

Ville Palosaari

TIEDONHALLINTAJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

TIEDONHALLINTAJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Ville Palosaari
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkövoimatekniikka

Tekijä: Ville Artturi Palosaari
Opinnäytetyön nimi: Tiedonhallintajärjestelmän modernisointi
Työn ohjaajat: Tero Hietanen (Oamk) ja Mikko Parri (Oulun Vesi)
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 48 + 16

Opinnäytetyön tarkoituksena oli modernisoida Oulun Veden käytössä oleva tiedonhallintajärjestelmä ottamalla käyttöön ALMA kunnossapito- ja tietämyksenhallintaohjelmisto. Työn tavoitteena oli saada ALMA-ohjelmisto siihen pisteeseen, että käyttäjät voivat aloittaa ohjelmiston käytön ilman aikaisempaa kokemusta. Lisäksi opinnäytetyö sisältää kuvauksen kunnossapidosta teollisuudessa.

Työ toteutettiin rakentamalla prosessin kulkua jäljittelevä hierarkia ALMAan ja lisäämällä laitteet sekä laitetiedot tietokantaan. Modernisoinnin aikana otettiin käyttöön myös yksilöivä positiotunnusjärjestelmä. Työn aikana laadittiin käyttöohjeet järjestelmän perustoiminnoille.

Työn tuloksena Oulun Veden kunnossapito- ja dokumentaationhallinta saatiin siirrettyä ALMA-ohjelmistoon, jonka käyttö on jo alkanut.

Asiasanat: tiedonhallintajärjestelmä, kunnossapito, käyttöönotto, ALMA

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering, Electrical Power Engineering

Author: Ville Artturi Palosaari

Title of thesis: Knowledge Management System Modernization

Supervisors: Tero Hietanen (OUAS) and Mikko Parri (Oulun Vesi)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 48 + 16

The purpose of this thesis was to modernize the knowledge management system used by Oulun Vesi by introducing ALMA maintenance and knowledge management software. The aim of the thesis was to bring the ALMA software to the stage where users can start using the software without previous experience. In addition, the thesis includes a description of maintenance in industry.

The work was compiled by building a process-mimicking hierarchy for ALMA software and adding devices and device data to the database. During the modernization, a unique position code system was also introduced. During the work, instructions for basic functions of the system were developed.

As a result of the thesis, Oulun Vesi maintenance and documentation management system was transferred to the ALMA software. The users have already started using the software.

Keywords: knowledge management system, maintenance, implementation, ALMA

ALKULAUSE

Haluan kiittää Oulun Veden sähkötekniikko Jari Siiraa mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta sekä automaatioinsinööri Mikko Parria opinnäytetyön ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää ALMA Consulting Oy:n Kimmo Hollantia ja Olli Pohjosta, jotka olivat apuna ALMA-ohjelmistoon liittyvissä kysymyksissä. Kiitän myös Oulun ammattikorkeakoulun Tero Hietasta opinnäytetyön ohjaamisesta.

Oulussa 29.3.2018

Ville Artturi Palosaari

SISÄLLYS

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| ALKULAUSE | 5 |
| SISÄLLYS | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 YRITYSESITTELY | 9 |
| 3 KUNNOSSAPITO | 12 |
| 3.1 Kunnossapito teollisuudessa | 12 |
| 3.2 Kunnossapitolajit | 14 |
| 3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito | 15 |
| 3.2.2 Parantava kunnossapito | 15 |
| 3.2.3 Korjaava kunnossapito | 16 |
| 3.3 Käynnissäpito teollisuudessa | 16 |
| 4 CMMS KÄYNNISSÄPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT | 19 |
| 4.1 Artturi-kunnossapitojärjestelmä | 19 |
| 4.2 ALMA-tiedonhallintajärjestelmä | 19 |
| 4.2.1 Käyttöliittymä | 20 |
| 4.2.2 Client- ja webALMA | 22 |
| 4.3 Cromi valvomo-ohjelmisto | 22 |
| 5 ALMA-OHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTTO | 24 |
| 5.1 Laitoshierarkia | 24 |
| 5.2 Positiotunnusjärjestelmä | 31 |
| 5.3 Hakukoneiden luominen | 33 |
| 5.4 Laitekortit | 35 |
| 5.5 ALMA-ohjelmisto kunnossapidon päivittäisenä apuna | 37 |
| 5.6 Käyttäjien ohjeistus ja koulutus | 40 |
| 6 MODERNISOINNIN HYÖDYT | 44 |
| 7 YHTEENVETO | 46 |
| LÄHTEET | 47 |

1 JOHDANTO

Teollisuus digitalisoituu tällä hetkellä koko ajan, mutta tuotantolaitosten laitteiden sisältämät tiedot ja dokumentit ovat usein tallessa verkkolevyillä tai jopa joissain tapauksissa paperisina versioina kansioissa ympäri tuotantolaitosta. Tämä hankaloittaa käsiksi pääsyä tarvittaviin tietoihin nopeasti, kun kyseessä on esimerkiksi vikatilanne tai tuotantokatkos. Tietojen ja dokumenttien varastointi yhteen paikkaan, jonne kaikilla käyttäjillä on pääsy, nopeuttaa kunnossapitoa, tehostaa tuotantoa ja pienentää kustannuksia oli kyseessä mikä tahansa teollisuuden ala.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on päivittää Oulun Vesi liikelaitoksen tämän hetkinen tiedonhallintajärjestelmä nykyaikaiseen ALMA-ohjelmistoon, joka on moderni teollisuuden kunnossapito- ja tietämyksenhallintaohjelmisto. Aikaisemmin Oulun Vesi on käyttänyt kunnossapito- ja tiedonhallintaohjelmanaan kotimaista Artturi-ohjelmistoa, jonka omistaa tällä hetkellä Aneo Software Oy (1). Oulun Veden tarpeet kunnossapitoa ja tiedonhallintaa kohtaan ovat kuitenkin nousseet ja Artturin ominaisuudet eivät enää riittäneet. Oulun Vesi etsi kokonaisvaltaista pakettia, johon sisältyy integroitu dokumentaation hallinta ja kunnossapitojärjestelmä, jota voidaan käyttää mobiililaitteilla kentältä käsin. Kriteerinä oli myös mahdollisuus integroida järjestelmään eri automaatiojärjestelmiä, jotka sallivat sulavan tiedonhaun kenttälaitteista. Näistä syistä uudeksi tiedonhallintajärjestelmäksi valittiin suomalaisen ALMA Consulting Oy:n kehittämä MaintALMA-ohjelmisto. (2.)

Opinnäytetyön tavoitteena on mallintaa tuotantolaitosten prosessit ALMA-ohjelmiston hierarkiaan, dokumentoida laitetiedot tietokantaan siten, että ne täsmäävät muiden laitoksella olevien järjestelmien kanssa sekä päivittää huolto- ja kunnossapitotapahtumat ajan tasalle. Keskeisin tavoite työssä on saada ALMA-ohjelmisto siihen pisteeseen, että peruskäyttäjät pystyvät aloittamaan ohjelmiston käyttämisen avaimet käteen –periaatteella.

Opinnäytetyössä kerrotaan vaiheittain ALMA-ohjelmiston käyttöönottoon liittyvät työvaiheet, joten opinnäytetyötä pystytään käyttämään jatkossa ohjeena saman-

kaltaisissa projekteissa. Tämä opinnäytetyö rajataan laitekorttien luomiseen, laitoshierarkian toteuttamiseen, positiotunnusjärjestelmän ottamiseen käyttöön ALMA-ohjelmistossa, huolto- ja kunnossapitotapahtumien päivittämiseen ajan tasalle sekä käyttäjien ohjeistukseen. Työssä käydään myös läpi kunnossapitoa yleisesti teollisuudessa.

Opinnäytetyön julkaistavasta versiosta on salassa pidettävyyden vuoksi poistettu kuvia. Toimeksiantaja on määritellyt myös liitteet salassa pidettäviksi, täten niitä ei julkaista tässä opinnäytetyössä.

2 YRITYSESITTELY

Oulun Vesi on vuonna 1902 perustettu Oulun kaupungin omistama kunnallinen liikelaitos, joka toimittaa asiakkailleen talousvettä, vastaa jätevesien viemäroinnistä ja puhdistamisesta sekä asuin ympäristön kuivatusvesien johtamisesta toiminta-alueellaan huolehtien vesistöjen ja muun ympäristön säilymisestä puhtaina (3). Oulun Veden yksikköön kuuluu tällä hetkellä kaksi pintavesilaitosta, kaksikymmentä pohjavedenottamaa, kaksi jätevedenpuhdistamaa sekä käyttölaboratorio. Oulun kaupungin alueella vedenottaminen perustuu pintaveden käyttöön ja kaupunkia ympäröivillä alueilla pohjaveden ottoon. Raakavettä otetaan vuosittain Oulujoesta n. 10 miljoonaa m³. (4.)

Oulun Veden verkoston piiriin kuuluu yli 200 000 asukasta Oulun alueella ja vuorokausittain vettä pumpataan yli 33 000 m³. Vesilaitoksen toiminta-alue on suuri ja vesihuoltoverkostoa on kokonaisuudessaan yli 4000 km. Kuvasta 1 käy ilmi Oulun Veden päätoimipaikkojen maantieteelliset sijainnit.



KUVA 1. Toimipaikkojen maantieteelliset sijainnit (4).

Oulun Vesi toimii Oulun Veden johtokunnan alaisuudessa. Johtaja Jouni Lähdemäki vastaa Oulun Veden toiminnasta ja toimii johtokunnan esittelijänä. Liiketoiminnan ohjauksessa toimii mukana myös kehittämisspäällikkö. Johtaja vastaa liiketoiminnan ohjauksen asioista ja johtaa ja kehittää liikelaitoksen toimintaa. Laitoksen johtoryhmä kokoontuu viikoittain johtajan johdolla. Johtoryhmän jäseniä ovat lisäksi yksiköiden päälliköt ja kehittämisspäällikkö. (5.) Kuvassa 2 on Oulun Veden organisaatio vuodelta 2017.



KUVA 2. Oulun Veden organisaatio vuonna 2017 (6).

Kunnossapito Oulun Vedellä on jaettu tällä hetkellä kahteen osaan: sähkö- ja automaatiokunnossapitoon sekä mekaaniseen kunnossapitoon. Koko laitoksen palveluksessa toimii tällä hetkellä kolme sähkö- ja automaatiokunnossapitoasentajaa ja mekaanisen kunnossapidon puolella asentajia on yksitoista.

Kunnossapitotyöt, kuten ennakkohuollot, vikatyöt ja vuosihuollot on aikaisemmin delegoitu Artturi-ohjelmiston kautta mekaanisen puolen asentajille ja sähkö- ja automaatiopuolen asentajille puhelimitse tai kasvotusten. Tämä on aiheuttanut tietokantaan aukkoja ja useita kunnossapitotapahtumia on jäänyt kuittaamatto-

miksi. Tämä aiheuttaa ongelmia suuressa laitoksessa, koska kaikki kunnossapidon parissa työskentelevät henkilöt eivät ole tietoisia kunnossapitotapahtumien tämän hetkisestä tilanteesta.

Opinnäytetyön aikana kunnossapitotapahtumat päivitetään ajan tasalle ALMA-ohjelmistoon ja luodaan tulevaisuutta varten toistuvat kunnossapito-ohjelmat järjestelmään tarvittaville laitteille. Tätä kautta kaikilla kunnossapidon parissa työskentelevillä työntekijöillä on tieto töiden etenemisestä, tulevista huolloista ja mahdollisista vikatilanteista.

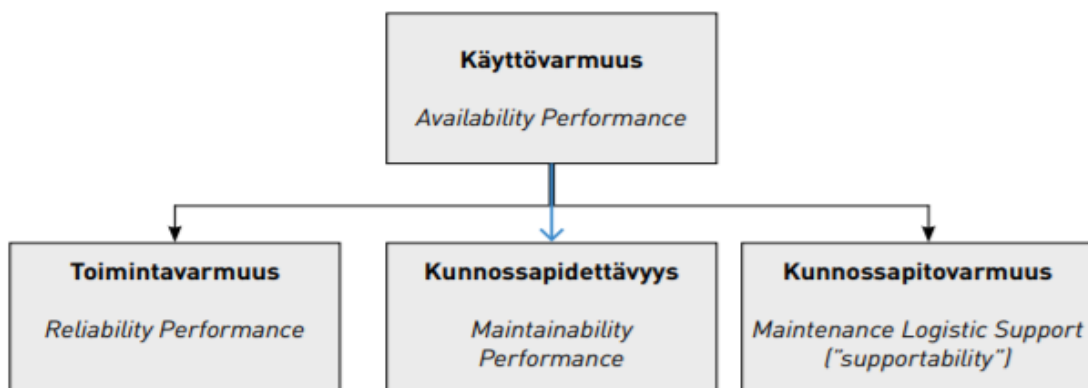
3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapito teollisuudessa

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” (7, s. 2).

Kunnossapito on laaja yleistermi, josta puhuttaessa tarkoitetaan yleensä tuotantoon liittyvien laitteiden huoltoa ja niiden pitämistä käyntikuntoisena. Käsitteenä kunnossapito on kuitenkin paljon laajempi kuin huolto. Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita PSK Standardin 6021 mukaan ovat tuotannon kokonaistehokkuus sekä hyvä käyttövarmuus, joka koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Lisäksi turvallisuus, ympäristön huomioiminen ja kustannustehokkuus ovat merkittäviä tavoitteita. Kuvassa 3 on esitelty kunnossapidon käyttövarmuuteen liittyvät osatekijät. Käyttövarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä toimia vaaditulla tavalla vaadituissa olosuhteissa. (7, s. 5.)



KUVA 3. Käyttövarmuuden osatekijät (8, s. 15).

Nämä osatekijät vaikuttavat kaikki käyttövarmuuteen, jota kunnossapidolla haetaan. Kunnossapito on monen eri osa-alueen summa ja osatekijät vaikuttavat eri

alueilla kunnossapidossa. Toimet, jotka vaikuttavat osatekijöihin, ovat yksityiskohtaisia ja niiden sijoittelu osatekijöihin voi olla hieman hankalaa, koska usein toimet liittyvät toisiinsa.

PSK Standardi 6201 määrittelee toimintavarmuuden seuraavasti: *”Toimintavarmuus on kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto määrätyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson aikana”* (7, s. 7). Toimintavarmuuteen vaikuttavat toimet ovat

- kohteen rakenne
- rakenteellinen kunnossapidettävyys
- kohteen asennus
- huollon tarve ja sen toteuttaminen
- käyttötavat ja käytön laatu
- kohteen varmennus tai kahdennus (8, s. 16).

PSK Standardi 6201 määrittelee kunnossapidettävyyden seuraavasti: *”Kohteen kyky olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja”* (7). Kunnossapidettävyyteen vaikuttavat toimet ovat

- vian havaitseminen
- kohteen huollettavuus
- kohteen korjattavuus (8, s. 16).

PSK Standardi 6201 määrittelee kunnossapitovarmuuden seuraavasti: *”Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona”* (7). Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavat toimet ovat

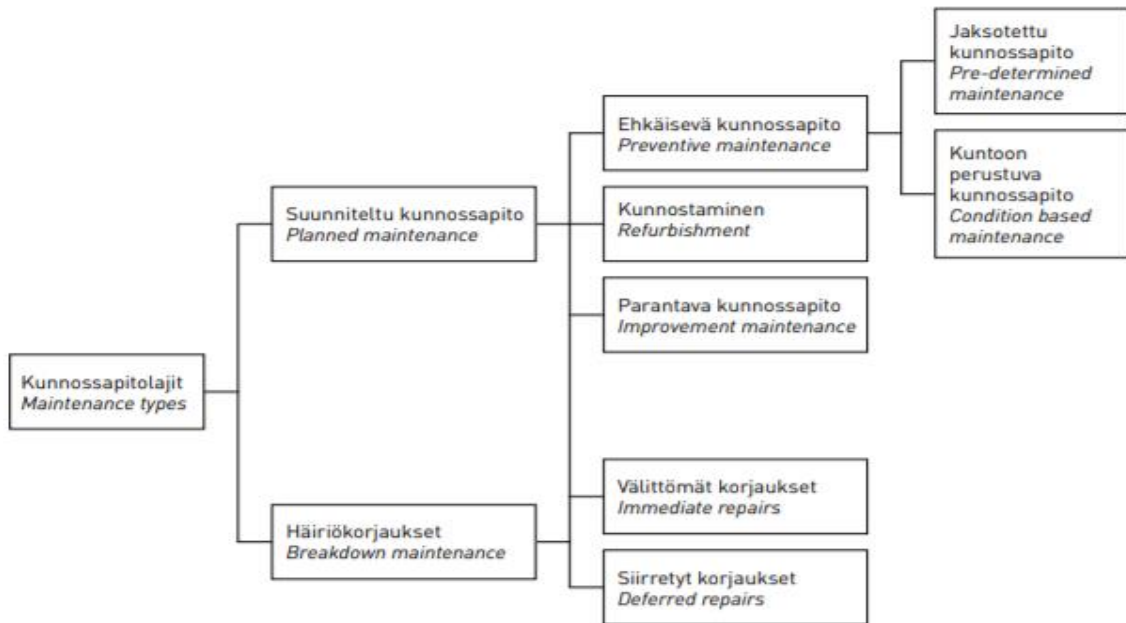
- hallinto
- työtavat
- dokumentaatio
- kunnossapitovälineet
- kunnossapitoresurssit

- kunnossapitohenkilöstön ammattitaito (8, s. 16).

Kunnossapito on tärkeä osa-alue teollisuudessa ja sen määrä lisääntyy myös tulevaisuudessa. Suurin syy kunnossapidon kasvuun on siitä saatavat taloudelliset hyödyt. Käytössä olevia laitteita ja koneita kannattaa ennemmin huoltaa kuin uusia niiden rikkoutuessa. Laitteiden ja koneiden hinnan nousut johtuvat niiden automatisoitumisesta ja monimutkaistumisesta. Tämän takia yhä enemmän keskitytään suunniteltuun kunnossapitoon, jossa pyritään välttämään vikatilanteisiin joutuminen.

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa yleisesti ottaen kahteen päälajiin, jotka ovat suunniteltu kunnossapito ja häiriökorjaukset. Suunniteltu kunnossapito pitää sisällään ne toimet, jotka tehdään ennen kuin laitteeseen syntyy vikaa. Häiriökorjauksilla tarkoitetaan niitä toimia, joilla syntyneet viat korjataan ja kohde palautetaan sen alkuperäiseen toimintakuntoon. Kunnossapitosuunnitelman pitäisi olla keskitetty suunniteltuun kunnossapitoon, jotta vikatilanteet ja niistä koituvat kustannukset sekä tuotannonmenetykset vältettäisiin. Kunnossapitosuunnitelmaan täytyy myös sisällyttää häiriökorjaukset, koska laitteiden jatkuva huoltokaan ei voi estää kaikkia vikatilanteita. Kuvassa 4 on esitetty kunnossapidon lajit PSK Standardin 7501 mukaan.



KUVA 4. Kunnossapitolajit (7, s. 22).

3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään jaksotetun kunnossapidon ja kunnonvalvonnan, jolla kerätään tietoa kunnostustarpeista (9, s. 5). Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa niitä ennalta suunniteltuja tarkastus-, testaus tai huoltotoimenpiteitä jotka tehdään ilman, että tiedetään laitteessa olevan vikaa. Ehkäisevällä kunnossapidolla koetetaan välttää mahdolliset vikaantumiset. Kunnonvalvon-
nassa laitteiden toimintakuntoa tarkkaillaan joko määräajoin tai jatkuvasti. Tämän tavoitteena on havaita kohteen alkava vika ja korjata se ennen kuin kohde menettää toimintakuntansa. Aikaisessa vaiheessa todetut muutokset laitteen toimintakyvyssä helpottavat huoltoaikataulujen suunnittelua ja laiterikoilta välttymistä. Ehkäisevän kunnossapidon esimerkkinä voidaan mainita laakereiden värähtelymittaus.

3.2.2 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito pitää sisällään ne toimenpiteet, joilla laitteen rakennetta muutetaan toimintakyvyn ja kunnossapidettävyyden parantamiseksi (9, s. 5). Parantavaa kunnossapitoa käytetään sellaisissa tapauksissa, joissa kohteen saneeraus tai tietyn osan päivittäminen uudempaan malliin parantaa sen toimintakykyä

ja kunnossapidettävyyttä ja se tulee halvemmaksi, kuin koko kohteen uusiminen. Parantavan kunnossapidon taustalla on yleensä tarve päivittää tietty kohde ajan tasalle teknologian tai toimintamallien muuttumisen seurauksena.

Parantava kunnossapito perustuu usein juurisyysanalyysiin, jolla vika- ja kunnossapitohistorian avulla paikannetaan ongelman perussyy ja koetetaan löytää siihen ratkaisu. Onnistuneen juurisyysanalyysin avulla saavutetaan ratkaisu, jolla korjataan vian aiheuttamat seuraukset ja ehkäistään vian uusiutuminen tulevaisuudessa, esimerkiksi käyttämällä vahvempia osia tai eri voiteluaineita. (10, s. 3.)

3.2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito pitää sisällään häiriökorjaukset ja kohteiden kunnostamiset. Korjaava kunnossapito mielletään tässä opinnäytetyössä häiriökorjauksiksi, vaikka sitä esiintyy myös jaksotetussa kunnossapidossa suunniteltujen seisokien tai käynnin aikana. (9, s. 5.) Korjaava kunnossapito mielletään yleensä puhekielessä perinteiseksi kunnossapidoksi, koska siinä jo vikaantunut laite korjataan ja palautetaan sen normaaliin toimintakuntoon. Yleensä vikatilanteet aiheuttavat tuotantokatkoksen ja siitä aiheutuvat kustannukset ovat usein suuremmat kuin itse viankorjaukseen käytettävät resurssit. Siksi vikatilanteiden korjaamisessa korjaavassa kunnossapidossa käytetään usein välitöntä vikakorjausta. Tällä koetetaan minimoida tuotantomennytykset ja estää lisävauriot. Toinen toimintatapa on siirretty vikakorjaus, jolloin vikaantunut laite korjataan esimerkiksi seisokin aikana, jos siitä ei aiheudu suurta haittaa tuotannolle. Usein tärkeät laitteet kahdennetaan ja näin vikatilanteesta selvittää varalaitteen avulla nopeasti. Varalaitteen hankinta on kuitenkin monissa tapauksissa kallista ja joissain tilanteissa mahdotonta. Tämän takia teollisuudessa yritetään panostaa enemmän ennakoiwaan kunnossapitoon. (10, s. 3.)

3.3 Käynnissäpito teollisuudessa

PSK Standardi 6201 määrittelee käynnissäpidon seuraavasti:

”Käytön lisäksi käyttöhenkilöstön tehtäviin voi sisältyä kohteen käyttökuntoon liittyviä tehtäviä kuten, puhdistukset, voitelu, asetukset, tuotantokoneiden korjauksia sekä kunnonvalvontaa ja tuotantokyvyn seurantaa” (7, s. 3).

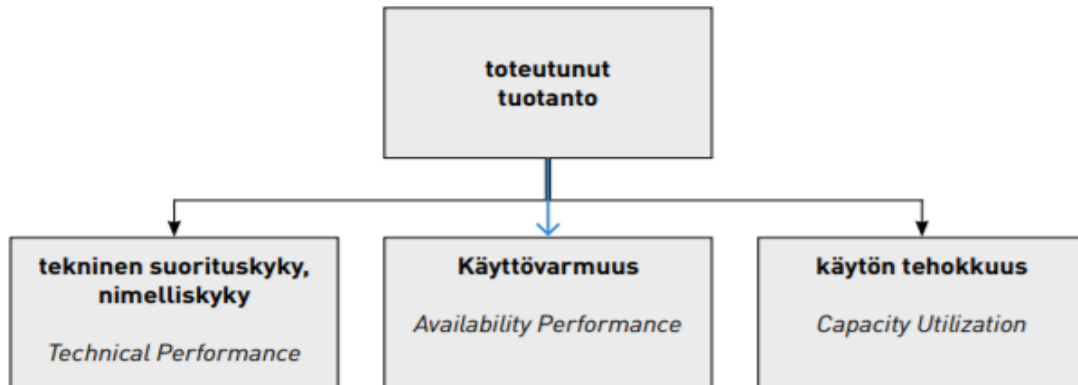
Voidaankin ajatella, että termillä käynnissäpito tarkoitetaan käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön yhteistyötä, jolla pyritään turvaamaan tuotantolaitoksen häiriötön käynti ja välttämään vikatilanteet. Sanalla käyttö tarkoitetaan tuotannosta huolehtivaa työntekijää, jonka työtehtäviin kuuluu tuotannon prosessin ohjaus.

PSK Standardi 6201 määrittelee sanan käyttö seuraavasti:

”Tuotannon toteuttamisen välittömät toimenpiteet, kuten prosessinohjaus ja koneiden käyttö. Käyttöön voi kuulua myös tuotteen, prosessin, tms. vaatimat kytkentöjen muutokset, vaihtoyksiköiden, komponenttien ja työkalujen vaihdot” (7, s. 3).

Oulun Veden tapauksessa käynnissäpitoon ei ole panostettu aikaisemmin tarpeeksi. Yhteistyö käyttöhenkilöstön, jotka ohjaavat prosessia ja valvovat sen kulua, ja kunnossapitohenkilöstön, jotka hoitavat ennakkohuollot ja vikatilanteet, välillä ei ole ollut tarpeeksi sujuvaa. Opinnäytetyön aikana käyttöönotettava tiedonhallintaohjelmisto, joka perustuu luotettavaan dataan, parantaa yhteistyötä henkilöstön välillä, tehostaa tuotantoa ja pienentää kustannuksia.

Teollisuudessa yritysten päämääränä on tuottaa tuotteita, jota varten yrityksillä on tuotantoprosessi, joka koostuu pienemmistä osaprosesseista. Kuvassa 5 on esitetty prosessin suorituskykyyn vaikuttavat osatekijät, jotka ovat tekninen suorituskyky, käyttövarmuus ja käytön tehokkuus. Hyvin suunniteltu tuotantoprosessi, joka ottaa huomioon edellä mainitut asiat, tehostaa tuotantoa ja parantaa tuottoa. Kunnossapidolla on vaikutusta kaikkiin osatekijöihin, mutta perinteinen kunnossapito keskittyy suurimmalta osaltaan käyttövarmuuden toteuttamiseen. Käyttöhenkilöstön pääpiste on käytön tehokkuuden varmistamisessa, vaikka käyttöhenkilöstön toimet heijastuvat muihinkin osatekijöihin. (8, s. 13–14.)



KUVA 5. Tuotannon suorituskykyyn vaikuttavat tekijät (8).

Aikaisemmin kunnossapitohenkilöstö ja käyttöhenkilöstö luettiin samaan organisaatioon, mutta nykyään valtaosassa teollisuuden yrityksissä ne on eritelty omiksi organisaatioikseen. Tämän avulla työtehtävät saadaan jaettua kunnossapidon ja käytön välille. Teollisuudessa tämä voi aiheuttaa tiedonkulun ongelmia. Käynnissäpito tulisivin mieltää näiden organisaatioiden yhteistyöksi, jossa käyttöhenkilöstö toimii informaation tuojana ja kunnossapitohenkilöstö tätä tietoa käyttäen ratkaisee kunnossapitotapahtuman. Ehkäisevän ja ennakoivan kunnossapidon saralta käyttöhenkilöstön keräämä data ongelmista ja tuotannon kuormituksesta helpottaa kunnossapidon työtehtäviä. (8, s. 18–19.) Reaaliaikainen tiedonhallintajärjestelmä näiden kahden organisaation välillä nopeuttaa yhteistyötä ja parantaa tiedon siirtämistä sitä tarvitseville henkilöille. Tämä nopeuttaa kunnossapitotöiden tekemistä, enakkohuoltojen suunnittelua ja aikataulutusta.

4 CMMS KÄYNNISSÄPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT

4.1 Artturi-kunnossapitojärjestelmä

Artturi-kunnossapitojärjestelmä on Solteq Oyj:n kehittämä ohjelmisto, jossa on Windows- ja selainperusteinen käyttöliittymä. Artturista on tullut uusi ohjelmistoversio Artturi NEO, jonka omistaa Aneo Software Oy. Tietokantana Artturissa käytetään joko Oraclea tai Microsoft SQL-serveriä. Artturin tietokanta on mahdollista asentaa käyttäjäkohtaisesti jokaiselle käytettävälle tietokoneelle tai yhteiseen palvelinympäristöön, jolloin kaikki käyttäjien tekemät muutokset päivittyvät samalle palvelimelle yhteiseen tietokantaan kaikkien nähtäville. (11, s. 17.) Yhteisen palvelintietokannan ratkaisu oli käytössä myös Oulun Vedellä.

4.2 ALMA-tiedonhallintajärjestelmä

ALMA-tiedonhallintajärjestelmä on kokonaisvaltainen ohjelmisto, joka pitää sisällään suunnittelu-, kunnossapito-, teknisen tiedon ja tapahtumien hallintajärjestelmän. ALMA Consulting Oy (aikaisemmin AIM Automation and Instrumentation Management Oy) on vuonna 1986 perustettu ohjelmistoyritys, joka ylläpitää, kehittää ja toimittaa ALMA-ohjelmistoa ja siihen liittyviä palveluita. ALMA® -tuotemerkki on rekisteröity 13 maassa. ALMAN käyttäjälisenssejä on teollisuudessa yli 7000 ja sitä käytetään noin 300 yrityksessä ja 46 maassa. (12.) ALMA-ohjelmisto koostuu pienemmistä kokonaisuuksista ja siten tilaaja voi itse räätälöidä omiin tarpeisiinsa sopivan paketin. Oulun Veden tapauksessa ALMA-ohjelmisto koostuu MaintALMA-laajennuksesta.

MaintALMA on moderni teollisuuden kunnossapito-ohjelmisto, jonka avulla kunnossapitostrategioiden suunnittelu ja toteuttaminen on helppoa ja tieto on saatavilla ympäri vuorokauden jokaisella käyttäjällä. MaintALMA hyödyntää ALMA-laitosmallia, jonka runkona käytetään tuotantolaitoksen prosessien hierarkiaa. Laitosmallin avulla laitetiedot, laitepaikat, niiden dokumentit ja kunnossapitotapahtumat ovat loogisesti saatavilla. ALMAssa kaikki tiedot ja tapahtumat integroituvat yhteiseksi kokonaisuudeksi erilaisten linkitysten kautta, joten tarvittavat tiedot eivät katoa. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi laitetasolla nähdään kyseisen laitteen kunnossapitohistoria, tulevat huollot sekä esimerkiksi huoltoon

tarvittavien varaosien saatavuus ja niiden paikka varastossa. Näitä linkityksiä ja sääntöjä hallitaan käyttäjäoikeuksien avulla, joilla määritetään kuka pystyy tekemään tietokantaan muutoksia ja rajoittamaan näkyvyyttä ohjelmistossa. MaintALMA-ohjelmiston avulla voidaan tehdä seuraavat asiat

- kustannusseuranta ja raportointi eri tasoille: johto, päälliköt, työnjohto, asentajat
- kalenterinäkymät eri tasoille: johto, päälliköt, työnjohto, asentajat
- ennakko- ja seisokkihuoltojen resursointi, suunnittelu, ohjeistus sekä seuranta
- toistuvat huollot, kuten päivittäiset huoltokierrokset, viikoittaiset tarkastukset ja kuukausittaiset huollot
- korjaava kunnossapito: vikatyöt sekä vika- ja häiriöilmoitukset
- vuoro- ja käyttöpäiväkirja
- mittavaan kunnossapidon analysointi
- varasto- ja materiaalinhallinta
- hankinnat ja sopimukset
- teknisen dokumentaation hallinta
- henkilö-, tuote-, asiakas- yms. rekisterit
- projektit: suunnittelu, tiedonhallinta, edistyminen, kustannusten ja toteutuksen seuraaminen
- työturvallisuuden hallinta: tarvittavat työluvat, riskiarvioinnit ja turvallisuuskeskustelut
- hälytykset ja muistutukset
- mobiilikäyttö
- integroinnit muihin järjestelmiin: automaatio, ERP, kartta, VR, tuntikirjaus, laskutus, kaukovalvonta (13).

4.2.1 Käyttöliittymä

ALMA on Java-ympäristössä toimiva monen käyttäjän verkkosovellus, joka perustuu komponenttien käyttöön. Se perustuu monikerrosarkkitehtuuriin, jonka avulla erilaisten käyttöliittymien, tietokantojen ja rajapintojen käyttö mahdolliste-

taan. Kuvasta 6 käy ilmi monikerrosarkkitehtuurin kerrokset, joita ovat asiakas-kerros, sovelluskerros ja datakerros. Yleisesti monikerrosarkkitehtuurista puhuttaessa kerrokset nimetään myös käyttöliittymäkerrokseksi, välikerrokseksi ja tietokantakerrokseksi. Monikerrosarkkitehtuuri ja komponenttien käyttö mahdollistaa ohjelmiston skaalautumisen tulevaisuuden muutoksia varten. (14, s. 43–44.)



KUVA 6. Monikerrosarkkitehtuuri ALMAssa (14, s. 44).

ALMAN käyttöliittymä on käyttäjäystävällinen ja pääasiassa tiedot esitetään hierarkkisten puiden avulla, jotka sijaitsevat järjestelmän näkymän vasemmassa reunassa. Puusta valitun objektin tiedot näkyvät attribuutteina järjestelmän oikeassa reunassa, perusnäkyvässä. Attribuutit ovat kysymyskenttiä, joiden avulla objektin tiedot kerrotaan käyttäjälle. Hierarkkisten puiden näkyvyyttä pystytään muokkaamaan järjestelmäsääntöjen avulla. Objektien väliset yhteydet toteutetaan ALMAssa linkittämällä objektit toisiinsa. Objektien väliset linkitykset näkyvät välilehtinä perusnäkyvässä. (14, s. 44.) Linkityksiä voi olla esimerkiksi kunnosapitotapahtuman linkitys laitteelle tai käyttöohjeen linkitys dokumenttilinkkinä laitteelle.

Toimin opinnäytetyön aikana ALMA-ohjelmiston pääkäyttäjänä, joten minulla on käytännössä rajattomat oikeudet muokata järjestelmää ja järjestelmän näkyvyyttä

ei ole rajattu minulle ollenkaan. Opinnäytetyössä esiintyvät kuvankaappaukset ALMA-ohjelmistosta ovat pääkäyttäjänäkymästä. Peruskäyttäjänäkymä on suppeampi kuin pääkäyttäjänäkymä, koska sitä on rajoitettu toimintasääntöjen avulla helppokäyttöisyyden ja käyttäjäystävällisyyden saavuttamiseksi. Hierarkian toteutus on tehty yhteistyössä Oulun Veden henkilökunnan kanssa ja tavoitteena hierarkialle oli käyttäjäystävällisyys sekä tietojen nopea löytyminen järjestelmästä.

4.2.2 Client- ja webALMA

ALMA-ohjelmistoa voidaan käyttää client-versiona tietokoneilla, joihin ALMA-ohjelmisto on asennettu tai verkkoselaimen kautta web-versiona kaikilla laitteilla, joilla on internetyhteys. WebALMA on ALMA-palvelinohjelmistoon sisäänrakennettu www-palvelinohjelmisto. WebALMA asennetaan palvelinkoneeseen, jossa myös tietokanta sijaitsee ja palvelinkoneeseen otetaan internetyhteys laitteilla, joilla webALMAa selataan. (14, s. 193–194.) Web-versiota käytetään yleisesti tietokannan selaamiseen ja client-versiota ohjelmiston konfigurointiin sekä järjestelmän ylläpitoon. WebALMA mahdollistaa ohjelmiston käytön myös mobiililaitteilla, kuten älypuhelimilla tai tableteilla. Tässä opinnäytetyössä keskitytään client-version käyttöönottoon ja opinnäytetyössä ilmenevät kuvat ovat client-version näkymästä.

4.3 Cromi valvomo-ohjelmisto

Cromi on THT Control Oy:n kehittämä modulaarinen valvomo- ja tuotannonohjaus-ohjelmisto. THT Control Oy toimittaa automaattioratkaisuja teollisuuteen sekä yksityisille henkilöille. Ohjelmiston modulaarisuus tarkoittaa, että sen ominaisuuksia pystytään laajentamaan erilaisilla sovelluksilla. Tämän avulla asiakkaalle saadaan räätälöityä oikeanlainen kokonaisuus ja tarpeettomat ominaisuudet voidaan jättää ohjelmistosta pois. Cromi on käyttöjärjestelmästä riippumaton ja sen käyttöliittymä sopii kaikkiin teollisuuden kohteisiin. Ohjelmiston avulla pystytään reaaliaikaiseen datan käsittelyyn ja tuotannonohjaukseen etäyhteydellä. (15.) Oulun Veden tapauksessa Cromia käytetään pohjavesialueiden vedenkäsittelylaitoksien ja vedenottamoiden prosessien ohjaukseen yhdessä paikallisau-

tomaation kanssa. Cromia käytetään myös Oulun Veden verkostokohteiden prosessien ohjaukseen. Verkostokohteisiin kuuluu hulevesien viemärointi, kiinteistöjen jätevesien pumppaus jätevedenpuhdistamoille sekä talousveden jakelu. Tässä opinnäytetyössä verkostokohteita ei käydä läpi, koska niitä ei sisällytetä ALMA-ohjelmistoon.

Cromi on Java-pohjainen ohjelma, mikä sallii asiakasliittymän käytön ilman erillistä asennusta millä tahansa laitteella. Cromi-serveri asennetaan yhdelle palvelimelle, johon otetaan yhteys käytettävillä laitteilla. Oulun Veden tapauksessa Cromia pyörittävät palvelinkoneet ovat kahdennettu. Tämä tarkoittaa, että palvelinkoneet keskustelevat keskenään ja vikatilanteen syntyessä yhteys siirretään toiseen palvelinkoneeseen. Kahdennus maksimoi toimintavarmuuden. Asiakasliittymien ja tagien määrää ei ole rajoitettu, joten ainoana rajoituksena ohjelmistolla on serveritietokoneen ominaisuudet. (16.)

5 ALMA-OHJELMISTON KÄYTTÖÖNOTTO

Järjestelmän käyttöönotto voidaan määritellä usealla eri tavalla. Tässä opinnäytetyössä järjestelmän käyttöönotto määritetään ATK-sanakirjan mukaan, jossa järjestelmän käyttöönotto tarkoittaa järjestelmän säännöllistä käytön aloittamista tai vanhan järjestelmän toimintojen siirtämistä uudelle järjestelmälle. Järjestelmän käyttöönotto pitää sisällään myös parametroidin, käyttäjien ohjeistuksen sekä koulutukset. (17, s. 6.)

Tässä opinnäytetyön osuudessa käydään läpi työn suoritukseen kuuluvat vaiheet, joita ovat laitoshierarkian luominen, positiotunnusjärjestelmän sisällyttäminen ALMA-ohjelmistoon, laitekorttien ja laitetietojen syöttäminen järjestelmään sekä kunnossapitotapahtumien päivittäminen ajan tasalle ja toistuvien työtehtäväsyykliä aloittaminen. Tässä opinnäytetyön vaiheessa kerrotaan myös järjestelmän hakukansioiden luomisesta ja käyttäjien ohjeistamisesta.

5.1 Laitoshierarkia

Opinnäytetyön työosuus alkoi laitoshierarkiaan tutustumisella. Hierarkia tarkoittaa tässä yhteydessä laitos- tai tuotantomallin mallintamista. Vanha hierarkia importoitui Artturi-ohjelmistosta ALMA-ohjelmistoon ALMA Consulting Oy:n toimesta. Tämä vähensi käsin tehtävää työtä, koska laitoksien runko oli valmiina järjestelmässä ennen työn aloittamista. Hierarkia oli kuitenkin sotkuinen ja useita objekteja kopioitu importin myötä hierarkiaan useampana kappaleena ja hierarkia täytyi siivota ja järjestää helppolukuiseen muotoon. Pohjavesialueiden hierarkiat täytyi rakentaa käytännössä kokonaan uusiksi, koska näitä alueita ei ollut Artturi-ohjelmistoon sisällytetty. Laitoshierarkia toteutettiin rakentamalla hierarkia ALMA-ohjelmistoon laitoskohtaisesti prosessin kulkua seuraten yhteistyössä Oulun Veden henkilökunnan kanssa.

Kuvassa 7 näkymänä on Oulun Veden ALMA-ohjelmiston avausikkuna, jossa on aktiivisena hierarkiapuun, josta valittuna Hintan pintavedenpuhdistamon alue. Kuvan vasemmassa reunassa näkyy hierarkiapuun ylin taso, jossa eri laitoskohteet on rajattu omiin alueisiinsa ja pienemmät kokonaisuudet kansioihin. Oikeassa

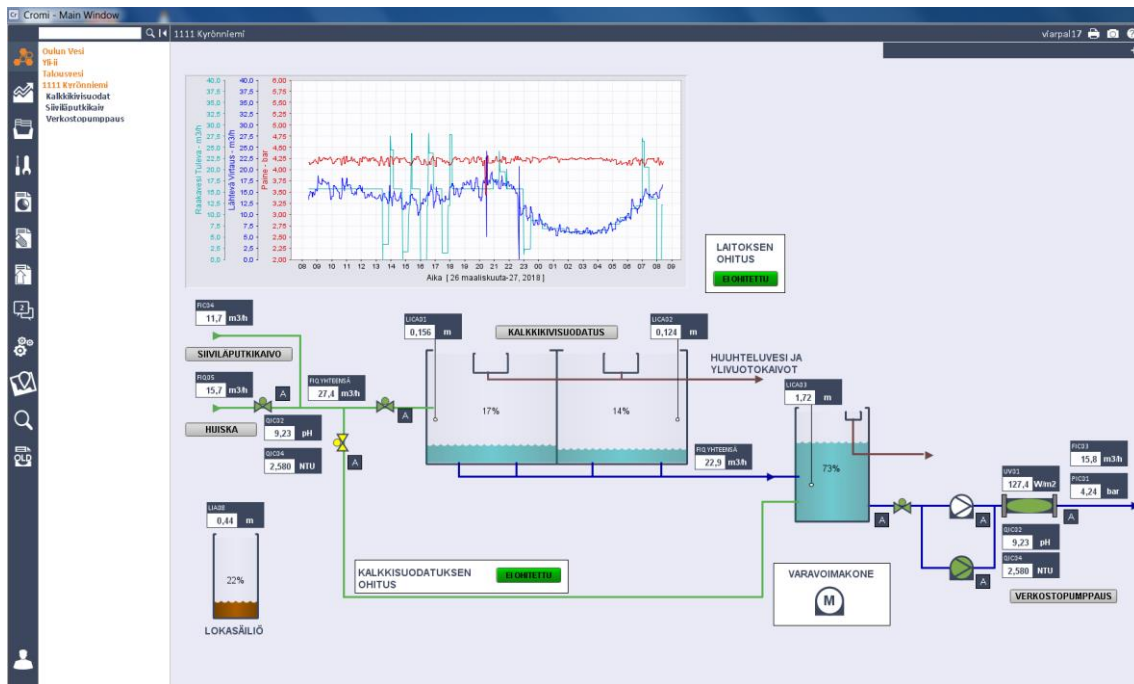
reunassa näkyy valitun alueen perusnäkyvä, jossa on objektin attribuutit ja niiden vastaukset. Kuvasta 7 käy myös ilmi kunnossapitotapahtuma-välilehti.



KUVA 7. ALMA-ohjelmiston avausikkuna.

Aloitin laitoshierarkian luomisen pohjavesialueilta. Pohjavesialueiden hierarkia perustuu Cromi-ohjelmistoon, jolla ohjataan prosesseja yhdessä paikallisautomaation kanssa. THT Control Oy on luonut Cromin näkymän PI-kaavioiden mukaan. Kävin pohjavesialueiden laitokset yksitellen läpi Cromia apuna käyttäen ja tutustuen prosessien toimintaan. Pohjavesialueiden laitoksien hierarkia perustuu prosessin kulkuun, muiden laitoksien tapaan, mutta osalla vedenkäsittelylaitoksilla ja vedenottamoilla oli sen verran vähän ALMAan sisällytettäviä laitteita, että laitteet listattiin hierarkiaan kyseisen laitoksen alle ilman osaprosesseihin jakamista.

Pohjavesialueilla ALMAan haluttiin sisällyttää tässä vaiheessa käyttöönottoa ne laitteet, jotka löytyvät Cromista, koska kaikkien laitteiden teknisiä tietoja ei ollut saatavilla. Kuvassa 8 on Kyröniemen vedenkäsittelylaitoksen päänäkymä Cromi-ohjelmistosta, jonka pohjalta loin hierarkian ALMAan.



KUVA 8. Kyröniemen vedenkäsittelylaitos Cromi valvomo-ohjelmistossa.

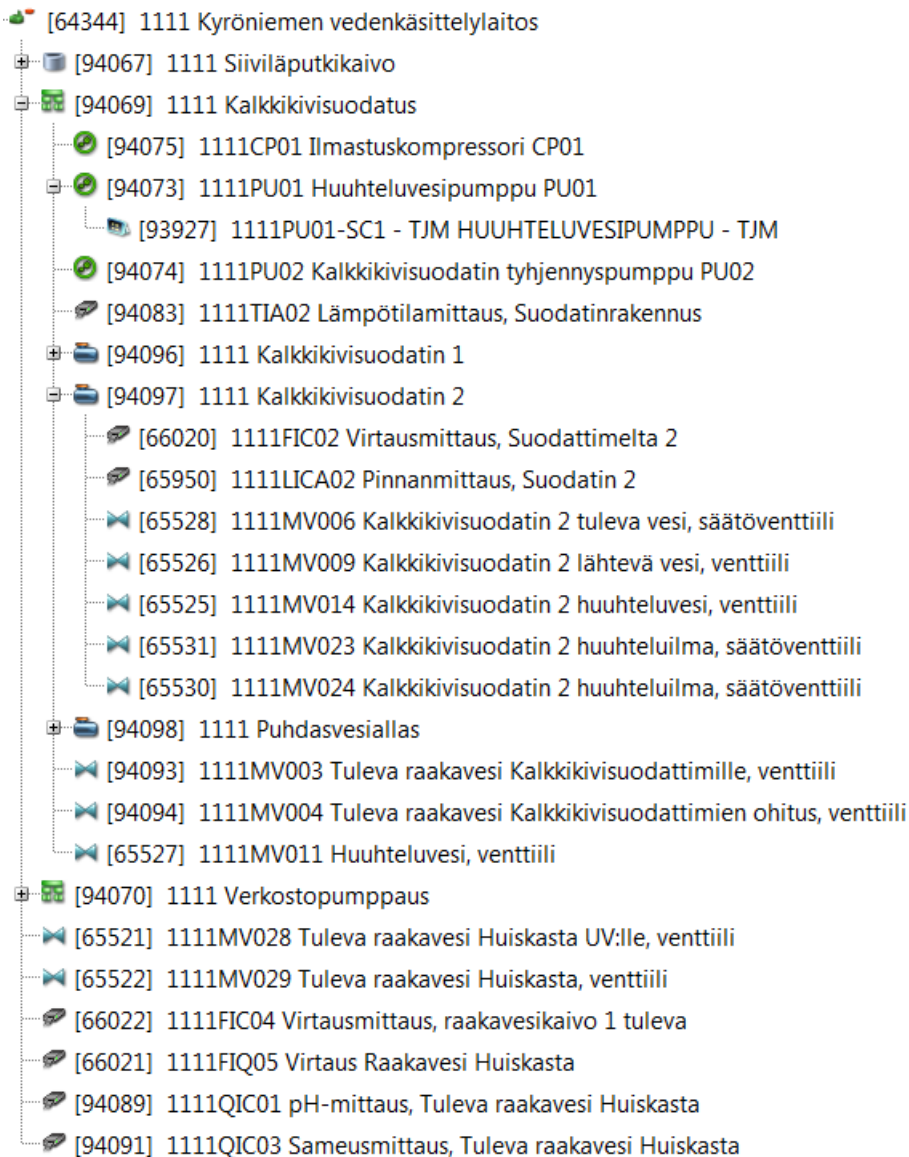
Kuvassa 9 on Kyröniemen vedenkäsittelylaitoksen hierarkia. Tässä vedenkäsittelylaitoksessa sisällytin hierarkiaan kaksi osaprosessia, jotka ovat kalkkikivisuodatus ja verkostopumppaus. Siiviläputkikaivon lisäksi hierarkiaan omalla objektillaan, kaivona. Venttiilit ja mittaukset, jotka eivät kuulu mihinkään tiettyyn prosessiin, lisäksi hierarkiaan suoraan vedenkäsittelylaitoksen alle.

- [64344] 1111 Kyröniemen vedenkäsittelylaitos
 - [94067] 1111 Siiviläputkikaivo
 - [94069] 1111 Kalkkikivisuodatus
 - [94070] 1111 Verkostopumppaus
 - [65521] 1111MV028 Tuleva raakavesi Huiskasta UV:lle, venttiili
 - [65522] 1111MV029 Tuleva raakavesi Huiskasta, venttiili
 - [66022] 1111FIC04 Virtausmittaus, raakavesikaivo 1 tuleva
 - [66021] 1111FIQ05 Virtaus Raakavesi Huiskasta
 - [94089] 1111QIC01 pH-mittaus, Tuleva raakavesi Huiskasta
 - [94091] 1111QIC03 Sameusmittaus, Tuleva raakavesi Huiskasta

KUVA 9. Kyröniemen vedenkäsittelylaitoksen hierarkia

Kalkkikivisuodatusprosessin alle loin laitepaikat osaprosessissa käytettäville pumpuille ja kompressoreille. Taajuusmuuttajakäyttöisten pumppujen ja komp-

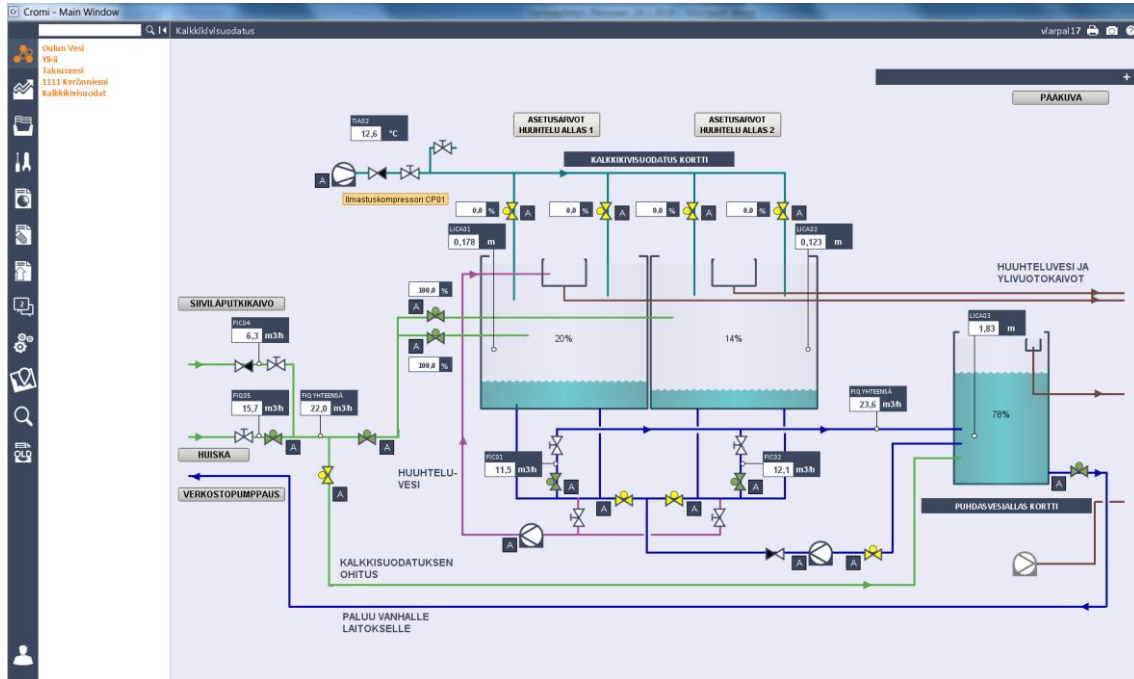
ressorien taajuusmuuttajat lisättiin kyseisen laitteen laitepaikan alle. Kalkkikivisuodattimet 1-2 ja puhdasvesialtaan erottelin osaprosessin alle omiksi kokonaisuuksiksi, joiden alle tulevat niihin sisältyvät laitteet, kuten venttiilit, anturit ja mittaukset. Kuvasta 10 käy ilmi kalkkikivisuodatusprosessin rakenne ja huuhteluvesipumppu PU01:n taajuusmuuttaja. Verkostopumppausprosessiin lisäsin siinä käytettävät verkostopumput, hypokloriittipumpun ja mittaukset sekä venttiilit.



KUVA 10. Kalkkikivisuodatusprosessin hierarkia.

Kuvassa 11 on vertailun vuoksi näkymä Cromi-ohjelmiston kalkkikivisuodatusprosessista. Kuvia 10 ja 11 verrattaessa käy ilmi, että ALMAan luodusta hierarkiasta löytyy samat laitteet samoilla positiotunnuksilla kuin Cromi-ohjelmistosta.

Tämän avulla prosessia Cromin kautta ohjaava käyttökhenkilö voi vikatilanteessa helposti lisätä vikailmoituksen ALMAan oikealle laitteelle. Cromissa kompressorien, pumppujen ja venttiilien nimet sekä positiotunnukset tulevat esille pitämällä hiiren osoitinta kyseisen laitteen päällä. Kuvassa 11 osoitin on ilmastuskompressorin CP01:n päällä.



KUVA 11. Kalkkikivisuodatusprosessi Cromi valvomo-ohjelmistossa.

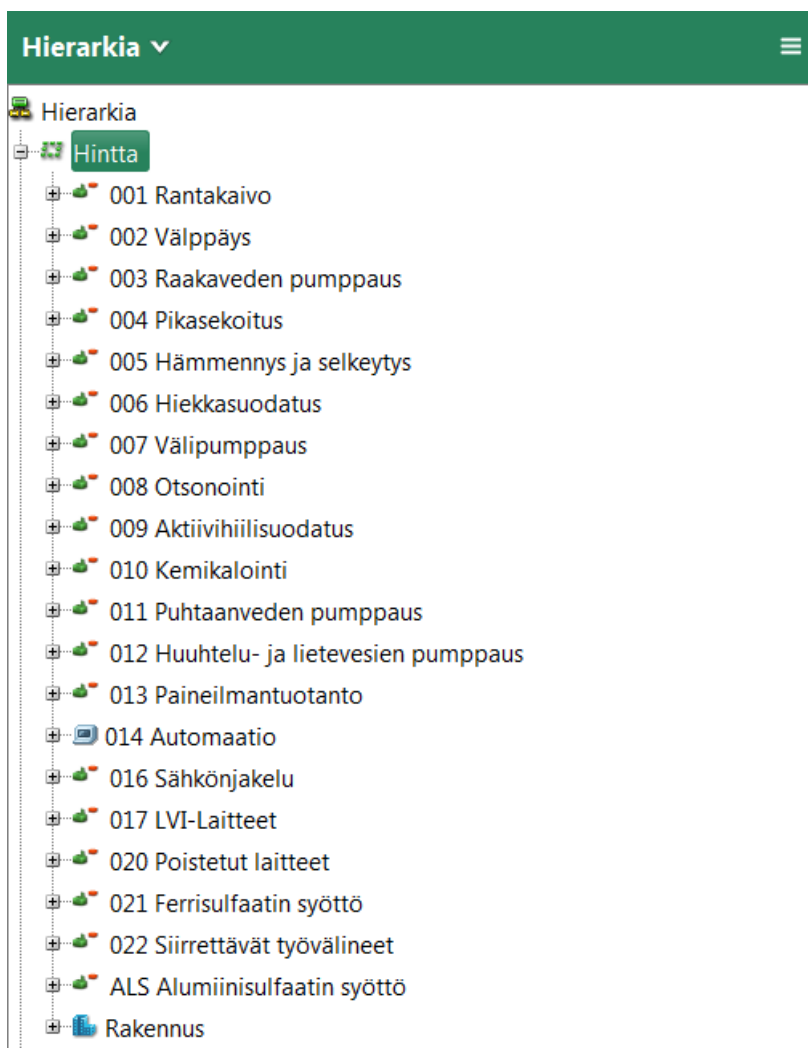
Kaikkien pohjavesialueiden vedenkäsittelylaitoksien ja vedenottamoiden hierarkia rakennettiin ALMA-ohjelmistoon samalla tavalla, Cromia apuna käyttäen. Pohjavesialueiden pienempiä kohteita, joita ovat esimerkiksi pienet vedenottamot ja alavesisäiliöt, ei jaettu omiin osaprosesseihin. Kuvassa 12 on Jäälin alavesisäiliö, jonka hierarkia koostuu ainoastaan laitepaikoista ja yksittäisistä laitteista.



KUVA 12. Jäälän alavesisäiliön hierarkia, jota ei ole jaettu prosesseihin.

Pohjavesialueiden jälkeen siirryin laatimaan hierarkiaa vedenpuhdistamoille. Näiden laitoksien hierarkian runko importoitui Artturi-ohjelmistosta ALMAan ja se helpotti työn suorittamista. Aloitin vedenpuhdistamojen hierarkian tekemisen tutustumalla laitoksien prosessien toimintaan PI-kaavioiden avulla ja nimesin osaprosessit PI-kaavioiden mukaan ALMA-ohjelmistoon.

Kuvassa 13 on Hintan vedenpuhdistamon hierarkia, jonka kokosin prosessin kulun mukaisesti muokaten Artturista importoitua hierarkiaa. Hierarkian jakaminen osaprosesseihin helpottaa laitteiden etsimistä, koska tietyn prosessin alle kuuluvat laitteet sijoitettiin kyseisen prosessin alle. Hierarkiaan erittelin myös suuremmat kokonaisuudet, jotka eivät kuitenkaan ole osaprosesseja, kuten rakennuksen, jonka alle listasin turvavalaisuksen sähkölähdöt keskuksilta. Tämä helpottaa tulevaisuuden kunnossapitoa, koska ALMA-ohjelmistosta voidaan tarkastaa mitkä lähdöt syöttävät turvavalaisimia ja kytkeä ne jännitteettömiksi huoltotoimien ajaksi.



KUVA 13. Hintan vedenpuhdistamon hierarkia.

Laitoksien osaprosessien jälkeen hierarkiaan lisättiin tarvittavat laitteet, koska kaikkia laitteita ei ollut lisätty Artturi-ohjelmistoon, eikä niitä tästä syystä saatu importoinnin yhteydessä ALMAN tietokantaan. Osa importoiduista laitteista oli poistettu käytöstä ja korvattu uusilla laitteilla, joten Artturi-ohjelmiston importoinnin kautta tuli ALMAN tietokantaan myös vanhentuneita laitteita. Nämä tapaukset kävin läpi tutkimalla PI- ja piirikaavioita ja vertasin niitä Artturi-importoinnin yhteydessä lisättyihin laitteisiin.

Taajuusmuuttajia ei ollut Artturi-ohjelmistossa linkitetty niitä käyttäviin laitteisiin, joten taajuusmuuttajat kävin yksitellen läpi ja sijoitin oikean laitteen alle ALMA-ohjelmistoon. Kuvassa 14 on Hintan vedenpuhdistamon hierarkia, josta avoi-

mena on puhtaanveden pumppaus -osaprosessi. Kuvassa 14 aktiivisena objektina on MP10 puhtasvesipumpun taajuusmuuttaja MP10TJM. Kuvasta 14 käy myös ilmi osaprosessiin lisätyt laitekokonaisuudet, joita ovat tässä tapauksessa puhtasvesipumput 10–12 sekä puhtasvesialtaat. Osaprosessiin liittyvät mittaukset ja venttiilit, jotka eivät kuulu tiettyyn laitteeseen tai kokonaisuuteen, lisättiin omina objekteinaan suoraan osaprosessin alle. Hierarkiaan ei kuitenkaan sisällytetty jokaista laitetta, koska kaikkien laitteiden informaatio ei ole tarpeellista ja tämä olisi heikentänyt järjestelmältä vaadittavaa helppolukuisuutta.



KUVA 14. Puhtaanvedenpumppaus- osaprosessiin kuuluvat laitteet, joista aktiivisena MP10TJM taajuusmuuttaja.

Kuvasta 14 ilmenevää hierarkiamallia käytetään jokaisessa osaprosessissa jokaisella laitoksella, jotta hierarkia pysyy yhdenmukaisena. Hierarkiassa käytetään siis yleisesti vesiputousmallia, eli prosessit ja niiden laitteet järjestettiin vaihe vaiheelta alaspäin, suurimmasta kokonaisuudesta lähtien.

5.2 Positiotunnusjärjestelmä

Oulun Veden laite- ja positiotunnusjärjestelmä pohjautuu PSK 3603- ja PSK 7102 -standardeihin, joita on kuitenkin sovellettu, jotta saavutettiin omaan käyttöön sopiva tunnusjärjestelmä. Laitteet merkitään kentällä, piirustuksissa ja järjestelmissä yksilöivällä laitetunnuksella, jota kutsutaan positioksi. Positiotunnus on

muotoa mmXXnn, jossa mm tarkoittaa laitos-/aluetunnusta, XX laitetunnuksen kirjainosaa, jolla ilmaistaan laitteen tyyppi, ja nn järjestysnumeroa, joka toteutettiin juoksevalla numeroinnilla (18, s. 14).

Oulun Vedellä on käytössä myös laitos- ja verkostokohteiden aluehierarkian tunnusjärjestelmä, joka pohjautuu PSK 7102 -standardiin. Oulun Veden laitos- ja verkostokohteiden aluehierarkian tunnusjärjestelmän laatimisohje on liitteenä 1.

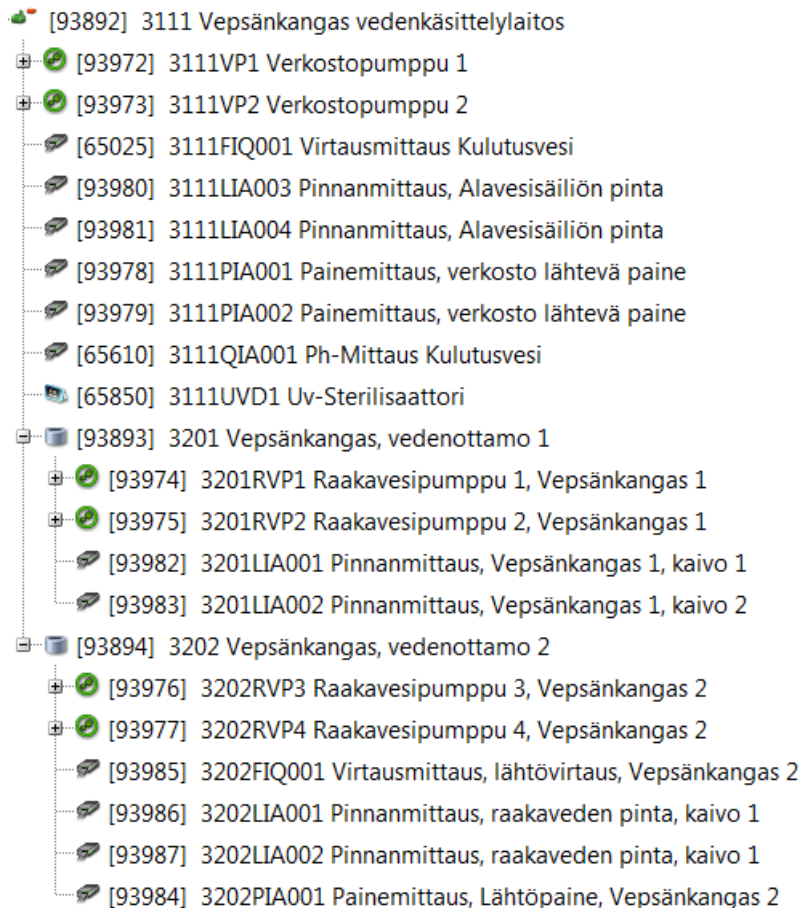
Yksilöivä positiotunnusjärjestelmä on tärkeä, koska tämä helpottaa laitteiden ja kohteiden tietoteknistä käsittelyä ja tietokantahakua (19, s. 3). On oleellista käyttää samoja tunnuksia kentällä ja järjestelmissä, jotta saadaan laitteen kaikki tiedot ja dokumentit oikean positiotunnuksen alle. Positiotunnusten tärkeys näkyy myös kunnossapidossa, koska huollettavassa kohteessa voi olla useita samantyyppisiä laitteita, jotka ovat yksilöitävissä ainoastaan positiotunnuksella. Positiotunnuksen avulla laite saadaan yksilöityä ja kunnossapitotoimi pystytään ilmoittamaan oikealle laitteelle.

Laitteiden positiotunnus perustuu yleisesti juoksevaan numerointiin, jolla erotetaan laitteet toisistaan. Samassa osaprosessissa esiintyvät samantyyppiset laitteet numeroidaan seuraavalla numerolla, vaikka tämä juokseva numero olisikin käytössä jossain muussa osaprosessissa. Aluetunnus erottaa nämä laitteet toisistaan ja yksilöity positiotunnus on saavutettu.

Positiotunnusjärjestelmä oli käytössä Oulun Vedellä ennen opinnäytetyön aloittamista, mutta positiotunnusten käyttäminen oli jäänyt pohjavesialueilla vähäiseksi. Opinnäytetyön aikana lisäsin yksilöivän positiotunnuksen pohjavesialueiden laitteille. Positiotunnusten lisäämisessä käytin apuna Cromi valvomo-ohjelmistoa sekä piirikaavioita ja lisäsin positiotunnuksen eteen aluetunnuksen liitteen 1 mukaan.

Kuvasta 10 selviää Oulun veden käytössä oleva positiotunnusjärjestelmä ja sen käyttö. Kuvassa 10 Vepsänkankaan vedenkäsittelylaitokselle annettiin aluetunnus 3111 liitteen 1 mukaan. Vedenkäsittelylaitoksella olevat laitteet ja laitekoko-
naisuudet merkittiin liitteen 1 mukaan aluetunnuksella 3111 ja vedenottamoissa olevat laitteet ja laitekoko-
naisuudet aluetunnuksella 3201 tai 3202, riippuen siitä,

kummassa vedenottamossa laitteet sijaitsevat. Kuvasta 10 huomataan, että molemmilla vedenottamoissa on pinnanmittausantureita positiotunnuksella LIA001 ja LIA002. Ilman käytössä olevaa aluetunnusta näiden laitteiden yksilöiminen olisi hankalaa. Aluetunnuksella saadaan siis yksilöityä muuten saman positiotunnuksen omaavat laitteet.



KUVA 10. Oulun Veden laite- ja aluepositiointi.

5.3 Hakukoneiden luominen

Oulun Veden ALMA-tietokanta pitää sisällään yli 24 000 tehtävää. Näiden tehtävien etsimisen helpottamiseksi loin erilaisia hakukoneita. Hakukoneet perustuvat hakuaskeleiden ja hakuparametrien käyttöön. Näistä puhutaan yleisesti haku-datana. Hakuaskelilla määritetään mitä objekteja tai linkkejä tietokannasta etsitään ja hakuparametreilla tarkennetaan hakua. (14. s. 98–99.)

Hakukoneiden luomisen aloitin luomalla päiväkirjahakuja tehtävien löytämisen helpottamiseksi. Päiväkirjahaut ovat hakuja, joita käytetään ALMA-ohjelmiston päiväkirjanäkymässä.

Kuvassa 11 on ALMA-ohjelmiston kalenterinäkymä. Kuvassa avoimena kalenterina on Taskilan jätevedenpuhdistamon valmiiden töiden kalenteri, jossa tehtävän tyyppinä on mekaaninen tai sähkö ja automaatio. Kalenteri on kuukausinäkymässä ja sen hetkinen päivä näkyy kalenterissa sinisellä värillä. Aktiiviseksi valittu tehtävä avautuu kalenterin alle.



KUVA 11. Kalenteri: Taskila – Valmiit työt mekaaninen / S&A.

Tämän kalenterin hakudata pitää sisällään kolme hakuaskelta ja kaksi hakuparametria, jotka loin seuraavasti:

- ensimmäisellä hakuaskeleella etsitään kaikkia objekteja Taskilan jätevedenpuhdistamon alueelta
- toisella askeleella etsitään ensimmäisen hakuaskeleen tuloksista kunnosapitotapahtuma-linkkejä
- kolmannella hakuaskeleella etsitään aikaisempien askeleiden tuloksista objekteja, joiden perustyyppinä on tehtävä
- ensimmäisenä hakuparametrina on työn aloitusaika, joka on rajattu kuluvaan kuukauteen

- toisena hakuparametrina on työn tila, joka on rajattu valmiisiin tehtäviin.

Joka toinen hakuaskel on hakukoneissa objekti- ja joka toinen linkki-haku (14. s. 99). Kuvassa 12 näkyy yllä olevan päiväkirjahaun hakudata. Kuvassa ollaan kolmannella hakuaskeleella ja ensimmäinen hakuparametri näkyy kuvan alareunassa.



KUVA 12. Hakukoneen hakudata.

5.4 Laitekortit

Laitekorttien tarkoituksena on kerätä laitteen tärkeät tiedot yhteen helppolukuisen näkymään. Laitetiedot esitetään ALMAssa attribuuttien avulla, jotka ovat järjestelmän kysymyskenttiä (14. s. 66). Laitekortin avulla saadaan käsitys laitteen mallista ja toiminnasta. Laitekorttien luomista ja laitetietojen lisäämistä nopeutti ALMAssa oleva mahdollisuus luoda attribuuttiryhmiä. Attribuuttiryhmä pitää sisällään useita attribuutteja, joten attribuutteja pystyi lisäämään massana laitekortille (14. s. 54). Laitekorttien tekemisessä priorisoitiin seuraavat attribuutit, jotka lisättiin suurimmalle osalle laitteista:

- asennuspäivä
- takuu voimassa
- valmistusnumero

- valmistajan tyyppi
- valmistaja
- toimittaja
- valmistajan tunnus
- lisätietoja.

Yllä olevista attribuuteista tein ”perustiedot”-attribuuttiryhmän, joka lisätään jatkossa kaikille uusille laitteille. Näiden tietojen avulla saadaan etsittyä tarvittavat manuaalit ja ohjeet laitteelle. Laitteesta riippuen laitekortille lisätään teknisiä tietoja niiden tarpeellisuuden mukaan. Esimerkiksi sähkölaitteille annettiin jännite-, virta- sekä tehotiedot.

Laitekorttien luomisen aloitin käymällä läpi Artturi-ohjelmistosta importoidun tietokannan. Importin kautta tulleet laitekortit pitivät sisällään attribuutteja, joille ei ollut annettu vastauksia, eivätkä ne olleet laitteen toimintaan tai kunnossapitoon kriittisesti vaikuttavia tietoja. Nämä kohdat poistin laitekorteilta, jotta laitekortti pysyy helppolukuisena.

Kuvassa 13 on raakavesipumppu MP6:n laitekortti. Laitekortin alussa on ”perustiedot”-attribuuttiryhmän tiedot ja sen jälkeen laitekohtaiset yksilölliset tekniset tiedot.



KUVA 13. Raakavesipumppu MP6:n laitekortti.

Joidenkin laitteiden kohdalla teknisten tietojen löytäminen oli haastavaa, koska tietoja ei ollut saatavilla, eikä konkreettisesti laitteen luona kentällä käyminen ollut mahdollista. Näissä tapauksissa sisällytin laitekorttiin saatavilla olevat tiedot ja muut tärkeät kentät jätin tyhjäksi tulevaisuuden laitetietojen kirjaamista varten. Kuvassa 14 on Yli-lissä sijaitsevan Kyröniemen verkostopumppu PU04:n laitekortti.



KUVA 14. Vajavainen laitekortti.

5.5 ALMA-ohjelmisto kunnossapidon päivittäisenä apuna

Opinnäytetyön lopuksi järjestelmän ollessa hierarkian ja laitetietojen osalta ajan tasalla aloin päivittämään kunnossapitotapahtumia täsmäämään sen hetkistä tilannetta. Opinnäytetyön tässä osuudessa annetaan esimerkit ennako- ja vuosi-huollosta, jotta opinnäytetyötä voidaan käyttää tulevaisuudessa ohjeena samankaltaisissa projekteissa.

Artturi-ohjelmistosta importoitu tietokanta piti sisällään sinne merkityt työtehtävät, mutta niiden kuittaaminen oli osittain jäänyt tekemättä, joten työtehtävät täytyi käydä läpi ja kuitata jo tehdyt työt sekä generoida keskeneräiset työt tehtäviksi. Kunnossapitotapahtumien tarkastaminen ja läpi käynti jatkuu opinnäytetyön jälkeen, koska tietokannassa on yli 24 000 työtehtävää.

Ennakkohuollot

Ennakkohuollot ovat ennalta suunniteltuja työtehtäviä, joiden avulla vältetään viikatilanteeseen joutuminen. Ennakkohuollot ovat toistuvia kunnossapitotoimia, joiden jaksotusaika määritetään ennakkohuoltotehtävän pohjaa luodessa.

Kuvassa 15 on MP83 vuotovesipumppu 83:n ennakkohuolto, jossa tehtävänä on pumpun öljynvaihto. Kyseinen työ on keskeneräinen ja myöhässä, koska työn suoritusajaksi on ollut 5.2.2018 ja tehtävän tila on edelleen ilmoitettu, eikä valmis. Öljynvaihto ei kuitenkaan ole tuotannolle kriittinen työ, eikä öljynvaihtoon ole määrätty viranomaisten toimesta erillistä määräystä. Tämä työ annetaan uudelleen mekaanisen kunnossapidon asentajille tehtäväksi huoltokierrosten aikatauluihin sovittaen.



KUVA 15. MP83 vuotovesipumpun myöhässä oleva öljynvaihto ennakkohuolto.

Kuvassa 16 on MP83 vuotovesipumpun öljynvaihto ennakkohuoltotehtävän pohja, joka laatii automaattisesti uuden samanlaisen tehtävän 78 viikon päähän, aikaisemman tehtävän tullessa kuitatuksi.



KUVA 16. MP83 vuotovesipumpun ennakkohuoltotehtävän pohja.

Vuosihuollot

Vuosihuollot ovat vuosittain toistuvia työtehtäviä. Opinnäytetyön aikana Oulun Energian Urakointi Oy teki muuntajien vuosihuollot Hintan, Kurkelanrannan ja Taskilan vedenpuhdistamoille. Näistä tehtävistä loin vuosihuollot ALMA-ohjelmiin ja lisäsin huoltoreportit jokaiselle tehtävälle kuvan 17 mukaan.



KUVA 17. Y218 Muuntajan vuosihuolto.

Kuvan 17 yläosassa näkyy Kunnossapitotapahtumat-välilehti, joka on aktiivisena. Tältä välilehdeltä on valittuna 20.2.2018 suoritettu vuosihuolto, joka aukeaa näkymän alareunaan. Kuvasta 17 huomataan, että tehtävän tila on valmis. Tehtävä on Toistuva tehtävä tyyppiä ja vuosihuollon jaksotusväli on 52 viikkoa. Kyseiselle tehtävälle linkitettiin myös huoltoraportti dokumenttilinkillä, joka näkyy Dokumentit-välilehtenä.

Kuvassa 18 näkyy Dokumentit-välilehti, josta huoltoraportti voidaan avata. Dokumenttien liittäminen tehtäville helpottaa kunnossapitohenkilöstön toimintaa, koska kaikilla käyttäjillä on reaaliaikainen pääsy dokumenteille ja tiedonkulun ongelmat saadaan poistettua. Tämän avulla voidaan ennen seuraavaa vuosihuoltoa tarkastaa, mitä toimenpiteitä aikaisemmassa huollossa on tehty. Kurkelanrannan Y218 muuntajan huoltoraportti on liitteenä 2.



KUVA 18. Dokumentti-välilehti, jossa on huoltoraportti.

5.6 Käyttäjien ohjeistus ja koulutus

ALMA-ohjelmiston käyttöönoton helpottamiseksi laadin ohjeet käyttäjille. Ohjeissa käydään läpi ohjelmiston perustoiminnot, joiden avulla käyttäjä pystyy aloittamaan ohjelmiston käytön ilman aikaisempaa kokemusta. ALMA-ohjelmisto pitää sisällään järjestelmän sisäiset käyttöohjeet, mutta joissain tapauksissa ohjeet

ovat vanhentuneet sekä niiden informaatio on puutteellista. Opinnäytetyön aikana laaditut ohjeet perustuvat ALMA-ohjelmiston sisäiseen ohjeeseen sekä ALMA Consulting Oy:n työntekijöiden Kimmo Hollannin ja Olli Pohjosen pitämiin koulutuksiin.

Dokumenttien lisääminen

Dokumentteja voidaan hallita ALMA-ohjelmistossa tiedostomuodosta riippumatta. Käyttäjäoikeuksien mukaan dokumenteille saadaan korkea tietoturvasuoja. Tämän avulla projektien hallinnassa voidaan estää esimerkiksi urakoitsijoilta pääsy salassa pidettäviin dokumentteihin. Dokumentteja voidaan lisätä suoraan hierarkiaan objekteille tai tehtäville. Dokumentteja hallitaan linkittämällä niitä ALMAssa oleviin objekteihin, tämän kautta tietokannassa valmiina oleva objekti voidaan lisätä usealle eri objektille. Linkittämisen avulla dokumentin tietoja muuttaessa tiedot päivittyvät kaikkiin kohteisiin, joihin dokumentti on linkitetty.

Dokumenttien lisäämistä ja liikuteltavuutta helpottaa ALMA-ohjelmistossa käytössä oleva Drag and drop –menetelmä. Dokumentteja voidaan siirtää ohjelmistossa raahaamalla dokumentti haluttuun kohteeseen. Dokumentit pystytään myös lisäämään raahaamalla tiedostot tietokoneen työpöydältä tai kansioista suoraan halutulle objektille. Dokumentit voidaan raahata myös ALMAsta tietokoneelle, jos ne halutaan tallentaa omalle kiintolevylle esimerkiksi muokkausta varten.

Dokumenttien lisäämiseen liittyvät ohjeet ovat liitteenä 3.

Töiden haku

Työtehtäviä voidaan hakea ALMAN tietokannasta usealla eri tavalla. Opinnäytetyön aikana loin ohjeet töiden hakuun kalenterinäkymää avuksi käyttäen. Kalenterin avulla voidaan hakea tiettyjä työtehtäviä tietyiltä laitoksilta ja ne avautuvat kalenterin kuukausinäkymään. Kalenterinäkymää avuksi käyttäen kunnossapitotyöntekijä voi katsoa esimerkiksi seuraavan viikon tehtävät valmiiksi ja suunnitella niiden suorituksen etukäteen.

Työtehtävien hakuun liittyvät ohjeet ovat liitteenä 4.

Töiden lisääminen ja kuittaaminen

Työtehtäviä voidaan lisätä ALMA-ohjelmistoon kahdella eri tavalla: joko yksittäisinä tehtävinä tai toistuvina ennakkohuolto-ohjelminä. Tein opinnäytetyön aikana ohjeet yksittäisten tehtävien tekemiseen ja niiden kuittaamiseen. Ohjeiden avulla käyttäjät osaavat lisätä töitä laitteille ilman aikaisempaa kokemusta järjestelmän käytöstä.

Töiden lisäämiseen ja kuittaamiseen liittyvät ohjeet ovat liitteenä 5.

Vikailmoituksesta vikatehtävä

Vikailmoitukset ovat yksittäisiä ilmoituksia käyttöhenkilöstön huomatessa muutoksia laitteen toiminnassa. Vikailmoitus voi olla esimerkiksi: ”pumpun MP08 käyntiääni on koventunut” tai ”työpaikkakeskuksen positiotunnus on irronnut”.

Vikailmoituksen vastaanottava kunnossapitohenkilö miettii tarvitseeko kyseinen vikailmoitus välitöntä tarkastusta tai korjausta ja luo vikailmoituksesta vikakorjaustehtävän. Vikailmoituksen ollessa vähemmän akuutti vikailmoitus voidaan kuitata nähdyksi ilman toimenpiteitä ja pitää jatkossa silmällä paheneeko vian tilanne siihen pisteeseen, että vikakorjausta tarvitaan.

Tein opinnäytetyön aikana ohjeet kuinka vikailmoituksesta tehdään vikatehtävä. Ohjeet vikailmoituksen ja vikatehtävän tekemiseen ovat liitteenä 6.

Import- ja Export -työkalu

Import -toiminnon avulla voidaan ALMAN tietokantaan tuoda tietoa XLS -formaattissa. Järjestelmään voidaan tuoda hierarkiaa, dokumentteja tai erilaisia linkityksiä. Tuotavan tiedon on oltava taulukossa tekstimuodossa. Import -toimintoa voidaan hyödyntää esimerkiksi projekteissa, joissa ALMAan halutaan lisätä laiteluettelon kautta useita laitteita yhtä aikaa. (14. s. 177.)

Export -toiminnolla tietoa voidaan tuoda ALMAsta XLS -formaatti muotoiseen tiedostoon (14. s. 180). Export -toimintoa voidaan hyödyntää esimerkiksi työtehtävien tulostamisessa.

Opinnäytetyön aikana tein Excel -pohjan, jota voidaan käyttää uusien laitteiden lisäämiseen ohjeena Import -työkalua käytettäessä. Excel -pohjaan lisäsin kommentteja, jotka auttavat käyttäjää ymmärtämään, mitä tietoja taulukkoon kirjataan.

Import -ohje on liitteenä 7.

6 MODERNISOINNIN HYÖDYT

Keskeisimpänä hyötynä modernisoinnista saatiin mahdollisuus käyttää ALMA-ohjelmistoa kentältä käsin mobiililaitteilla, mikä oli myös yhtenä tärkeänä kriteerinä uutta tiedonhallintajärjestelmää valittaessa. Opinnäytetyön aikana saatiin mobiililaitteilla toimiva WebALMA toimintaan sekä käyttöön. WebALMAN tärkeys tulee esille, kun liikutaan pohjavesialueilla eikä pystytä käyttämään tietokoneita, joihin ClientALMA on asennettu. WebALMAN mobiilikäyttöliittymän avulla pystytään lisäämään dokumentteja suoraan älypuhelimelta ALMAN tietokantaan esimerkiksi huomattavasta vikatilanteesta, kuittaamaan työtehtäviä sekä selaamaan avoimia tehtäviä.

Tiedonhallintajärjestelmän modernisointi mahdollisti myös integraation paikallisautomaatiojärjestelmä Valmetin kanssa. Integraation myötä Valmetin ajokuvista pystytään siirtymään suoraan WebALMAan halutulle laitteelle. Tämä nopeuttaa kunnossapitoa sekä tiedonhakua kentälaitteista.

Dokumentaatiohallinnan ominaisuuksia ja tietoturvasoa saatiin myös parannettua modernisoinnin tuloksena. ALMA-ohjelmiston käyttäjäoikeuksia rajoittamalla voidaan mahdollistaa esimerkiksi salassa pidettävien dokumenttien tietoturva. ALMA-ohjelmistossa käytettävät linkitykset mahdollistavat sulavan siirtymisen laitekortilta suoraan dokumenttien esikatseluun ohjelmiston sisällä.

Projektinhallinnan ominaisuudet paranivat myös modernisoinnin tuloksena. Projektien eteneminen pystytään toteuttamaan ALMA-ohjelmistossa ja myös urakoitsijat pystyvät käyttämään ohjelmistoa ja lisäämään sinne reaaliaikaiset päivitykset esimerkiksi muokatuista kaavioista, suunnitelmista tai kuvista. Projektien toteuttaminen ALMAN avulla mahdollistaa myös esimerkiksi hierarkian muutoksien tekemisen tai uuden hierarkian luomisen ilman, että se vaikuttaa projektin aikana muutoin järjestelmän käyttöön.

Modernisointi paransi myös käyttäjäystävällisyyttä nykyaikaisen käyttöliittymän takia. Modernisointi mahdollistaa myös tulevaisuuden päivitykset kunnossapito- ja tietämyksenhallintaohjelmistoa kohtaan. Tarpeiden mukaan ohjelmistoa voi-

daan laajentaa erinäisillä lisäosilla, kuten prosessisähköistyksen ja sähkön jakelun suunnitteluohjelmalla, ElectALMAlla. Modernisoinnin avulla Oulun Vesi pystyy myöhemmin ottamaan käyttöön ominaisuuksia, joita ei tässä vaiheessa sisällytetty järjestelmään. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi virtuaalisen todellisuuden mallintaminen ja varastonhallinta viivakoodilukua käyttäen. Kokonaisuudessa tiedonhallintajärjestelmän modernisointi nykyaikaisti Oulun Veden kunnossapito- ja tiedonhallintaohjelmiston.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada ALMA-tiedonhallintaohjelmisto siihen pisteeseen, että peruskäyttäjät pystyvät aloittamaan ohjelmiston käytön avaimet käteen -periaatteella. Tämä opinnäytetyö koostui laitoshierarkian luomisesta, laitetietojen ja -korttien päivittämisestä, positiotunnusjärjestelmän käyttöön ottamisesta, huolto- ja kunnossapitotapahtumien saamisesta ajan tasalle sekä käyttäjien ohjeistamisesta. Työn suorittaminen edellytti tutustumista vedenpuhdistusprosessiin PI- ja piirikaavioita seuraten, laitteiden huolto- ja kunnossapito-ohjeisiin paneutumista sekä ALMA-ohjelmiston käytön opettelemista. Työssä käytettiin apuna kunnossapitoon liittyviä lakeja, standardeja ja viranomaismääräyksiä.

Työn aikana saatiin ALMA-ohjelmistoon luotua yhtenäinen ja selkeä laitoshierarkia, joka etenee prosessinkulun mukaisesti. Laitoshierarkia koottiin laitteista, joiden laitekortit päivitettiin kriittisten teknisten tietojen osalta paikkansa pitäviksi. Yksilöivän positiotunnusjärjestelmän käyttöönotto toteutettiin Oulun Veden ohjeiden mukaisesti ja tulokseksi saatiin tiedonhakua helpottava tunnusjärjestelmä. Huolto- ja kunnossapitotapahtumien päivittäminen jatkuu opinnäytetyön jälkeen, koska opinnäytetyön aikataulujen takia kaikkia kunnossapitotoimia ei saatu päivitettyä. Opinnäytetyön tuloksena luotiin myös ALMA-ohjelmiston perustoimintojen ohjeet.

Tämän opinnäytetyön aikana sain syvennettyä taitojani teollisuuden kunnossapitoon liittyen. Työ oli hyvin käytännönläheinen ja sain toimia yhteistyössä Oulun Veden henkilökunnan kanssa, jonka koin hyvin tärkeänä tulevaa työuraa ajatellen. Ennen opinnäytetyön aloittamista kokemukseni ALMA-ohjelmistosta oli vähäistä, joten koin järjestelmän käyttöönoton mielenkiintoisena ja opettavaisena. Jatkan opinnäytetyön jälkeen ALMA-ohjelmiston kehittämistä Oulun Vedelle järjestelmän yhtenä pääkäyttäjänä.

Opinnäytetyön aihe oli laaja, mutta mielestäni työ saatiin suoritettua suunnitelmien mukaan ja vaaditut tavoitteet saavutettiin. Opinnäytetyön aikana saatiin siirrettyä kunnossapito ja tiedonhallinta ALMA-ohjelmistoon, jonka käyttö on jo alkanut.

LÄHTEET

1. MainIoT 2018. Saatavissa: <http://www.mainiot.fi/>. Hakupäivä: 16.2.2018.
2. MaintALMA kunnossapitojärjestelmä Oulun Vedelle 2017. Saatavissa: <http://www.alma.fi/uutiset/maintalma-kunnossapitojarjestelma-oulun-vedelle>. Hakupäivä: 19.2.2018.
3. Tietoa Oulun Vedestä 2018. Saatavissa: <http://www.oulunvesi.fi/tietoa-oulun-vedesta>. Hakupäivä: 15.2.2018.
4. Oulun Vesi vuosikertomus 2016. Saatavissa: http://www.e-julkaisu.fi/oulun-vesi_vuosikertomus_2016/mobile.html#pid=32. Hakupäivä: 19.2.2018.
5. Johtaja 2018. Saatavissa: <http://www.oulunvesi.fi/johtaja>. Hakupäivä: 20.2.2018.
6. Yksiköt ja niiden tehtävät 2018. Saatavissa: <http://www.oulunvesi.fi/yksikot-ja-niiden-tehtavat>. Hakupäivä: 22.2.2018.
7. PSK 6201. 2011. Kunnossapito – Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. Helsinki: PSK Standardisointi.
8. Rauhala, Ville 2013. Käynnissäpidon tiedonkeruun tehostaminen. Kehittämis-tehtävä. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, TKI-yksikkö.
9. PSK 7501. 2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2. painos. Helsinki: PSK Standardisointi.
10. Kunnanvalvonta ja huolto 2018. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/23_Kunnanvalvonta%20ja%20huolto.pdf. Hakupäivä: 28.2.2018.
11. Tuliniemi, Erja 2010. Kunnossapitojärjestelmän suunnittelu ja käyttöönotto. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Energiatekniikan koulutusohjelma.

12. ALMA yrityksenä 2018. Saatavissa: <http://www.alma.fi/alma-yrityksena>. Hakupäivä: 28.2.2018.
13. Kunnossapito ja huolto EAM ratkaisut 2018. Saatavissa: <http://www.alma.fi/ratkaisut/kunnossapito-ja-huolto-eam-ratkaisut>. Hakupäivä: 28.2.2018.
14. Alma Consulting Oy. ALMA käyttöohje. ALMA tietämyksenhallintaohjelmiston sisäinen lähde. Saatavilla ALMA-ohjelmiston kautta.
15. Yritys 2018. Saatavissa: <http://www.thtcontrol.com/#about-anchor>. Hakupäivä: 1.3.2018.
16. Meriläinen, Matti 2017. Valvomo-ohjelmiston päivitys ja käyttöönotto. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, automaatiotekniikan koulutusohjelma.
17. Aikkila, Perttu – Saukko, Tero 2012. Tietojärjestelmän käyttöönotto ja ylläpito. Kandidaatintyö. Lappeenrannan yliopisto, teknistaloudellinen tiedekunta, tuotantotalouden osasto.
18. PSK 3602. 2008. PI-kaavion tietosisältö, Helsinki: PSK Standardisointi
19. ST-kortisto 51.25. 2000. LVIS-merkinnät, Espoo: Sähkötieto ry