.1.3	Letkupumput	16
5.2	Mittarit	17
5.2.1	pH-mittari	17
5.2.2	Sameusmittari	18
5.2.3	Paine-, virtaus- ja pintamittarit	19
5.3	UV- desinfiointilaitteisto	20
5.4	Muut vesihuollon laitteistot ja niiden huollot	21
6	Vehu-kunnossapito-ohjelma	22
6.1	Laiterekisteri	22
6.2	Huoltotehtävät	24

6.2.1	Tehtävätyypit	25
6.2.2	Huoltotehtävälomake	25
6.2.3	Määrävälein toistuvat ennakkohuollot	27
6.3	Lomakkeiden esittely	27
6.4	Liitetiedostot	28
7	Projektin eteneminen	29
8	Yhteenveto	29

## Liitteet

Liite 1. Vedenjakelujärjestelmä

Liite 2. Vehu- kunnossapito-ohjelman käyttöliittymä

Liite 3. Vehu- kunnossapito-ohjelman mobiili käyttöliittymä

Liite 4. Ennakkohuoltojen csv-tiedosto

Liite 5. Hyvinkäänkylän PI-kaavio

Liite 6. Erkylän PI-kaavio

Liite 7. Hikiän PI-kaavio

Liite 8. Excel-pohjainen laiterekisteri

## 1 Johdanto

Tämä työ tehtiin Hyvinkään Vedelle ja sen tarkoituksena on kehittää puhtasvesipuolen laitteiston kunnossapitoa.

Projektin ensimmäisessä vaiheessa kerättiin kattava laitetietokanta kaikista toiminnassa olevista vedenkäsittelylaitoksista. Laitetietokannan keräyksen ohessa laitosten PI- kaavioiden puutteet korjattiin sekä laitteistolle luotiin uusi positiotunnusjärjestelmä.

Projektin toisessa vaiheessa vietiin kerätty laitetietokanta kunnossapito-ohjelmistoon sekä lisättiin valmistajien suosittelemat huolto-ohjelmat. Projektin toiseen vaiheeseen kuuluu lisäksi järjestelmän mukauttaminen vesilaitoksen tarpeisiin sopivaksi ja henkilökunnan kouluttaminen kunnossapitojärjestelmän käyttöön.

### 1.1 Lähtökohta

Projektin alussa todettiin vesilaitoksen kunnossapidon nykyhetkinen tilanne ja arvioitiin sen mahdollisia ongelmia. Kattavan arvion saamiseksi vesilaitoksen tilannetta tarkasteltiin henkilöstön, tiedonkulun, työnsuunnittelun sekä vesilaitoksen historian näkökulmasta. Ennen projektin alkua tiedettiin, että ennakkohuoltojen tekeminen vesilaitoksen laitteille oli epäsäännöllistä ja niitä tehdään lähinnä vedentoimituksen kannalta kriittisimpiin kohteisiin. Muille laitteille tehtiin korjaus- ja huoltotöitä niiden vikaantuessa.

Merkittävä osa vesilaitoksen kohtaamista haasteista on saanut alkunsa laitossaneerauksista. Vesilaitos on joutunut uudistamaan ja lisäämään laitteistoaan merkittävästi 2000 – luvulla. Uudistuksia vesilaitos on joutunut tekemään vastatakseen nykypäivän ympäristön ja verkostoveden laadun vaatimuksiin. Laitteistojen määrän lisääntyminen sekä laitekannan muuttuminen kirjavammaksi ja monimutkaisemmaksi on tuonut vesilaitokselle haasteita hallita pumppaamoihin liittyvää informaatiota. Saneerauksissa laitekortit, positiotunnusjärjestelmä ja PI-kaaviot ovat kärsineet päivityksen puutteista. Saneerausten seurauksista johtuen myös laitteiden kirjalliset käyttöohjeet ovat vaikeasti käytettävissä huoltojen yhteydessä. Käyttöohjeiden heikko käytettävyys vaikeuttaa huoltotöitä

sekä huonontaa työskentelyn tehokkuutta. Pitkällä aikavälillä vesilaitoksen nykyinen tilanne vähentää laitospöyhien kokemusperäistä ammattitaitoa ja lisää ulkoistamista.

Kunnossapidon nykytilaan ovat vaikuttaneet myös vanhentuneet toimintatavat. Tähän saakka töiden ja huoltojen suunnittelu on tehty muistin, kalenterien, Excel – taulukoiden ja tulostettujen paperien avulla usean eri ihmisen toimesta. Useiden toimipisteiden takia, töiden organisointi on suoritettu aamupalaverissa sekä puhelimen välityksellä. Edellä mainitut toimintatavat ovat aiheuttaneet ongelmia huolto-ohjelmien toteutumiselle, resurssien suunnittelulle, työajan seurannalle sekä työnteon tehokkuudelle.

Useilla henkilöstövaihdoilla on myös ollut keskeinen osa kunnossapidon nykytilaan sekä toimintatapoihin. Henkilöstövaihdoksia on tapahtunut vesihuoltojohtajan, vastaavan vesilaitoshoitajan ja yhden laitoshoitajan tehtävissä. Lisäksi laitoshoitajia on vähennetty yhdellä, jolloin kolme henkilöä lukuunottamatta koko puhdasvesipuolen henkilöstö on vaihtunut viimeisen kahden vuoden aikana. Henkilöstövaihdoista johtuen työtavat ovat muuttuneet, sekä latteiden historiatiedot ovat jääneet vain muuttaman henkilön tietoon.

## 1.2 Tavoitteet

Projektin tavoite on ottaa käyttöön Hyvinkään vedessä toimiva ja nykyaikainen kunnossapitojärjestelmä, joka tukee vesilaitoksen ammattitaitoista henkilökuntaa huoltotoissa. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton ohella järjestelmään luodaan runko määrävällein toistuville ennakko- ja huoltoille.

Projekti toteutetaan Masinotek Oy:n toimittamalla VEHU-ohjelmistolla. Toimiessaan kunnossapitojärjestelmä parantaa Hyvinkään vesilaitoksen laitteiden huoltoa sekä tuo helpotusta vesilaitoksen informaatio - ongelmiin. Vesilaitokseen liittyvä informaatio halutaan kerätä samaan paikkaan, jotta nykyiseltä vesilaitoshenkilökunnalta saadaan siirrettyä riittävästi tietoa heidän seuraajilleen. Tietojen kerääminen helpottaa ja nopeuttaa tulevaisuudessa myös uusien työntekijöiden, harjoittelijoiden sekä kesätyöntekijöiden työhön opastamista. Lisäksi kunnossapito-ohjelma tukee vesilaitoksen ammattitaitoista henkilökuntaa huoltotoissa.

## 2 Hyvinkään Vesi

### Yleistä

Hyvinkään vesi toimittaa vesihuollon Hyvinkäällä yli 40 000 ihmiselle toiminta-alueellaan. Vettä toimitetaan Hyvinkään kaupunkilaisten lisäksi Riihimäelle, Oittiin, Mäntsälään ja Hausjärvelle. Kartassa (liite 1) on kuvattu alueen vedenjakelujärjestelmää. Verkostoon pumpatun veden määrä oli vuonna 2010 yhteensä 3 525 773 m<sup>3</sup>, josta laskutetun veden osuus oli 2 687 823 m<sup>3</sup>[1.]

Vesilaitoksella on yhteensä neljä vedenottamoita, joista kolme on toiminnassa. Vettä otetaan yhteensä 12 porakaivosta ja Päijänne-tunnelista. Veden jakelu hoidetaan Hyvinkään alueella 6782 kiinteistölle 276 kilometrin mittaisella vesijohtoverkostolla ja kahdella vesitornilla. Hyvinkään Vesi huolehtii myös jätevedestä, jota hoidetaan 26 jätevedenpumppaamolla ja yhdellä keskuspuhdistamolla sekä kahdella pienemmällä puhdistamolla. [2.]

Hyvinkään vesilaitos toimii itsenäisenä liikelaitoksena Hyvinkään kaupungin organisaatiossa. Sen ylimpänä päättävänä toimielimenä toimii Hyvinkään Veden johtokunta. Vesihuoltojohtaja toimii johtokunnan alaisuudessa ja vastaa vesilaitoksen puhtas- ja jätevesipuolen sekä verkoston toiminnasta. Henkilöstöä vesihuoltojohtajan alaisuudessa työskentelee 36 henkilöä. Vesilaitoksen henkilöstöstä viisi työntekijää toimii koko-aikaisesti puhtasvesipuolella ja jätevesipuolen laitosmiehet avustavat tarvittaessa puhtasvesipuolta. Vuonna 2011 vesilaitoshenkilökunnan keski-ikä oli 49 vuotta, ja eläkkeelle henkilöstöstä on seuraavan 10- vuoden aikana jäämässä noin 50 % henkilöstöstä.

### Historia lyhyesti

Hyvinkään vesilaitoksen historia kietoutuu tiiviisti Hyvinkään kaupungin kehitykseen. Kaupungin sijaitessa hyvien kulkuyhteyksien varrella, paikkakunnalle on syntynyt iso teollisuuskeskittymä, jonka ansiosta asukasluku on ollut kovassa nousussa koko 1900-luvun, lukuun ottamatta sotavuotia. Vesilaitos on saanut alkunsa asukasluvun ylittäessä 12 000 rajan vuonna 1940, jolloin Hyvinkäälle ryhdyttiin suunnittelemaan vedenpumppaamoita turvaamaan hyvinkääläisten vedensaantia. [3.]

Ensimmäisen vedenottamon rakennustyöt aloitettiin vuonna 1943. Pumppaamon valmistumisen yhteydessä vuonna 1945 perustettiin Hyvinkään vesilaitos ylläpitämään rakennettua pumppaamaa. Vuoden 1945 loppuun mennessä vesilaitokselta vettä toimitettiin 75 kiinteistöön ja sen toimittamiseen oli käytettävissä 11 kilometriä vesijohtoa. [3.]

Kasvava asukasluku ja vettä vaativa teollisuus pakotti Hyvinkään lisäämään vedenottamoiden lukumäärää. Vedenottamoita rakennettiin kolme kappaletta vuosien 1945 - 1980 aikana. Yksi vedenottamoista sijoitettiin Hyvinkäänkylään sekä kaksi Hausjärven puolelle Erkylään ja Hikiälle. Veden saannin takaamiseksi Hikiän vedenottamolle rakennettiin vuosina 1987 - 1988 tekopohjavesialtaat, joihin ruvettiin imeyttämään Päijännetunnellista pumpattua vettä. Vuonna 2004 vesilaitoksien vettä käytti 6211 kiinteistöä ja verkostoa oli rakennettua 241 kilometriä. [3.]

Laitosten saneeraukset aloitettiin 1990-luvulla, jolloin Erkylän vedenottamon laitteistot uusittiin. Saneerauksia jatkettiin 2000-luvun loppupuolella Hikiän ja Hyvinkäänkylän osalta. Hyvinkäänkylän vanhaa vedenottamaa korvaamaan rakennettiin vuonna 2005 uusi vedenottamo, jossa on käytössä aktiivihiihisiuodatus ja UV-desinfiointi. Hikiän laitos saneerattiin vuonna 2009, jolloin laitokseen lisättiin kloorin- ja kalkinvalmistuslaitteistoa sekä neljä uutta porakaivoa.

### 3 Kunnossapito

#### 3.1 Kunnossapidon yleiset määrittelyt

SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon” [4].

PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, ja 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” [5].

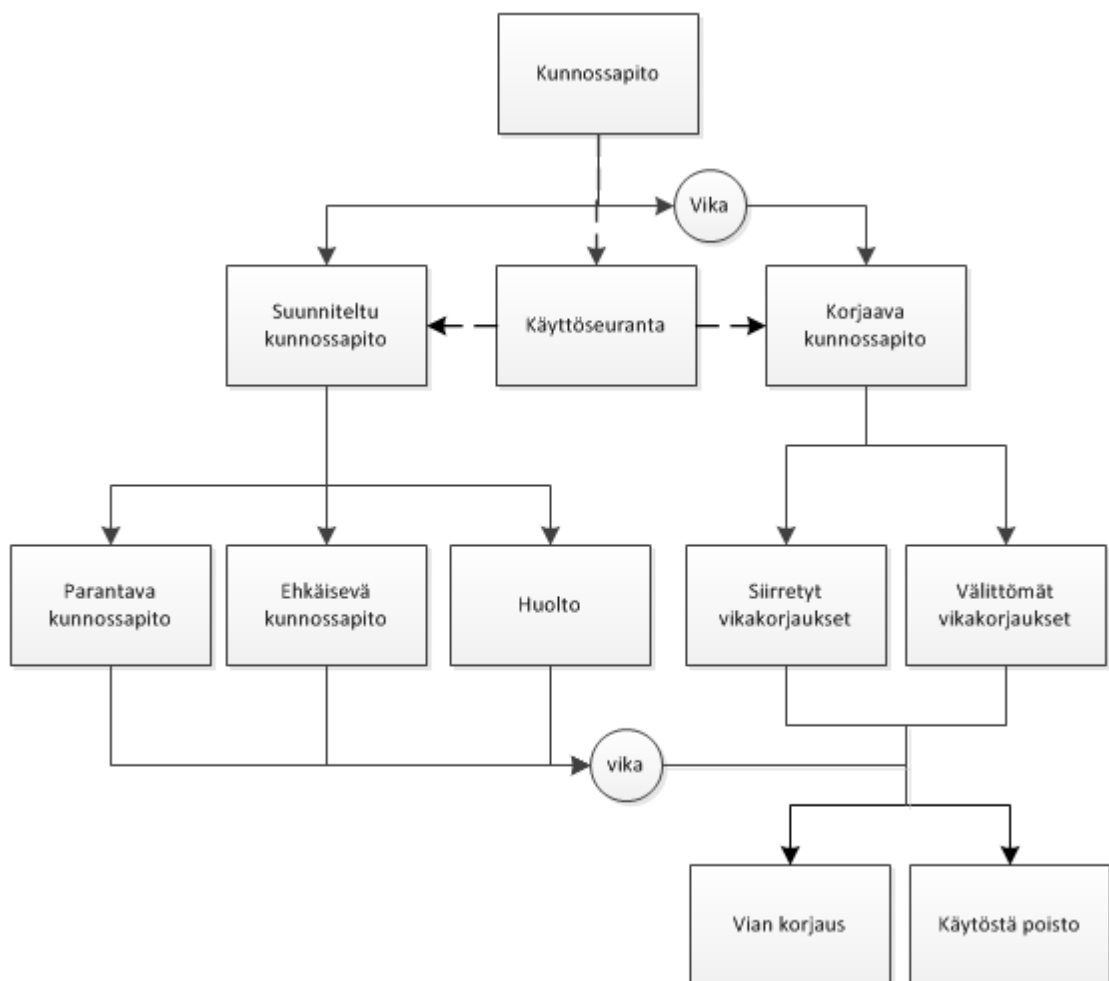
#### 3.2 Kunnossapidon hyödyt

Aikaisemmin kunnossapito on käsitetty pelkäksi vikojen korjaamiseksi. Nykyään käsite on muuttunut koneiden käyttämiseen liittyväksi yleistermiksi ja ajattelutavaksi. Se sisältää kaikki ne tapahtumat, joita laitteille suoritetaan, jotta niillä olisi parhaat mahdolliset edellytykset toimia mahdollisimman pitkään tehokkaasti ja luotettavasti. Kunnossapidolla pyritään siis pitämään käyttöomaisuuden kokonaistehokkuus ja käyttövarmuus korkealla tasolla tai jopa nostamaan niitä. [6, s. 9]

Kunnossapito on levittäytynyt kaikille teollisuuden toimialueille ympäri maailman. Sen määrä myös lisääntyy jatkuvasti. Syynä tähän heränneeseen kiinnostukseen on siitä oikein hyödynnettynä saatava taloudellinen etu. Olemassa olevia koneita kannattaa korjata ja ylläpitää ennemmin kuin ostaa jatkuvasti kalliimpia kone ja prosessikokonaisuuksia. Näiden jatkuvan hinnan nousuun aiheuttavat koneiden monimutkaistuminen, automatisoituminen sekä yleisen valmistuskustannusten nouseminen. Varajärjestelmiäkään ei usein voida rakentaa tuotantoa varmistamaan, koska ne aiheuttavat lisää huolto- ja investointikustannuksia. Lisääntyneen kiinnostuksen kunnossapitoon aiheuttaa lisäksi koneiden ja laitteiden vaativammat huoltotarpeet käyttäjiltä ja huoltohenkilökunnalta [6, s.9]

### 3.3 Kunnossapidon osa-alueet

Kunnossapito voidaan jakaa kuvion 1 mukaan suunniteltuun ja suunnittelemattomaan kunnossapitoon. Näiden kahden jako tapahtuu vian ilmenemisajankohdan mukaan. Suunniteltu kunnossapito sisältää kaikki ne tarkastus-, testaus- ja huoltotoimenpiteet, joita tehdään ilman, että laitteessa tiedettäisiin olevan vikaa, kun taas suunnittelemattomassa eli korjaavassa kunnossapidossa vika syntyy ennen kuin siihen puututaan. Molemmissa kunnossapitotavoissa on kuitenkin käyttöseuranta keskeisessä osassa, jotta laitteissa esiintyvät viat havaittaisiin.



Kuvio 1. Kunnossapidon perusjako

### 3.3.1 Käyttöseuranta

Käyttöseuranta on normaalin toiminnan ohessa käyttäjän aistihavainnoin suorittamaa valvontaa. Kokenut käyttäjä osaa kiinnittää huomiota mahdollisesti vikaantuviin kohtiin, sekä osaa havainnoida laitteessa jo syntyneet muutokset näkö-, kuulo-, tunto- ja hajuaistien. [7, s. 301]

Ensimmäisenä käyttöseurannan perusedellytyksenä on hankkia käyttöseurannassa tarvittava tieto laitteiden käyttöohjeista ja muista dokumenteista. Toisena käyttöseurannan perusedellytyksenä on järjestyksen ja siisteyden ylläpito, jotta tarvittavat havainnointitoimenpiteet voidaan suorittaa vaivattomasti. Jotta nämä perusedellytykset voidaan toteuttaa, on työtiloista poistettava työnkulkuun kuulumattomat sekalaiset esineet ja työkalut. Lisäksi laitteisiin liittyvät dokumentit on taltioitava niin, että ne ovat järjestyksessä ja että niitä helppo käyttää. [7 s. 301]

Henkilöstön osuus toimivassa ja tehokkaassa käyttöseurannassa suuri, koska se vaatii henkilöstöltä korkeaa motivaatiota ja ammattitaitoa. Nämä voidaan saavuttaa pitkäjänteisellä henkilöstön ja kunnossapito-organisaation kehittämällä ja parantamisella. Eri-laisilla koulutustapahtumilla, ryhmätöillä ja kamppanijaluonteisilla projekteilla voidaan myös tehokkaasti kehittää henkilökunnan suorittamaa käyttöseurannan tasoa. [7, s. 302]

### 3.3.2 Huolto

Huolloilla tarkoitetaan konkreettisia toimenpiteitä, joilla ylläpidetään koneen toimintoja ja ominaisuuksia. Esimerkkejä näistä toimenpiteistä ovat puhdistus, voitelu, komponenttien vaihdot ja kalibroinnit. Huoltoja ovat myös sellaiset toimenpiteet, joilla tehdään koneiden toimintaympäristö ja toimintaedellytykset mahdollisimman hyväiksi. [8, s. 44; 9, s. 25, 14]

Huoltoja suoritetaan joko valmistajien antamien huolto-ohjelmien tai kokemusperäisen tiedon mukaan. Usein näitä myös sekoitetaan koneen käyttötavasta tai paikasta riippuen. Huoltojen määräväleille ei ole olemassa mitään "nyrkkisääntöä", vaan niitä voidaan joutua tekemään vuosittain, kuukausittain, viikoittain tai jopa päivittäin. [7, s. 299]

### 3.3.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on perinteistä kunnossapitotoimintaa, jossa vikaantunut laite palautetaan käyttökuuntoon sen vikaannuttua. Korjaavan kunnossapidon vikaantumistilanteet kehittyvät niin, että niitä ei etukäteen voida havaita tai aavistaa. [ 8, s. 43 - 44]

Korjaavia kunnossapito toimia edeltää vian syntyminen ja sen kehittyminen tai jopa tuotannon keskeytyminen. Vikojen syntyminen on usein monen eri tekijän summa ja niitä voidaan yrittää vähentää parantavalla kunnossapidolla sekä huoltotehtäviä tekemällä. [7, s. 307]

Korjaavassa kunnossapidossa vikaantumiset suoritetaan joko välittöminä tai siirrettyinä vikakorjauksina. Välittömällä korjauksella pyritään minimoimaan tuotannon menetykset ja mahdolliset lisävauriot. Siirrettyjä korjauksia suoritetaan puolestaan, kun vikaantunut laite on vaikeasti korjattavissa eikä se aiheuta tuotantoon katkosta. [8, s. 46]

Korjaava kunnossapito ei sovellu hyvin suurien tuotantoprosessien ainoaksi kunnossapidon strategiaksi suuren tuotantokatkosriskin vuoksi. Se voi kuitenkin joissakin pienemmissä tapauksissa olla kunnossapidon normaali käytäntö, kuten esimerkiksi hehkulampun vaihtamisessa. Hehkulampun vaihtamista ei kuitenkaan usein mielletä kunnossapitoon kuuluvaksi, vaan sitä pidetään ennemminkin normaalina tapahtumana.

### 3.3.4 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joita tekemällä voidaan ennakoida vikojen syntymisiä tai estää niiden syntyminen kokonaan. Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on pienentää vikojen todennäköisyyttä ja toimintakyvyn alenemista seuraamalla kohteen suorituskykyä sekä sen parametreja. [8, s. 44 - 45]

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään kun halutaan koneen toimivan jatkuvasti häiriöttä ja luotettavasti. Tavoitteeseen pääsemiseksi voidaan käyttää erilaisiin mittauksiin perustuvaa kunnonvalvontaa. Tällaisia tekniikoita ovat esimerkiksi: värähtelyanalyysit, infrapuna-kuvaus sekä öljyanalyysit.[8, s. 66 - 67]

### 3.3.5 Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla muutetaan koneiden toimintoja sekä ominaisuuksia, jotta kunnossapidettävyys, luotettavuus, käytettävyys ja turvallisuus lisääntyisivät. Parantavaa kunnossapitoa on myös se, kun koneiden suorituskykyä nostetaan vaihtamalla osia uudenpiin tai suunnittelemalla koko koneen toiminta uudelleen. [7, s. 308 - 309]

Parantava kunnossapito sisältyy yleensä sellaisten tuotantolaitosten kunnossapitosuunnitelmaan, joilla on jatkuva tarve uudistaa, kehittää tai muuttaa kaikkia tuotantoon kuuluvia toimintayksiköitä. Tässä tilanteessa on yleensä kannattavampaa parantaa olemassa olevaa koneistoa kuin hankkia jatkuvasti uusia. Muutostarpeiden taustalla ovat usein asiakkaiden muuttuneet tarpeet, tekniikan kehitysvaatimukset tai nousseet kustannuspaineet. [7, s. 308]

### 3.4 Vikaantuminen

Laitteet pyritään suunnittelemaan ja tekemään vikaantumattomiksi. Jos laite ei kuitenkaan kykene suorittamaan sille ennalta suunniteltua tehtävää, se voidaan tulkita vikaantuneeksi. Usein vikaantumiseen johtava syntymekanismi kehittyy pitkän ajan kuluessa joko fyysisen tai kemiallisen rasituksen seurauksena. Vikatilanteita eivät kuitenkaan ole sellaiset tapaukset, jotka johtuvat suunnitellun toimenpiteen tai ulkopuolisen toimijan resurssien puutteesta tai toimintakyvyttömyydestä. [8, s. 30 - 48]

Vikaantuminen voi tapahtua kokonaiselle järjestelmälle, osajärjestelmälle, yhdelle laitteelle tai mille tahansa yksittäiselle komponentille. Vikaantuminen tapahtuu myös jos laitteessa tai laitteistoja ohjaavissa tietojärjestelmissä syntyy virhe, joka pysäyttää laitteen toiminnot. [8, s. 30]

Laitteen vikaantuessa on vika löydettävä ja sen aiheuttaja analysoitava. Vian syyn selvittyä, tulee vika korjata sekä ryhtyä toimenpiteisiin, joilla vian uusiutuminen estettäisiin. Mikäli vian toistuvuutta ei saada poistettua, tulee varautua vian uusiutumiseen tai investoitava varalaitteeseen.

Vikaantumismekanismeja on paljon. Seuraavaksi on listattu vikojen yleisempiä synty mekanismeja:

- Onnettomuus; syntyy yleensä satunnaisista ja ennalta- arvaamattomista syistä.
- Ylikuormitus; ylitetään koneelle suunnitellut parametrit.
- Abraasio; kulumista jossa kovempi kappale naarmuttaa ja kuluttaa pehmeämpää kappaletta.
- Korroosio; kohde muuttuu käyttökelvottomaan muotoon ympäristön vaikutuksesta, kuten ruostumisesta.
- Eroosio; virtaavan nesteen ja siinä olevien kiinteiden hiukkasten aiheuttamaa kulumisen.
- Käyttäjän aiheuttama inhimillinen virhe; voi aiheutua taitamattomuudesta tai välinpitämättömyydestä.
- Laitteen osien vanhentuminen; kumi- ja muovimateriaalien haurastuminen ajan kuluessa.
- Puutteellinen huolto.
- Väsyminen; tarkoittaa materiaalin rakenneominaisuuksien heikkenemistä pidempikestoisen ja muuttuvan kuormituksen aikana.

Edellä lueteltuja rikkoontumisia saadaan vähennettyä, jos laite on suunniteltu ja valmistettu oikeista materiaaleista sekä sitä käytetään ja ylläpidetään suunnitelluissa toimintaympäristössä tarkoituksenmukaisesti. Lisäksi työskentely-ympäristön ja laitteiden käyttäjien henkisen asennoitumisen täytyy olla riittävän hyvällä tasolla. Vikoihin ei saa tottua ja niiden raportointia ei saa muiden kiireellisten työtehtävien takia unohtaa. Vikoja ei myöskään saa aliarvioida eikä kunnossapito-organisaatio saa sallia huolimattomia kuntotarkistuksia. [8, s. 61]

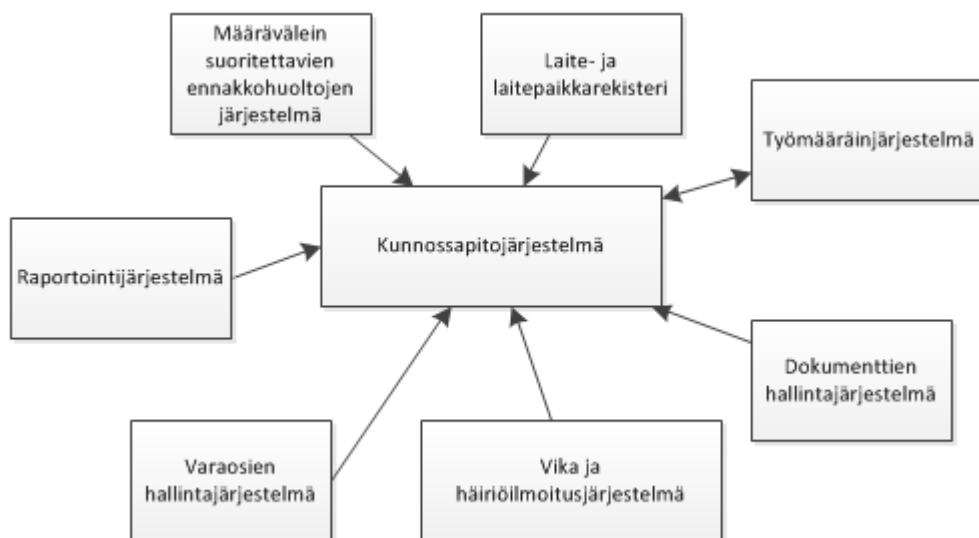
Seuraavaksi on listattu asioita, joita tulee huomioida pyrittäessä laitteiden vikaantumattomaan toimintaan:

- Koneen yleiskunto; pidetään kone puhtaana; oikein voideltuna sekä linjattuna (kaikki osat ovat tarkoituksenmukaisessa kunnossa, esimerkiksi mutterit ja ruuvit ovat kunnolla kiinni)

- Koneen toimintaedellytysten varmistaminen; toimintaolosuhteet (toimintalämpötila ja kosteus), ympäristön siisteys ja energian puhtaus ovat toimintaedellytysten mukaiset.
- Koneen toiminta-arvojen seuraaminen; laitteen parametrien muutokset kertovat arvokasta tietoa laitteen kunnosta.
- Koneen toimintakyvyn kompensoiminen; koneen toimintakyky heikkenee jatkuvasti koneen käyttöönoton jälkeen.
- Koneen rakenteen parantaminen; korjataan laitteen suunnitteluvirheet sekä parannetaan laitteen huoltoystävällisyyttä.
- Koneen käyttäjien ja huoltajien kouluttaminen; usein laitteita käytetään tai huolletaan väärin vahingossa, kun oikeita tapoja ei tunneta.

#### 4 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Kunnossapitojärjestelmän toiminnot on esitelty kuviossa 2.



Kuvio 2. Kunnossapitojärjestelmän tyypillisimmät toiminnot

### *Laite- ja laitepaikkarekisteri*

Kunnossapitojärjestelmä rakentuu laite- ja laitepaikkarekisterien ympärille. Laiterekisterissä on laitteiden kaikki niihin liittyvä informaatio, kuten laitteen tunniste, laitepaikka, yleistiedot, hankintatiedot ja tekniset tiedot. Laiterekisteri sen sijaan kertoo laitteen paikan tunnisteen ja sijainnin prosessissa.

Järjestelmän avulla saadaan yksilöityä laitteet "prosessipuussa" sekä kerättyä talteen kaikki laitteiden tiedot. Laite- ja laitepaikkarekisterit myös yhdistävät muiden järjestelmäosien sisältämät tiedot loogiseksi kokonaisuudeksi käyttäjän saataville. [8, s. 162-165]

### *Työmääräinjärjestelmä*

Työmääräin auttaa järjestelmän käyttäjiä hallitsemaan työn tekoon liittyviä tietoja ja tapahtumia. Työtehtävän ilmaannuttua, sen avulla voidaan rekisteröidä työn tarve sekä tehdä työn toteuttamiseen vaadittava suunnittelu, kuten aikataulukutus, ohjeistus, materiaalien varaukset ja henkilökunnan ajankäyttösuunnitelma. Työmääräin auttaa myös työtehtävän alussa välittämään työtehtävän tiedot työtehtävän suorittajalle sekä tiedottamaan työn edistymisestä työnjohdolle. Työmääräin auttaa lisäksi raportoimaan työssä tehdyt toimenpiteet sekä sen vaatimat kustannukset kunnossapitojärjestelmään. [8, s. 171]

### *Määrävälein suoritettavien ennakkohuoltojen järjestelmä*

Määrävälein suoritettavat ennakkohuollot ovat sellaisia, joita laitteille tai koneille suoritetaan tasavälein, esimerkiksi puhdistuksia, mittauksia, tarkistuksia tai kalibrointeja. Ennakkohuoltojen tekojen jaksotus perustuu yleensä joko käyttötunteihin, tuotantomääriin tai kalenteriin. Uusimmissa kunnossapitojärjestelmissä ennakkohuoltojen jaksotus voi perustua myös reaaliaikaisesti mitattuun tietoon. [8, s. 172]

### *Raportointijärjestelmä*

Raportointijärjestelmällä hyödynnetään kunnossapitojärjestelmän tietokantaan kerättyä tietoa häiriöistä, vioista, tehdyistä huolloista ja korjaustoista. Hyödyntämällä kerättyä tietoa voidaan kehittää tuotantoa tai prosessia tehokkaammaksi ja varmemmaksi. [8, s.182]

#### *Dokumenttien hallintajärjestelmä*

Kunnossapitoon liittyy paljon erilaisia dokumentteja. Esimerkkejä näistä dokumenteista ovat laitteiden piirustukset, huolto-ohjeet, käyttöohjeet, tarkistuspöytäkirjat ja varaosaluettelot. Kunnossapidon tietojärjestelmissä nämä dokumenttien pitää olla niin helposti löydettävissä, että järjestelmää satunnaisesti käyttävä henkilökinn ne siltä löytää. Useimmissa kunnossapito-ohjelmissa dokumenttien hallinta on ratkaistu dokumenttirekisterillä. Rekisteristä dokumentit voidaan avata linkkien kautta ohjelmistojen muissa osioissa, kuten laitekorteissa ja työmääräimen huoltotehtävissä. [8, s. 180]

#### *Varaosien hallintajärjestelmä*

Varaosien hallintajärjestelmä on kunnossapidon tehokkuuden ja taloudellisuuden kannalta keskeinen järjestelmä, koska sen tehtävänä on varmistaa kriittisten ja eikriittisten varaosien satavuus, antaa kuva varastotilanteesta ja pitää varastoon sidottava pääoma mahdollisimman pienenä. Lisäksi varaosien hallintajärjestelmän pitää olla helposti käytettävissä ja ajan tasalla.

#### *Vika ja häiriöilmoitusjärjestelmä*

Vika ja häiriöilmoitusjärjestelmien tarkoituksina on kirjata tuotannon häiriöt kunnossapitojärjestelmään sekä ilmoittaa niistä kunnossapitohenkilökunnalle. Korjaustapahtuma luodaan yleensä työmääräimeen manuaalisesti, mutta joissakin kehittyneimmissä järjestelmissä järjestelmä voi itse luoda korjaustyötehtävän vian tai häiriön havaittuaan. [8, s. 170]

## 5 Vesilaitosten laitteisto ja niiden huolto

### 5.1 Pumput

#### 5.1.1 Keskipakopumppu

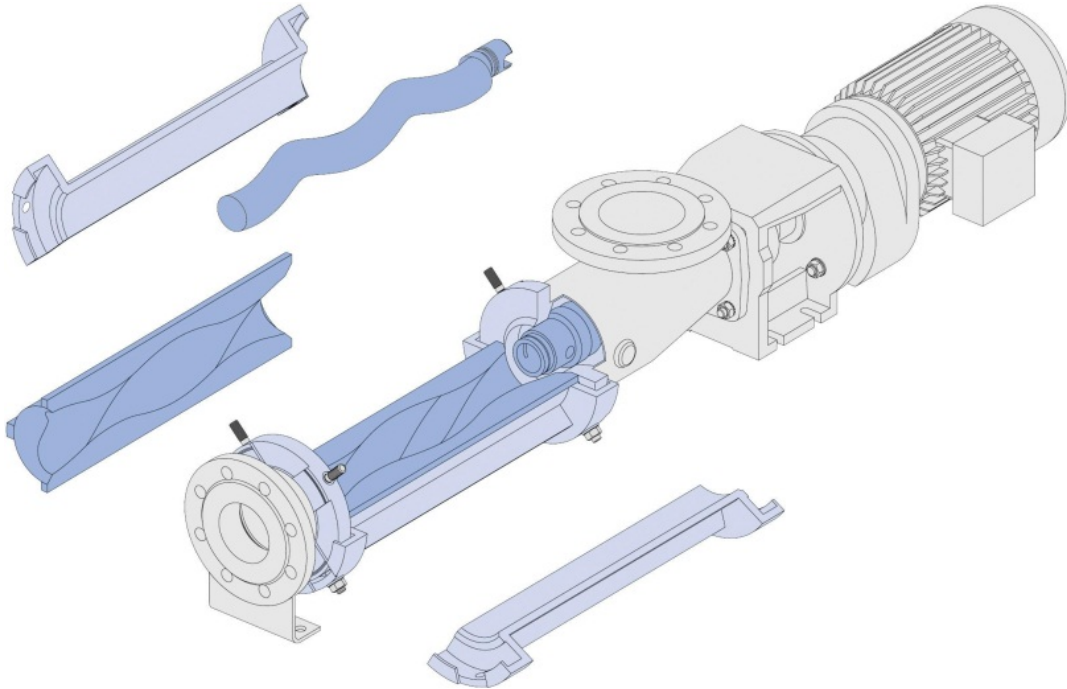
Keskipakopumppuja kuviossa 3 käytetään pumpaamaan valmista talousvettä verkostoon. Pumpun toimintaperiaatteeseen kuuluu, että sähkömoottori pyörittää juoksupyörää, joka muuntaa pyörimisenergian nesteen staattiseksi ja dynaamiseksi paineeksi. Tärkeimpinä huoltokohteina ovat laakerien rasvaukset.



Kuvio 3. Erkylän verkostopumppu Sulzer AP-22-80

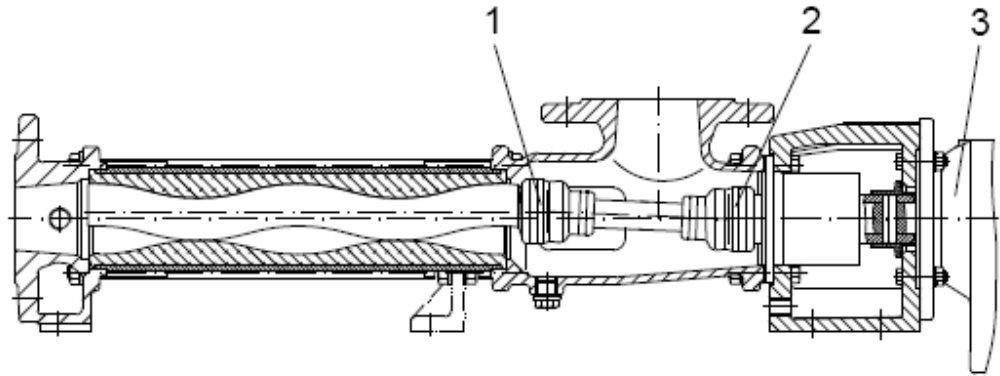
### 5.1.2 Epäkeskopumppu

Epäkeskoruuvipumppuja käytetään vesilaitoksilla siirtämään kalkkiliuosvettä sekoitusaltaaseen. Epäkeskoruuvipumput toimivat tähän tarkoitukseen hyvin, koska ne on suunniteltu siirtämään korkea viskositeetti ja partikkelipitoisia liuoksia. Pumpun toiminta perustuu pumpun staattorin ja roottorin muotoiluun. Staattori ja roottori muodostavat toisiinsa sopivat kierteiset geometriat (Kuvio 4), mikä aikaansaa vettä eteenpäin siirtävän voiman.



Kuvio 4. Seepex-pumpun räjäytyskuva

Pumpun toiminta varmistetaan vuosittain suoritettavalla vuosihuollolla. Huollossa puhdistetaan kaikki kalkkiliuoksen kanssa kosketuksissa olevat kumiosat suolahapolla, jotta kalkkiliuos ei kovettuisi niiden pinnalle. Pumpun voitelukohteista on myös syytä pitää huolta. Voitelua tarvitsevat roottorissa olevat tapit, jotka näkyvät numeroituna kuviossa 5, sekä pumpun moottori. Moottorin öljyn pinnan korkeus olisi lisäksi syytä tarkistaa kolmen kuukauden välein.



Kuvio 5. Seepex epäkeskoruuvipumpun voitelu kohteet.

### 5.1.3 Letkupumput

Letkupumppuja (kuviossa 6) käytetään myös kalkkiliuoksen pumppaamiseen sekoi-  
tusaltaaseen. Pumpun toiminta perustuu letkua puristavaan roottoriin. Roottorin kaksi  
puristuskenkää puristavat puolikaaren muotoisessa letkupesässä olevaa letkua vuoro-  
tellen. Puristuskenkän puristaessa letkun kasaan puristuskenkä työntää letkun sisällä  
olevaa nestettä eteenpäin letkussa, samalla synnyttäen alipaineen imupuolelle.

Letkupumpun letku kestää valmistajan mukaan 6000 käyttötuntia. Ennakkohuoltoja  
tehtäessä valmistaja suosittelee letkun vaihtoa 75 %:n kohdalla ensimmäisen letkun  
käyttöiästä. Letkun käyttöikä on pumpun huollossa keskeisessä osassa, koska letkun  
vaihdon yhteydessä kannattaa tehdä tarvittaessa pumpulle myös taulukon 1 mukaiset  
toimenpiteet.

Taulukko 1. Letkupumpun mahdolliset huoltotoimenpiteet letkua vaihdettaessa.

Huoltokohde	Toimenpide
Voiteluaine	Vaihto
Laakerit	Vaihto tarvittaessa
Vaihteiston öljyt	vaihto
Puristuskengät	Vaihto tarvittaessa
Tiivisteet	Vaihto tarvittaessa



Kuvio 6. Hikiän letkupumppu Bredal SPX 50

## 5.2 Mittarit

### 5.2.1 pH-mittari

pH-mittari on sähkökemiallinen laite, joka mittaa positiivisten vetyionien konsentraatiota liuoksessa. Liuoksen pH- määritetään positiivisten vetyionien negatiivisena logaritmina ja sen tarkastelualue on 0..14. Tarkastelualueella 0 tarkoittaa hapanta, 7 neutraalia ja 14 emästä.

Vesilaitoksilla käytetään yleensä korkean tarkkuusvaatimuksen takia pH-mittareita, joissa on mittauselektrodi, vertailuelektrodi ja lämpötilan vaikutuksia kompensoiva elektrodi. Positiivisesti varautuneet vetyionit muodostavat mittaus- ja vertailuelektrodin välille lähdejännitteen. Elektrodien välinen jännite kompensoidaan lämpötilaelektrodin avulla ja vahvistetaan sähköiseksi impulssiksi.

pH-mittausanturiin lasipintaan kertyy aikaa myöten likaa, mikä aiheuttaa huonontumista elektrodin herkkyydessä ja joskus pysyvän poikkeaman pH- arvoon. Tämän välttämi-

seksi elektrodit on pestävä säännöllisin väliajoin. Liian taajaa pesemistä tulisi kuitenkin välttää, sillä pesut suolahapolla "kuolettavat" elektrodia. pH-anturia olisi lisäksi puhdasvesiä käsiteltäessä kalibroitava 2 - 3 kuukauden välein. [10.]

### 5.2.2 Sameusmittari

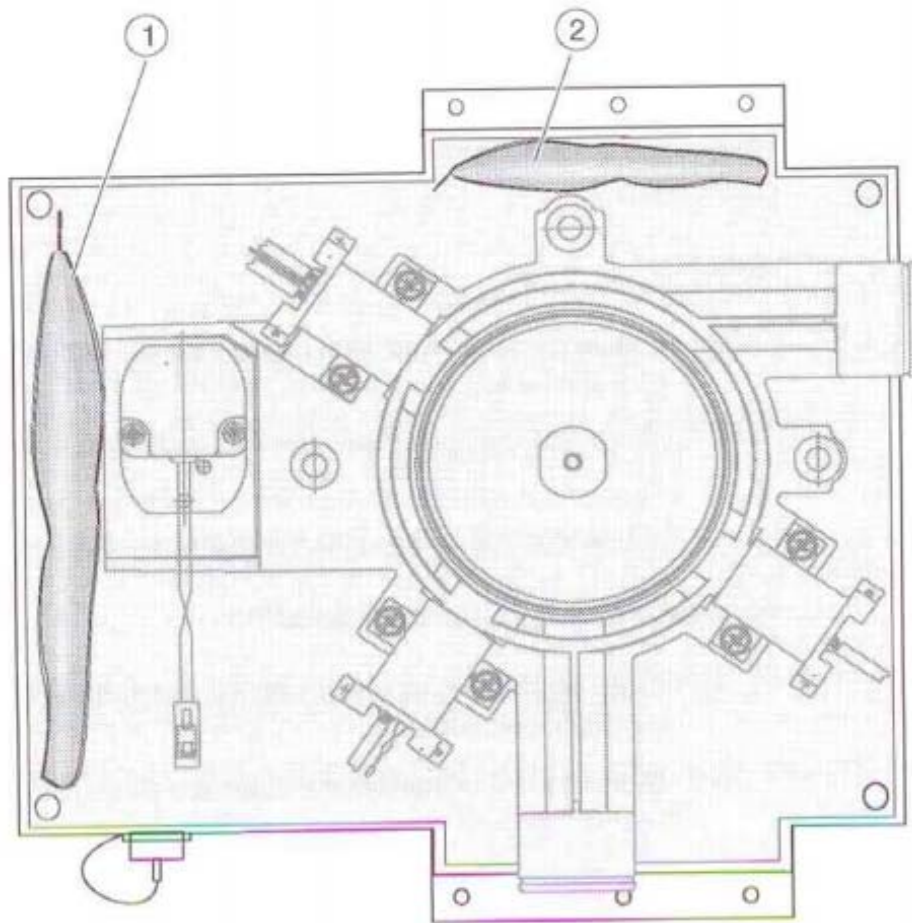
Sameusmittarilla (kuvio 7) mitataan pumppaamolta lähtevän veden puhtautta. Sameuden yksikkönä käytetään FTU:ta (Formazin Turbidity Unit). Sameus määritetään vertaamalla veden läpi lähetetyn valon sirontan määrää ennalta määrättyyn arvoon. Valonsironta riippuu vedessä olevien partikkelien koosta, lukumäärästä, väristä, muodosta ja taitekertoimesta. Sirontaa heikentävät savi, rauta, happi ja kolloidiset yhdisteet. [11.]



Kuvio 7. Hikiän pumppaamon sameusmittari Hach Lange Ultraturb Plus ja lähetin SC 100

Sameusmittarin puhtaanapito on mittauksen virhemarginaalin pienentämiseksi tärkeää. Puhtaus varmistetaan puhdistamalla mittauskammio kuukausittain. Lisäksi vaihdetaan mittauskammion mittauspistettä pyyhkivät kumipyhkimet kuuden kuukauden välein.

Laitteen elektronisista ja optisista laitteista huolehditaan vaihtamalla kosteutta sitovat kuiva-ainepussit. Kuiva-ainepussit sijaitsevat laitteen vasemmassa reunassa sekä mittauskammion ylläpuolella kuvion 8 mukaisesti.



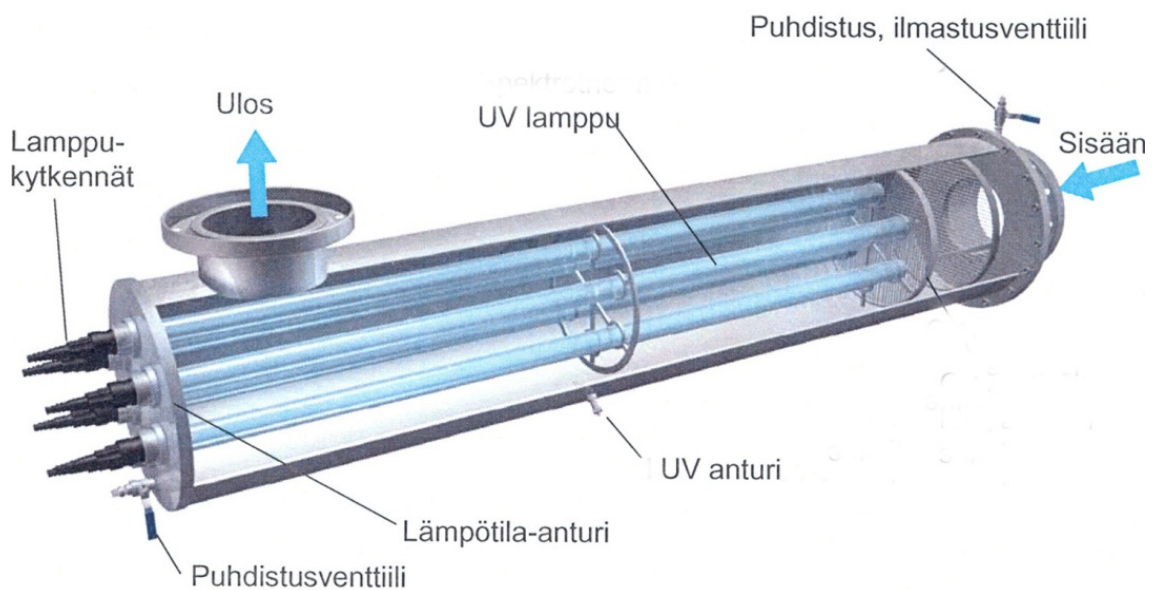
Kuvio 8. Hach Lange Ultraturb Plus - sameusmittarin kuiva-ainepussit.

### 5.2.3 Paine-, virtaus- ja pintamittarit

Paine-, virtaus- ja pintamittarit ovat pumppaamoiden seurannan kannalta keskeisiä instrumentteja, joilla saadaan yksityiskohtaista tietoa eri prosessien toiminnasta. Niillä voidaan seurata pumppaamoille tulevaa, pumppaamolla olevaa ja pumppaamoilta lähtevää vettä. Saadulla mittaustiedolla voidaan säätää yksittäisen prosessin kulkua tai vaihtaa koko laitoksen ajotapaa tarvittaessa. Mittarit reagoivat herkästi prosessissa ilmeneviin kemikaaliensyöttöongelmiin tai veden jakelujärjestelmän häiriöihin. Mittarit ovat huoltovapaita laitteita, mutta mittaustuloksen tarkkuuteen on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota kalibroimalla ja puhdistamalla mittalaitteet mahdollisuuksien mukaan.

### 5.3 UV- desinfiointilaitteisto

Vesilaitoksella varmistetaan talousveden turvallisuus desinfioimalla pumppaamolta lähtevä vesi ultraviolettilampuilla (kuviossa 9). Lamppujen voimakas intensiteetti tappaa bakteerit ja virukset, muuttamatta veden makua, hajua tai laatua. Vesi johdetaan sylinterimäisen UV- laitteen läpi, jossa 6 - 8 lampua desinfioi veden yli  $100 \text{ w/m}^2$  intensiteetillä.



Kuvio 9. Ultraviolettilampun toimintaperiaate

Ultraviolettilamput pitää vaihtaa kerran vuodessa, koska intensiteetti laskee lampun ikääntyessä. Intensiteetin varmistamiseksi laitteisto pitää pestä sitruunahapolla 3 - 6 kuukauden välein, jotta kvartsilasisen suojaputken pinnalle ei muodostuisi vedestä saostumia. UV- anturin puhtaus on myös syytä tarkistaa sitruunahappopesun ja lamppujen vaihdon yhteydessä, jotta saadaan oikea intensiteetti mitattua.

## 5.4 Muut vesihuollon laitteistot ja niiden huollot

### *Pussisuodatin*

Vedenkäsittelylaitoksilla veden ensimmäinen käsittelyvaihe on pussisuodatus. Suodatuksella poistetaan raakavedestä epäpuhtauksia johtamalla vesi suodattimen läpi. Suodattimessa on useita pusseja, jotka pestään tai vaihdetaan uusiin tarvittaessa. Pussit vaihdetaan viimeistään silloin, kun paine-ero kasvaa yli ohjearvojen. Yleensä pussisuodattimien vaihtoväli on kerran vuodessa.

### *Kalkkiliuoksen valmistuslaitteisto*

Kalkkiliuoksen valmistuslaitteisto muodostuu kalkkisäiliöstä, kalkkisyöttöruuvista, sekoittimesta, sekoitusaltaasta ja valmiin kalkkiliuoksen varastointialtaasta. Kalkin syöttö tapahtuu siirtämällä ensiksi kalkkisäiliöstä kalkkisyöttöruuvilla kalkkia sekoitusaltaaseen. Sekoitusaltaassa kalkki liukenee veteen sekoittimen avustamana. Valmis kalkkiliuos johdetaan sekoitusaltaasta ylivuotona kalkkiliuoksen varastointialtaaseen. Kalkinvalmistuslaitteistolle tärkeintä on puhtaus, sillä kalkkiliuos tukkii ja kerääntyy putkistoin sekä altaiden reunoille. Kalkkipölyyn on myös varauduttava puhdistamalla laitteet säännöllisin väliajoin.

### *Varavoimakone*

Varavoimakoneita käytetään turvaamaan veden käsittelylaitosten ja vedenpumpppaamoiden sähkön saanti. Tässä työssä ei käsitellä varavoimakoneiden huoltoja, koska vesilaitos ei suorita niitä. Vesilaitos suorittaa ainoastaan varavoimakoneiden kuukausittaiset kuormitustestit, muista huoltotoimenpiteistä huolehtii kaupungin toinen osasto.

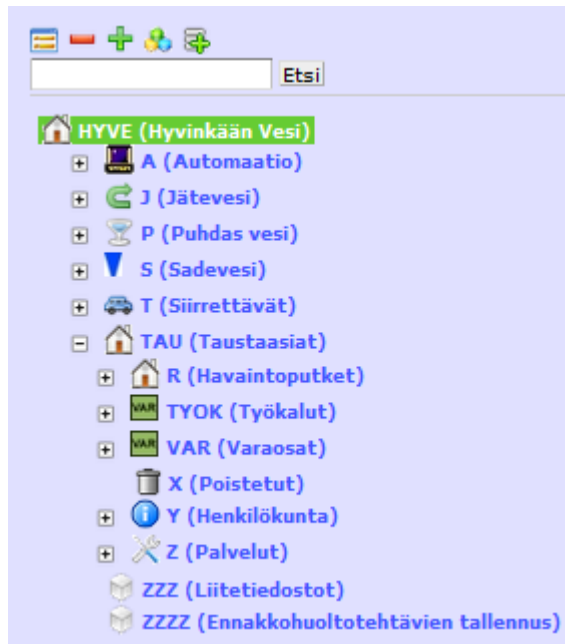
## 6 Vehu-kunnossapito-ohjelma

Vehu on vesihuollon laitteiston ylläpitoon sekä töiden suunnitteluun tarkoitettu kevyt ja selkeäkäyttöinen kunnossapito-ohjelmisto. Se sisältää laiterekisterin, työmääräimen raportointi- ja dokumenttienhallintajärjestelmät sekä toiminnan seurantaosion. Tarpeen vaatiessa ohjelmistoon voidaan lisätä ohjelmiston hankkijan haluamia muita tietoja, kuten Hyvinkään Veden tapauksessa ohjelmaan on lisätty tiedot *henkilökunnasta, havaintoputkista, työkaluista, palveluista ja varaosista*.

Ohjelmaa käytetään pääsääntöisesti www-pohjaisesta käyttöliittymästä, mutta sitä voidaan käyttää myös mobiililaitteille optimoidusta erillisestä sovelluksesta. Www-pohjainen käyttöliittymä on näkyvillä liitteessä 2, ja siinä on punaisilla nuolilla havainnollistettu käyttöliittymän tärkeimmät osiot: *laiterekisteri, hallinta- ja muokkaustyökalut* sekä *tietueosio*. Mobiililaitteille tarkoitettu sovellus on näkyvillä liitteessä 3. Sen yläreunassa näkyvät mobiililaitteissa tarvittavat *hallinta- ja muokkaustyökalut* sekä sen alapuolella laiterekisteri. Valittuna olevan kohteen *tietueosio* avautuu, kun painetaan *nykyinen kohde*-painiketta. Mobiililaitteille tarkoitettulla sovelluksella voidaan suorittaa ja nähdä kaikki samat huoltotoissa tarvittavat toiminnot kuin www-käyttöliittymässä, joten tässä työssä niitä ei erikseen käsitellä.

### 6.1 Laiterekisteri

Www-käyttöliittymässä laiterekisteri rakentuu positiotunnusjärjestelmän perusteella hakemistopuuksi ohjelman vasempaan reunaan. Rekisterin juurikohteenä on HYVE ja ensimmäisinä haaroina ovat *puhdasvesi, siirrettävät* sekä *tausta-asiat* kuvion 10 mukaan. Kuvassa näkyvät osiot *automaatio, jätevesi* ja *sadevesi* eivät ole vesilaitoksen käytössä tällä hetkellä, koska ne on lisätty ohjelmaan mahdollista myöhempää hyödyntämistä varten. *Tausta-asiat* -kohde on luotu selkeyttämään hakemistopuuta, jotta vähemmän käytetyt kohteet, kuten, *havaintoputket, työkalut, palvelut, varaosat* sekä *henkilökunta*-osiot eivät ole häiritsemässä hakemistopuun selkeyttä.



Kuvio 10. Hyvinkään vesilaitoksen Vehu-kunnossapitojärjestelmän hakemistopuu.

Hakemistopuun on pyritty pitämään käytettävyydeltään mahdollisimman yksinkertaisena. Sitä hallitaan kuvan 10 vasemmassa yläkulmassa olevilla painikkeella, sekä kohteiden vieressä olevista plus- ja miinusmerkeistä. Yläkulman painikkeet muuttavat hakemistopuun näkyvyyttä ja niiden valintatapaa. Plusmerkillä hakemistopuuta laajennetaan ja miinusmerkillä sitä supistetaan.

Hallintapainikkeilla hakemistopuusta voidaan valita yksittäisiä kohteita tai haaroja. Valittuna olevat kohteet näkyvät molemmilla valintatavoilla hakemistopuussa vihreällä värillä, jotta käyttäjät hahmottaisivat selkeästi, mikä tai mitkä kohteet ovat valittuna. Yksittäisen kohteen ollessa valittuna, kaikki tehtävät toimenpiteet kohdistuvat vain valittuna olevaan kohteeseen, kun taas haaravalinnalla valituissa kohteissa toimenpiteet kohdistuvat myös kohteen alla oleviin laitekokonaisuuksiin. Haaravalinta mahdollistaa isompien kokonaisuuksien hallinnan ja tarkastelun.

#### *Laiterekisterin ja laitekortin sisältö*

Laiterekisterin *puhdasvesi*-osio sisältää kaikki Hyvinkään veden pumppaamot, mittakaivot ja vesitornit. Kaikki vesilaitoksen yli 400 kohdetta löytyvät HYVE-juurikohteen alta. Aktiivista huoltoa ja tarkkailua vaativia kohteita on 273. Näistä on pumppuja 48,

mittauslaitteita 130, automaatiokeskuksia 34, kemikaalien annostelulaitteita 34, sekoittimia 10 sekä varavoimakoneita ja niihin liittyviä laitteita 17.

Laiterekisterin kaikki yli 400 kohdetta on tyypitetty ominaisuuksien perusteella 23 eri laitetyyppiin. Tyyppi määrää, mitä parametreja laitekorttiin kerätään ja mitä siitä näytetään. Kuviossa 11 näkyy Hyvinkäänkylän porakaivossa K313 olevan uppopumpun tiedot. Uppopumpun *tyyppi* on pumppu.

<b>Tyyppi</b>	Pumppu
<b>Koodi</b>	HYVE-P-PV2-K313-KP13
<b>Nimi</b>	Kaivopumppu 13
<b>Kohdenimi</b>	Hyvinkäänkylän kaivon K313 pumppu
<b>Status</b>	Käytössä
<b>Asennus (pvm)</b>	01.01.2005
<b>Valmistaja</b>	Grundfos
<b>Valmistajan mallimerkintä</b>	SP125-1
<b>Valmistusnumero</b>	17A01901
<b>Toimintaperiaate</b>	Uppopumppu
<b>Tuotto (m<sup>3</sup>/h)</b>	125
<b>Nostokorkeus (m)</b>	20
<b>Pyörimisnopeus (1/min)</b>	2900
<b>Moottorin ohjaustapa</b>	Taajuusmuuttaja
<b>Moott.valmistaja</b>	Grundfos
<b>Moott.mallimerkintä</b>	MS6000
<b>Moott.valmistusnumero</b>	78195514
<b>Moott.pyörimisnopeus (1/min)</b>	2880
<b>Jännite (V)</b>	400
<b>Virta (A)</b>	24
<b>Teho (kW)</b>	11
<b>Moott.paino (kg)</b>	95

Kuvio 11. Kohdetyypin *pumppu* näytettävät tiedot

## 6.2 Huoltotehtävät

Kunnossapitojärjestelmän toiminta perustuu huoltotehtävien tekoon. Tehtäviä luomalla varmistutaan, että kaikki tarvittavat työt tulevat suoritettua- ajallaan ja tärkeysjärjestyksessä. Ohjelma luo tehtävistä listan ja järjestelee ne suoritusjärjestykseen tehtävien aikarajojen ja prioriteettien mukaan.

### 6.2.1 Tehtävätyypit

Hyvinkään vesilaitoksella on työtehtävien tekoon käytössä seitsemän erilaista tehtävätyyppiä, joilla kaikki vesilaitoksen huoltotyöt voidaan kirjata järjestelmään. Kunnossapidossa tarvittavia tehtävätyyppejä näistä on viisi ja niitä voidaan kohdistaa kaikkiin laiterekisterin osiin. Näitä kaikkia huoltotehtävätyyppejä voidaan tehdä laiterekisterin kohteille joko yksittäisin tai määrävälein toistuvina ennakkohuoltoina.

### 6.2.2 Huoltotehtävälomake

Luotaessa yksittäistä työtehtävää kunnossapitojärjestelmään, täytetään ensin kuviossa 12 mukainen tehtävänmäärittelylomake. Tehtävälomakkeeseen määritetään tehtävän tyyppi ja työtehtävän kuvaukset. *Lyhty kuvaus*- kenttään syötetty tieto näkyy avoimien tehtävien listassa tehtävän nimenä ja *pitkäkuvaus* näkyy avattaessa tehtävä lähempää tarkastelua varten. *Pitkään kuvaukseen* kerrotaan kaikki tehtävän suorittamisessa vaadittava informaatio.

#### Luo uusi tehtävä

Kohde: HYVE-P-PV5-KEM-QICA2 (Sekoitusaltaan ph-anturi )

<b>Tyyppi</b>	Korjaustyö
<b>Lyhyt kuvaus</b>	<input type="text"/>
	Lihavoi   Kursivoi   Alleiviivaa   Vaakaviiva   Otsikko
<b>Pitkä kuvaus</b>	<div style="border: 1px solid gray; height: 150px;"></div>
<b>Prioriteetti</b>	Normaali
<input type="checkbox"/> <b>Aloitusaika</b>	2012   maaliskuu   13
<input type="checkbox"/> <b>Takaraja</b>	2012   maaliskuu   13
<b>Arvioitu työaika</b>	0.0 tuntia
<input type="button" value="Peru"/>	<input type="button" value="Luo tehtävä"/>

Kuvio 12. Vehu-kunnossapitojärjestelmän tehtävänluontilomake

Kuvauskenttien alapuolella määritellään tehtävälle prioriteetti, tehtävän aikarajat ja arvioitu työhön kuluva aika. Prioriteetti ja aikarajat vaikuttavat työtehtävän paikkaan avoimien tehtävien listalla joko nostamalla tai laskemalla sitä. Prioriteetteja kunnossapitojärjestelmässä on korkea, normaali ja matala. Tehtävälomakkeen aikarajoilla määritetään luonnollisesti työtehtävän suunniteltu aloitus- ja lopetuspäivämäärä. Tehtävän aikarajat voidaan myös jättää määrittämättä, jolloin kyseinen tehtävä siirtyy tehtävälistan ensimmäiseksi. *Arvioidulla työaika*-kohdalla puolestaan voidaan seurata tehtävän suorittamiseen kulunutta aikaa. Seuraamalla työaikaa pidemmällä aikavälillä voidaan huoltohenkilöiden työajankäyttöä optimoida.

Tehtävänluontilomakkeen jälkeen avautuu ohjelmaan tehtävälomake kuvio 13, josta voidaan määritellä luotua tehtävää lisää. Tehtävälomakkeen kohdasta *vapaat käyttäjät* voidaan määrätä vesilaitoksen omia huoltohenkilöitä tehtävälle, painamalla henkilön nimeä. Painamisen jälkeen henkilön nimi siirtyy *määrätyt käyttäjät* - kohtaan. Määrätyistä käyttäjistä voidaan tehtävälle asettaa vastuuhenkilö, käyttämällä *toiminnot* - kohdasta olevaa *aseta vastuulliseksi* - toimintoa. Kun tehtävään on valittu huoltohenkilöt ja tehtävä tallennettu järjestelmään, ohjelma ilmoittaa viestillä käyttäjille, että heidät on määrätty kyseiseen tehtävään.

Uusi tehtävä luotu

**Tehtävä (505) (Korjaustyö)** Tila  
Uusi

Ph-anturi näyttää väärää arvoa.

**Kohde** ● HYVE-P-PV5-KEM-QICA2 (Hikiän kontaktialtaan ph-mittari)

**Vastuussa oleva käyttäjä** **Aloitusaika** **Luonut** Pasi Jaakkola (HYVE\_admin) (13.03.2012 10:35:04)

**Prioriteetti** Normaali **Takaraja** **Alustava työaika-arvio** 1.0 tuntia

**Kuvaus** **Käytetty työaika** 0 tuntia

Ph-anturit pitää tarkastaa ja vaihtaa tarvittaessa.

**Vapaat käyttäjät** **Määrätyt käyttäjät**

Laura Välvä (valivläu)  
Marita Honkasalo (honkamar)  
Markus Lukkarinen (lukkamar)  
Matti Pirhonen (pirhomar)  
Tarmo Laune (launetar)  
Timo Pekko (pekkotim)  
Timo Vierikko (vieritim)  
Ville Salo (salovil)

▲ Pasi Jaakkola (HYVE\_admin)

**Toiminnot**

Jätä uudeksi  
 Hyväksy tehtävä  
 Sulje tehtävä  
 Sulje tehtävä ja täytä lomake   
 Aseta vastuulliseksi:

**Muutoshistoria**

13.03.2012 10:35:04 **Luotu käyttäjän Pasi Jaakkola (HYVE\_admin) toimesta**

Ph-anturi näyttää väärää arvoa.

Kuvio 13. Vehu-kunnossapito-ohjelman tehtävälomake korjaustyölle.

Tehtävälomakkeesta voidaan myös ulkoistaa kyseinen tehtävä painamalla tehtävälomakkeen alaosasta *ulkoistus*-nappia. Painamisen jälkeen järjestelmä lähettää ulkopuoliselle kunnossapitojärjestelmään salatun linkin, jonka avulla ulkopuolinen toimija voi raportoida tehdyt toimenpiteet kunnossapitojärjestelmän.

### 6.2.3 Määrävälein toistuvat ennakkohuollot

Vesilaitoksella suoritettavista työtehtävistä ja huolloista suurin osa on säännöllisesti toistuvia ja rutiininomaisia. Näiden työtehtävien luominen avoimien työtehtävien listalle voidaan kunnossapitojärjestelmässä automatisoida, jotta vältytään työtehtävien toistuvasta kirjaamisesta.

Automatisointi suoritetaan tallentamalla Excel -tyyppinen csv-tiedosto laiterekisterin alimpaan kohteeseen (kuvion 10) HYVE-ZZZ (ennakkohuoltojen tallennus). Järjestelmään tallennettavassa csv- tiedostossa (liite 4) on valmiina kentät työtehtävän määrittelylle. Määriteltäviä tietoja ovat *työtehtävän kohde*, *tehtävän tyyppi*, *työtehtävien kuvaukset*, *prioriteetti*, *arvioitu työhön käytettävä aika* ja haluttu tehtävän toistuvuus. Csv-tiedoston pohjalta järjestelmä luo joka yö puuttuvat työtehtävät avoimien työtehtävien listalle. Lista muodostuu kolmeksi kuukaudeksi eteenpäin. Järjestelmä varmuuskopioi vanhan csv-tiedoston, kun uusi csv-tiedosto otetaan käyttöön.

### 6.3 Lomakkeiden esittely

Raportointilomakkeilla (kuvio 14) kerätään tietoa kaikista laitteille tehdyistä toimenpiteistä. Kerätyn tiedon avulla opitaan tuntemaan laitteiden viat ja huoltotarpeet. Historiatietoja tarkemmin analysoimalla voidaan myös vesilaitoksen prosessia kehittää toimivammaksi ja varmemmaksi. Raportointilomakkeet löytyvät *hallinta ja työkalut* -riviltä *tehtävät* -painikkeen vierestä (liite 3).

Vesilaitoksen kaikille tehtävätyypeille ohjelmasta löytyy oma raportointilomake. Raportointilomakkeita täytetään, kun avoinna ollut tehtävä on saatu suoritettua. Kuvassa 8 on esimerkkinä pH-anturin vikakorjauslomake. Lomakkeen ylemmässä osassa on tieto tehtävän kohteesta, tekijöistä ja raportointipäivämäärästä lisätietoineen. Kohdetietojen

alapuolella kunnossapito-ohjelma näyttää kohteen korjaustyössä tehdyt tiedot omissa kentissään. Kentissä ovat vian syy, korjaustapa ja kulutetut osat.

### Täytetty lomake [109] (Vikakorjauslomake)

Vian korjausraportti	
Kohteen CMMS-koodi	QICA2
Sijaintikoodi	HYVE-P-PV5-KEM-QICA2
Kohteen nimi	Sekoitusaltaan ph-anturi
Pitkä laitenimi	Hikiän kontaktialtaan ph-mittari
Kohteesta 1 taso ylöspäin	Kemikalointi
Kohteesta 2 taso ylöspäin	Hikiä
Raportoinnin nimi	Pasi Jaakkola (HYVE_admin)
Raportointipäivä	13.03.2012 10:43:26
Tehtävän suorituspäivä	13.03.2012
Vian syy	Ph-anturi ei näyttänyt oikeaa ph-arvoa
Korjaustapa	Refrenssi ja ph- elektrodi vaihdettiin. Lisäksi lähetin kalibroitiin
Kulutetut osat	Refrenssi ja ph- elektrodi.
Muuta	Maadoitusjohto oli irronnut

**Kohde**  
 HYVE-P-PV5-KEM-QICA2 (Hikiän kontaktialtaan ph-mittari)

**Liittyvät tehtävät**  
 Tehtävä  {505} (Korjaustyö)

Kuvio 14. Vehu – kunnossapito-ohjelman raportointilomake.

Kunnossapito-ohjelman viimeisenä kenttänä jokaisessa raportointilomakkeessa on *muuta*- kohta. Kenttään kirjoitetaan työtehtävän aikana esiin nousseet huomiot ja havainnot. Mikäli kohteissa ilmenee uusia tarpeita huoltotehtävälle, voidaan niitä luoda raportointilomakkeiden alareunassa olevasta luo *liittyvät tehtävä*- kohteesta.

#### 6.4 Liitetiedostot

Liitetiedostot ovat käyttöliittymän *hallinta- ja muokkaustyökaluissa* oleva ohjelmiston osio, jonka avulla voidaan kuvat, PI- kaaviot, työohjeet, käyttöohjeet ja muut laitteisiin liittyvät dokumentit voidaan tallentaa kunnossapitojärjestelmään. *Liitetiedosto*-osion avulla kaikki järjestelmän käyttäjät löytävät etsimänsä dokumentit töitä tehdessään.

## 7 Projektin eteneminen

Projekti alkoi kesäkuussa 2011 ja kesti lähes vuoden työllistäen yhden henkilön täyspäiväisesti. Projektin alussa korjattiin vesilaitoksen PI- kaaviot sekä positiotunnusjärjestelmä, jotta kunnossapitojärjestelmän perusedellytykset olisivat kunnossa laitetietojen keruulle. Kolmen vedenkäsittelylaitoksen korjatut PI-kaaviot ovat nähtävissä liitteissä 5,6 ja 7. PI- kaavioiden ja positiotunnusjärjestelmien korjaamisen jälkeen laitteiston tiedot kerättiin kuvaamalla. Kuvista syntyi noin 1500 kappaleen kokoelma. Kerätyistä kuvakokoelmasta laitteiden tiedot syötettiin Excel-tiedostoon (Liite 8). Tämän jälkeen Masinotek siirsi Excel-tiedostoon kerätyt tiedot ja siihen asti digitalisoitua saadut dokumentit uuteen kunnossapitojärjestelmään. Kunnossapitojärjestelmä otettiin siirron jälkeen käyttöön. Tämän jälkeen dokumenttien siirtäminen ja digitalisointi jatkuin samalla kuin henkilöstö koulutettiin ja määrävälein toistuvat ennakkohuollot luotiin. Koulutus suoritettiin 16 henkilölle ja tämän insinööriyön lopussa määrävälein toistuvia ennakkohuoltoja oli tehty järjestelmään yhteensä 79 kappaletta.

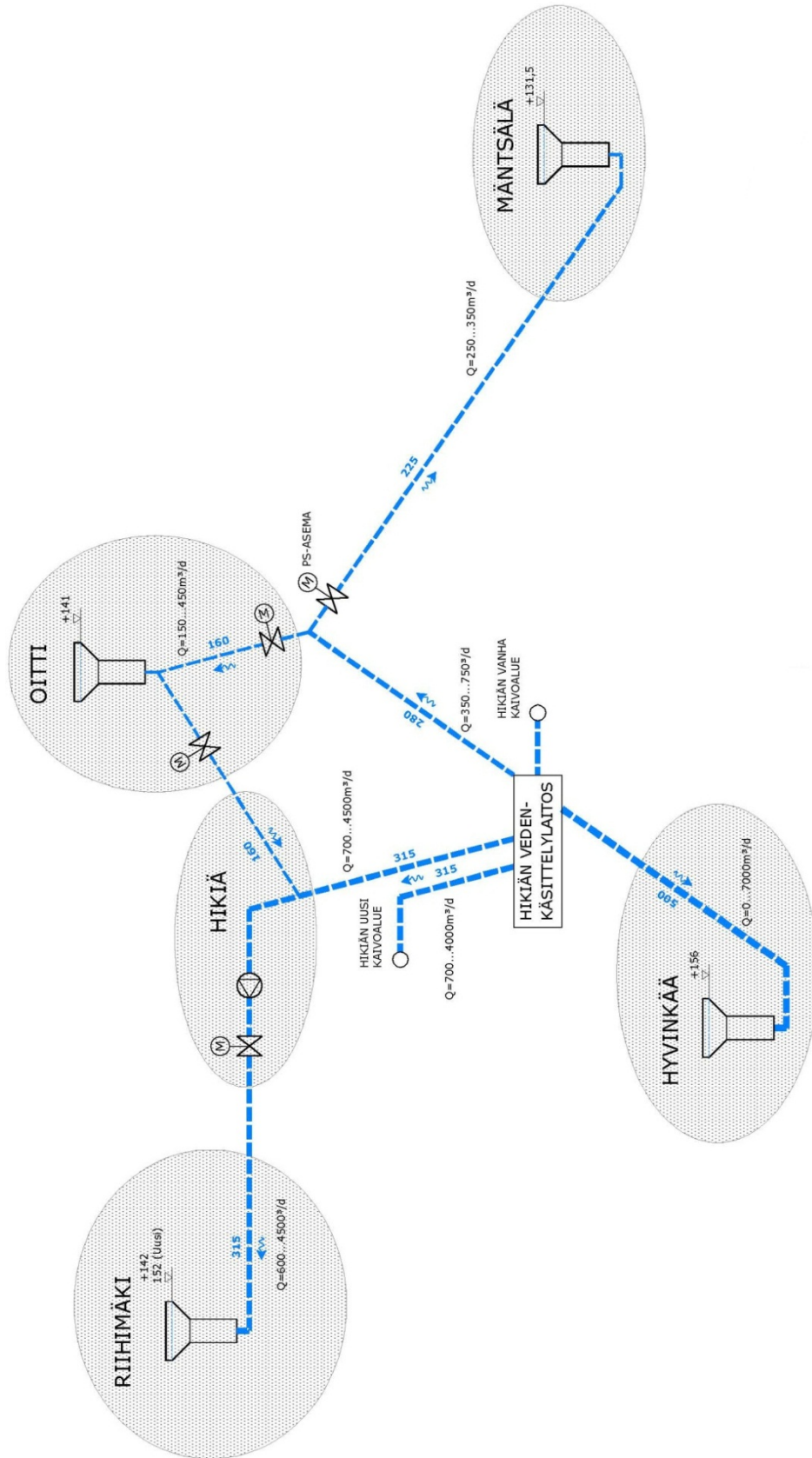
## 8 Yhteenveto

Vesihuollossa toimiva kunnossapitojärjestelmä ehkäisee vesihuoltolaitteiden laiterikkoja ja lähes poistaa vedenkäsittelylaitosten seisokit. Lisäksi toimiva kunnossapitojärjestelmä auttaa vesilaitosta pienentämään laitteisiin kohdistuvia investointeja. Edellä mainitut asiat parantavat kokonaisuudessaan vesilaitoksen taloudellista tilannetta ja valmiutta toimitta hyvinkääläisille laadukasta vettä.

Tämä insinööriyö käsitteli Hyvinkään vesilaitoksella suoritettua kunnossapidon parantamiseen tähtäävää projektia. Kunnossapitoa parannettiin ottamalla käyttöön tietokoneella toimiva kunnossapitojärjestelmä. Vuoden 2011 lopussa Masinotek Oy oli saanut toimitettua Hyvinkään vesilaitokselle tuotantokäyttöön sopivan kunnossapitojärjestelmän. Tätä työtä kirjoitettaessa kunnossapito järjestelmää vielä muokattiin ja viimeisteltiin, joten kokemuksia dokumenttien käytettävyydestä ja huolto-ohjelmien toteutumisesta oli varsin vähän. Ensivaikutelman perusteella niiden toteutumien ja toimivuus kuitenkin näytti lupaavalta.

- 1 Wikipedia, Verkkodokumentti  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Hyvink%C3%A4%C3%A4> , viitattu 2.01.2012
- 2 Virtauksia, Hyvinkään Veden toimintakertomus 2010
- 3 Hyvinkään kaupunki, Hyvinkään veden historia, Hyvinkään vesilaitoksen kotisivut, Verkkodokumentti, <http://www.hyvinkaa.fi/Asuinymparisto-ja-rakentaminen/Hyvinkaan-Vesi/Vesilaitoksen-historiaa/>, viitattu 15.09.2011
- 4 EU-standardi, 2001. SFS-EN 13306, Kunnossapitosanasto.
- 5 PSK Standardisointiyhdistys, 2003. PSK 6201 Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät
- 6 Tertsonen Ari, Kunnossapito ja käyttövarmuus, 1. Painos 1985 Jyväskylä, Gummerus Oy
- 7 Ansaharju Tapani, Koneenasennus ja kunnossapito, 1. Painos 2009 Helsinki: WSOY Oppimateriaalit
- 8 Järviö Jorma, Kunnossapito, Kunnossapitoyhdistys Oy, Hamina, Kotkan kirjapaino Ab,
- 9 Aalto Heikki, Kunnossapidon perusteet, Kunnossapitoyhdistys ry, Loviisa Painoyhtymä Oy 1994
- 10 Tulenheimo Rauno, vesilaitoshoitajien jatkokurssi, Veden puhdistuksessa käytettyjen kemikaalien vaikutus puhdistusprosessiin, Ammatinedistämislaitos, 1989, Kurssimateriaali
- 11 Opetushallitus, Verkkodokumentti, [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit\\_veden\\_sameuden\\_nefelometrinen\\_maaritys.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_veden_sameuden_nefelometrinen_maaritys.html), Viitattu 12.04.2012

## Vedenjakelujärjestelmä



## Vehu kunnossapito-ohjelman käyttöliittymä

The screenshot displays the Vehu software interface. At the top, a navigation bar includes icons for 'Kohde' (Object), 'Aikajana', 'Tehitävät', 'Lomakkeet', 'Litteidostot', 'Käyttäjät', and 'Asetukset'. A search bar at the top left contains the text 'Vaihtu kohde: HYVE-P-PV2 (Hyvinkäänkyliä)'. Below the search bar, a list of objects is shown, with 'HYVE-P-PV2 (Hyvinkäänkyliä)' highlighted in green. To the right, a detailed view of the selected object is displayed, featuring a technical diagram with labels 'KEM', 'LAH', 'SUO', and 'PV2'. Below the diagram, a list of associated codes is provided: 'Kaivo K311', 'HYVE-P-PV2-K311', 'Kaivo K306', 'HYVE-P-PV2-K306', and 'Kaivo K313', 'HYVE-P-PV2-K313'. The interface also includes a 'Kohteen tiedot' (Object details) section with fields for 'Typpi', 'Koodi', 'Nimi', 'Kohdenimi', and 'Kuvaus'. A red arrow points to the search bar, and another red arrow points to the 'Tietueosio (Näyttää valitun kohteen tiedot)' label. A red arrow at the bottom right points to the 'Laiterekisteri' (Equipment register) label.

## Vehu kunnossapito-ohjelman mobiili käyttöliittymä

**Nykyinen kohde**

- HYVE Hyvinkään Vesi

**Alemmat kohteet**

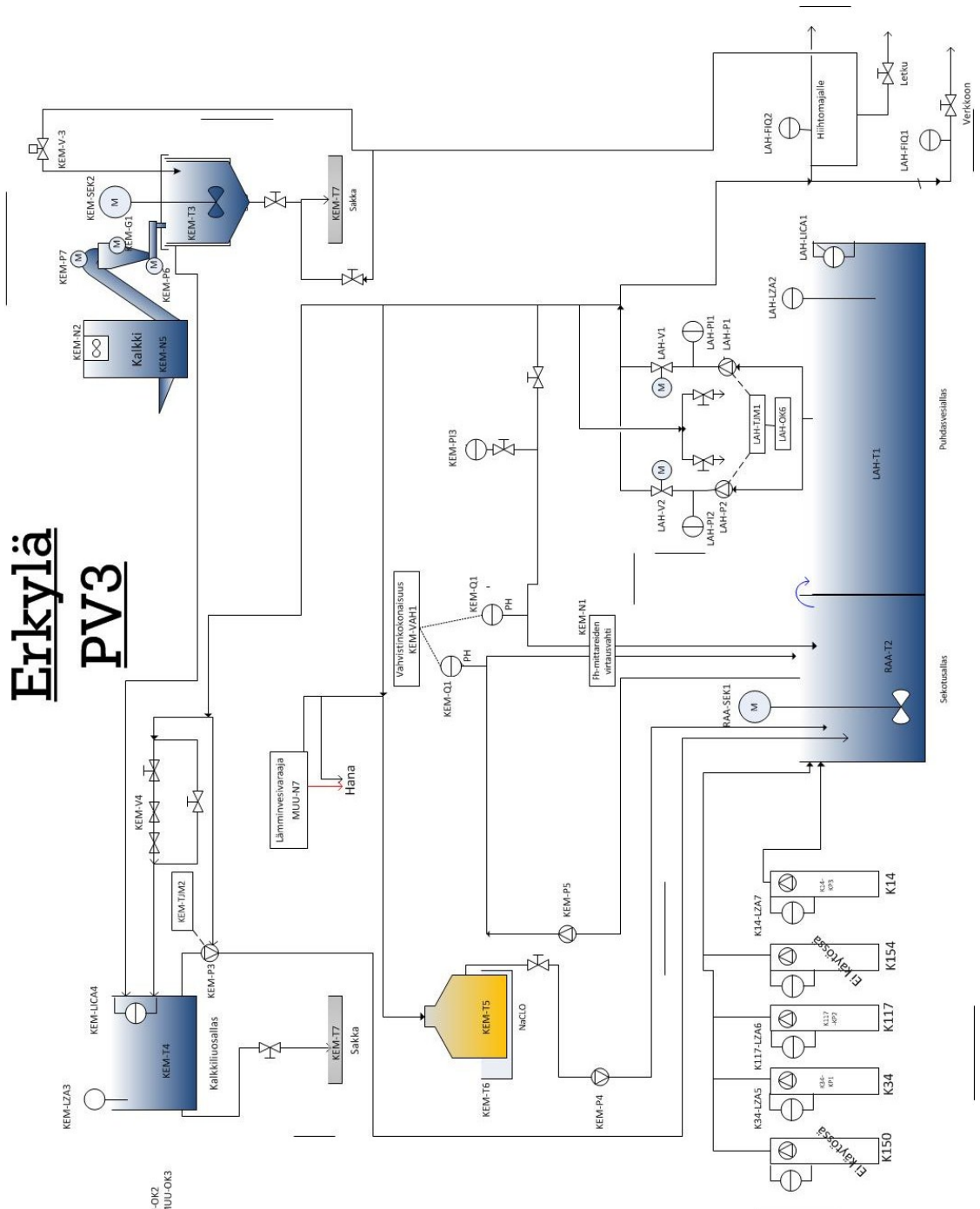
- A Automaatio
- J Jätevesi
- P Puhdas vesi
- S Sadevesi
- T Siirrettävät
- TAU Taustaasiat
- ZZZ Liitetiedostot
- ZZZZ Ennakkohuoltotehtävien tallennus

## Ennakkohuoltojen csv-tiedosto

ASSET	TASK TYPE ID	SHORT DESCRIPTION	LONG DESCRIPTION	PRIORITY	WORKING TIME	START	DAYS	WEEKS	MONTHS	YEARS	LAST
						12012_04_04	0	0	3	02012_04_04	
HYVE-P-PV2-KEM-VAH1	2	Ph-mittarin kalibrointi	Hyvinkäänylän ph-mittarin kalibrointi	3	12012_04_04	0	0	0	3	02012_04_04	
HYVE-P-PV2-KEM-VAH2	2	Ph-mittarin kalibrointi	Hyvinkäänylän ph-mittarin kalibrointi	3	12012_04_04	0	0	0	3	02012_04_04	
HYVE-P-PV2-KEM-QICA2	2	Ph-anturin hapotus	Hyvinkäänylän ph-anturin hapotus	3	12012_02_04	0	0	0	1	02012_05_04	
HYVE-P-PV2-KEM-QICA4	2	Ph-anturin hapotus	Hyvinkäänylän ph-anturin hapotus	3	12012_02_04	0	0	0	1	02012_05_04	
HYVE-P-PV3-KEM-VAH1	2	Ph-mittarin kalibrointi	Erkylän ph-mittarin kalibrointi	3	12012_01_24	0	0	0	3	02012_04_24	
HYVE-P-PV3-KEM-QA1	2	Ph-anturin hapotus	Erkylän ph-anturin hapotus	3	12012_01_24	0	0	0	1	02012_05_24	
HYVE-P-PV5-KEM-QICA3	2	Ph-anturin hapotus	Hiklän ph-anturin hapotus	3	12012_01_24	0	0	0	1	02012_05_24	
HYVE-P-PV5-KEM-QICA2	2	Ph-anturin hapotus	Hiklän ph-anturin hapotus	3	12012_01_24	0	0	0	1	02012_05_24	
HYVE-P-PV5-KEM-VAH2	2	Ph-mittarin kalibrointi	Hiklän ph-mittarin kalibrointi	3	12012_03_01	0	0	0	3	02012_03_01	
HYVE-P-PV5-KEM-VAH3	2	Ph-mittarin kalibrointi	Hiklän ph-mittarin kalibrointi	3	12012_03_01	0	0	0	3	02012_03_01	
HYVE-P-PV2-SUO-S1	4	Suodattimien huuhtelu	Hyvinkäänylän aktiivihilisuodattimien huuhtelu	4	12012_03_01	0	0	0	1	02012_05_01	
HYVE-P-PV3-KEM-T7	2	Sakka-altaan tyhjennys	Erkylän sakka-altaan tyhjennys	3	12012_01_01	0	0	0	1	02012_05_12	
HYVE-P-PV5-KEM-QICA1	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hiklän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_01_23	0	0	0	2	02012_05_23	
HYVE-P-PV5-KEM-QICA1	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hiklän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_10_01	0	0	0	0	1	
HYVE-P-PV2-KEM-QIA1	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hyvinkäänylän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_02_25	0	0	0	2	02012_04_25	
HYVE-P-PV2-KEM-QIA1	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hyvinkäänylän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_01_10	0	0	0	0	1	
HYVE-P-PV2-KEM-QIA3	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hyvinkäänylän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_02_25	0	0	0	2	0	
HYVE-P-PV2-KEM-QIA3	2	Sameusmittarin mitauskammion puhdistus	Hyvinkäänylän sameusmittarin mitauskammion puhdistus	3	12012_01_10	0	0	0	2	0	
HYVE-P-PV5-MJU-N11	2	Varaovimäkoneen käyttö	Hiklän vanhojen kaivojen varaovimäkoneen käyttö	3	22012_03_19	0	0	0	2	02012_05_19	
HYVE-P-PV5-MJU-N12	2	Varaovimäkoneen käyttö	Hiklän uusien kaivojen varaovimäkoneen käyttö	3	22012_02_01	0	0	0	2	02012_04_01	
HYVE-P-PV5-MJU-N10	2	Varaovimäkoneen käyttö	Hiklän laitoksen varaovimäkone käyttö	3	22012_03_12	0	0	0	2	02012_05_12	
HYVE-P-PV2-MJU-N8	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän varaovimäkoneen käyttö	3	22012_03_24	0	0	0	2	02012_05_24	
HYVE-P-PV2-MJU-S8	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän ilmansuodattimen suodattimien vaihto	3	22012_02_23	0	0	0	0	12012_02_23	
HYVE-P-PV2-MJU-S9	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän ilmansuodattimen suodattimien vaihto	3	22012_02_23	0	0	0	0	12012_02_23	
HYVE-P-PV2-MJU-S10	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän ilmansuodattimen suodattimien vaihto	3	22012_02_23	0	0	0	0	12012_02_23	
HYVE-P-PV2-MJU-S11	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän ilmansuodattimen suodattimien vaihto	3	22012_02_23	0	0	0	0	12012_02_23	
HYVE-P-PV2-MJU-S12	2	Ilmansuodattimen ennakkohuolto	Hyvinkäänylän ilmansuodattimen suodattimien vaihto	3	22012_02_23	0	0	0	0	12012_02_23	
HYVE-P-PV2-KEM-L1	2	UV-laitteen lamppujen vaihto	Hyvinkäänylän UV-laitteen lamppujen vaihto	3	22012_04_04	0	0	0	0	12012_04_04	
HYVE-P-PV5-KEM-P23	2	Letkun vaihto	Hiklän UV-laitteen lamppujen vaihto	3	22012_04_05	0	0	0	0	12012_04_05	
HYVE-P-PV5-KEM-P33	2	Letkun vaihto	Hiklän letkumpumpun letkun vaihto	3	42012_06_14	0	0	0	6	0	
HYVE-P-PV5-KEM-P33	2	Letkun vaihto	Hiklän letkumpumpun letkun vaihto	3	42012_02_16	0	0	0	6	02012_02_16	



# Erkylän PI- kaavio



## Erkylä PV3

Logiikka = MUU-OK1  
 Kaikkiliuosainpumpin ajatus = KEM-OK2  
 Ilmanpuhallin ajatus = MUU-OK3  
 Suolavesipumppu = MUU-OK4  
 Päästehäviökäytä = MUU-OK5  
 Tasasuuntaaja = MUU-N8  
 Ilmanpuhallin MUU-N3  
 Varastiliitin = MUU-N4



Excel-pohjainen laiterekisteri

Laitepaikka	Koodi	Lyhyt nimi	Kohdenimi	Valmistaja	Valmistajan mallimerkintä	Valmistusnumero	Valmistusvuosi	Toimintaperiaate
HYVE-P-PV3-LAH	P-1	Pumppu 1	Eirykylän lähtevän veden	Sulzer	APP-22-80	100013478	2004	Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV3-LAH	P-2	Pumppu 2	Eirykylän lähtevän veden	Sulzer	APP-22-80	100013477	2004	Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV3-KEM	P-3	Pumppu 3	Eirykylän kalkkiliuospum	Seepex	BN 10-6L	209937	2007	Ruuvipumppu
HYVE-P-PV3-KEM	P-5	Pumppu 5	Eirykylän ph-mittarin puri	Kolmeks AB	AE 20/4			Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV3-K117	KP-2	Kaivopumppu 2	Eirykylän kaivopumppu	Grundfos				Uppopumppu
HYVE-P-PV3-K14	KP-3	Kaivopumppu 3	Eirykylän kaivopumppu	Grundfos				Uppopumppu
HYVE-P-PV3-K34	KP-1	Kaivopumppu 1	Eirykylän kaivopumppu	Grundfos	SP77-2-B	model C 16A00C2.09060001		Uppopumppu
HYVE-P-PV3-KEM	P-7	Pumppu 7	Eirykylän kalkinsiirtopum					Ruuvipumppu
HYVE-P-PV3-KEM	P-6	Pumppu 6	Eirykylän kalkinsyöttöruu					Ruuvipumppu
HYVE-P-PV2-K306	KP-11	Kaivopumppu 11	Hyvinkäänkylän kaivon	Grundfos	SP 46-3	15AA1903		Uppopumppu
HYVE-P-PV2-K311	KP-12	Kaivopumppu 12	Hyvinkäänkylän kaivon	Grundfos	SP 215-1	18A01901		Uppopumppu
HYVE-P-PV2-K313	KP-13	Kaivopumppu 13	Hyvinkäänkylän kaivon	Grundfos	SP 125-1	17A01901		Uppopumppu
HYVE-P-PV2-LAH	P-14	Pumppu 14	Hyvinkäänkylän lähtevä	KSB	ETANORM-R M 125-500	6-N71-203150/2	2005	Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV2-LAH	P-15	Pumppu 15	Hyvinkäänkylän lähtevä	KSB	ETANORM-R M 125-500	6-N71-203150/1	2005	Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV2-LAH	P-16	Pumppu 16	Hyvinkäänkylän likaiser	Grundfos	3V 044CH6501P	96060258		Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV2-LAH	P-17	Pumppu 17	Hyvinkäänkylän likaiser	Grundfos	9V 044CH6501P	96060350		Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV2-MUU	P-18	Pumppu 18	Hyvinkäänkylän lattiatika	Grundfos	AP12 40.08 A1			Uppopumppu
HYVE-P-PV2-MUU	P-19	Pumppu 19	Hyvinkäänkylän lattiatika	Grundfos	AP12 40.08 A1			Uppopumppu
HYVE-P-PV2-KEM	P-21	Pumppu 21	Hyvinkäänkylän kalkkili	Seepex	BN 10-6L	224186		Ruuvipumppu
HYVE-P-PV2-KEM	P-22	Pumppu 22	Hyvinkäänkylän kalkkili					Ruuvipumppu
HYVE-P-PV2-KEM	P-23	Pumppu 23	Hyvinkäänkylän kalkkili	Ovitor Oy	V527E	A6165		Ruuvipumppu
HYVE-P-PV5-KP1	KP-1	Kaivopumppu 1	Hikiän kaivon KP1 kaiv	Grundfos	SP 95-5			Uppopumppu
HYVE-P-PV5-KP2	KP-2	Kaivopumppu 2	Hikiän kaivon KP2 kaiv	Grundfos	SP 77-4			Uppopumppu
HYVE-P-PV5-KP3	KP-3	Kaivopumppu 3	Hikiän kaivon KP3 kaiv	Grundfos	SP 30-8			Uppopumppu
HYVE-P-PV5-KP4	KP-4	Kaivopumppu 4	Hikiän kaivon KP4 kaiv	Grundfos	SP 77-4			Uppopumppu
HYVE-P-PV5-K2	KP-5	Kaivopumppu 5	Hikiän kaivon KP5 kaiv					Uppopumppu
HYVE-P-PV5-K3	KP-6	Kaivopumppu 6	Hikiän kaivon KP6 kaiv					Uppopumppu
HYVE-P-PV5-LAH	P-1	Pumppu 1	Hikiän lähtevän veden p	Ahlistrom pumps	APP33-100	494459	1989	Kuiva-asenteinen keski
HYVE-P-PV5-LAH	P-2	Pumppu 2	Hikiän lähtevän veden p	Serlachius Konepajateollisuus	DC-2007400	21400		Kuiva-asenteinen keski