

Joonas Kangas

RO-laitteiston liittäminen toiminnanohjausjärjestelmään

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Joonas Kangas

Työn nimi: RO-laitteiston liittäminen toiminnanohjausjärjestelmään

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 29

Tämä opinnäytetyö on tehty Mäntän Energia Oy:lle. Yritykselle on hankittu uusi kattilalisäveden valmistuslaitteisto, joka perustuu käänteisosmoosimenetelmään. Tämä järjestelmä tulisi liittää toiminnanohjausjärjestelmään. Työ on rajattu käsittämään vain RO-laitteiston liittämisen, ei muita voimalaitoksen osa-alueita.

Työn tavoitteena oli luoda toiminnanohjausjärjestelmään toimiva kokonaisuus, josta löytyy kaikki tarvittavat dokumentit, varaosat ja ennakkohuollot kunnossapidon tarpeisiin. Työ pitää sisällään myös henkilöstön koulutuksen. Työn teoriaosuudessa käsitellään kunnossapitoa yleisesti Suomessa, sen käytäntöjä ja eri menetelmiä. Esiin tulevina asioina on myös osmoosi ilmiö sekä laitteistossa käytetty käänteisosmoosi.

Laitteistoa koskeville eri dokumenteille, kuten sähkökaavioille, layout-kuville ja käyttöohjeille luotiin dokumenttikokoelmat. Myös varaosaluettelo vietiin järjestelmään. Järjestelmään luotiin tarvittavat ennakkohuollot, joita tullaan suorittamaan säännöllisesti. Ennakkohuolloille luotiin myös omat metatietonsa.

Asetetut tavoitteet saatiin täytettyä ja toimiva kokonaisuus on valmiina käytettäväksi. Kunnossapidosta ja käänteisosmoosi- menetelmästä saatiin hankittua hyvin teoretietoa, jota voidaan hyödyntää myöhemmin.

Avainsanat: kunnossapito, toiminnanohjausjärjestelmät, vedenkäsittely

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Joonas Kangas

Title of thesis: Connecting an RO-device to ERP

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2018

Number of pages:29

This thesis was done for Mäntän Energia Oy. The company had acquired new equipment for the production of boiler make-up water. The equipment is based on the reverse osmosis method. The goal was that this system would be connected to ERP. The work was limited to incorporate only RO equipment, not the other sectors of the power plant.

The objective of the thesis was to create a functional entity in the ERP system, which contains all the necessary documents, spare parts and precautions for the maintenance needs, and besides this, also staff training. The theoretical part of the thesis concentrated on the general maintenance in Finland, its practices, and various methods. The work also studied the osmosis and reverse osmosis methods.

Documentary collections were created for various documents relating to the hardware, such as electrical diagrams, layout pictures and user manuals. Also, a spare part list was included in the system as well as necessary preventive maintenance, which is performed on a regular basis.

The set objectives were met and the functional entity is ready to be used. In the thesis there was a lot of theoretical information acquired on maintenance and reverse osmosis, which can be utilized later.

Keywords: maintenance, reverse osmosis, ERP

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma	7
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Työn rakenne.....	7
1.4 Työn rajaukset	8
1.5 Yritysesittely.....	8
2 KUNNOSSAPITO	9
2.1 Kunnonvalvonta.....	9
2.2 Ehkäisevä ja ennakoiva kunnossapito.....	10
2.3 Korjaava kunnossapito	11
2.4 Parantava kunnossapito.....	11
2.5 Kunnossapidon tavoitteet.....	12
2.5.1 Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)	12
2.5.2 Käytettävyys (K)	12
2.5.3 Kunnossapidettävyys	12
2.6 Kunnossapidon kustannustehokkuus	13
2.7 Kunnossapitojärjestelmä	14
2.8 Toiminnanohjausjärjestelmä Vincit EAM	15
3 RO-LAITTEISTO	16
3.1 Veden esikäsittely.....	16
3.2 Käänteisosmoosi	17
3.3 Laitteiston toiminta.....	18
3.4 Laitteiston huolto	19
3.5 Veden epäpuhtaudet.....	20
3.6 Lisävesi.....	20

4 RO-LAITTEISTON LIITTÄMINEN	
TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄÄN.....	22
4.1 Aloitus	22
4.2 Dokumenttien siirto.....	22
4.3 Ennakkohuoltojen luonti	24
4.4 Henkilöstön koulutus	25
5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	27
6 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Spiraalimoduuli (Puustinen 2016).....	18
Kuvio 2. Ionien siirtyminen (Puustinen 2016).	19
Kuvio 3. Dokumenttikokoelmat (Vincit EAM 2018).....	23
Kuvio 4. Metatiedot (Vincit EAM 2018).	23
Kuvio 5. Ennakkohuoltojen metatiedot (Vincit EAM 2018).....	25
Kuvio 6. Vincitin kohteet (Vincit EAM 2018).	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

Permeaatti	Talteen otettava vesi, josta on poistettu epäpuhtaudet.
Konsentraatti	Ei talteen otettava vesi, joka sisältää epäpuhtauksia.
Käänteisosmoosi	Paineen avulla pakotetaan liuotin liikkumaan puoliläpäisevän kalvon läpi, osmoosiin nähden vastakkaiseen suuntaan.
Metatieto	Tietoa tiedosta, eli määrittelevää ja kuvailevaa tietoa esimerkiksi tiedostosta.
RO-laitteisto	RO tulee sanoista reverse osmosis, eli käänteisosmoosi. Laitteistoa käytetään veden puhdistukseen.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma

Työn tilaajana on Mäntän Energia Oy. Tilaaja yrityksen voimalaitokselle on käyttöönotettu vuoden 2017 kesällä ProMinentin toimittama RO-laitteisto. Yritykselle on myös hankittu uusi toiminnanohjausjärjestelmä, jonka toimittajana on Vincit. RO-laitteisto tulisi saada kytkettyä osaksi toiminnanohjausjärjestelmää. ProMinentin toimittavat materiaalit ja dokumentit tulisi saada järjestelmään, ja RO-laitteistolle tulisi luoda huolto-ohjelma sekä sisällyttää varaosalistaus järjestelmään. Käyttöhenkilöstö tarvitsee myös koulutuksen uuteen toiminnanohjausjärjestelmään.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on saada luotua toimiva kokonaisuus RO-laitteistosta toiminnanohjausjärjestelmään. Sen tulisi sisältää tarvittavat dokumentit, huoltosuunnitelma/ai-kataulutus, varaosalistat ja käyttöhenkilöstölle ohjeistukset laitteesta. Tämän kokonaisuuden tulisi olla mahdollisimman käyttäjäystävällinen, joten työssä tullaan haastattelemaan myös käyttöhenkilöstöä. Työssä on myös tarkoitus opiskella RO-laitteen käyttöä ja huoltotoimia. Tarkoituksena on myös saavuttaa riittävä taitotaso molempien järjestelmien käytöstä sekä niiden käytön ohjeistuksesta muulle henkilöstölle.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö on aloitettu johdanto-osioilla, jossa on esiteltynä työn tausta, tavoitteet ja yritys. Tämän jälkeen käsitellään työn soveltavaa osuutta tukevaa teoriamateriaalia. Teoriamateriaalin pääotsikot ovat kunnossapito ja RO-laitteisto. Seuraavaksi siirrytään suoritettuun työhön. Työ soveltavassa osuudessa käydään läpi alkuvalmistelut, dokumenttien läpikäynti, ennakkohuoltojen luonti ja henkilöstön koulutus-suunnitelmaa. Lopuksi käsitellään tulokset, johtopäätökset ja viimeiseksi yhteenveto opinnäytetyöstä.

1.4 Työn rajaukset

Tässä työssä aihealue rajataan käsittämään vain RO-laitteiston liittämisen toiminnanohjausjärjestelmään, eikä muita siihen liitettäviä osakokonaisuuksia käsitellä. Teoriaosuudessa työ tulee kattamaan kunnossapitoa teollisuudessa, kunnossapitojärjestelmiä sekä Vincitin EAM-toiminnanohjausjärjestelmän esittelyn. Näiden lisäksi esitellään RO-laitteiston toimintaa ja käänteisosmoosimenetelmää.

1.5 Yritysesittely

Mäntän Energia Oy on Mäntässä toimiva voimalaitos. Yrityksen toimiala on energiantuotanto ja jakelu. Yritys on perustettu vuonna 1992 ja työllistää noin 23 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2016 oli 12,1 miljoonaa euroa, joka koostuu sähkön, höyryn ja kaukolämmön myynnistä. Mäntän Energia Oy:n omistavat Metsä Tissue Oyj (70 %) ja Mäntän kaukolämpö Oy (30 %) ja yhtiö kuuluu Metsä Group -konserniin. (Mäntän Energia Oy.)

Voimalaitos käsittää kaksi käytössä olevaa kattilaa ja vesivoimalaitoksen. K4 on leijupetikattila, jonka pääpolttoaineena käytetään turvetta ja puuta. Kattilan teho on noin 100 MW. Kattilassa poltetaan myös puhdistamolta syntyvää lietettä ja siistauslaitoksella syntyvää kuitusavea. Varapolttoaineen käytetään raskasta polttoöljyä. Varakattilana toimii K5 (44 MW) öljykattila, jonka polttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä. Turbiinina toimii AEG:n Kanis KR 32 F -vastapaineturbiini, joka on teholtaan 14 MW. Vesivoimalaitoksella on käytössä Tampellan valmistama vesiturbiini, joka on teholtaan 1,6 MW. (Mäntän Energia Oy.)

2 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on merkittävä liiketoiminta-ala ja työllistäjä. Koko kansantaloudessa kunnossapitoon kulutetaan 24 miljardia euroa, josta teollisuuden osuus on noin 3,5 miljardia. Kunnossapidon piirissä on yli 200 000 työpaikkaa, josta noin neljännes on teollisuudessa. Teollisuudessa 11 % palkansaajista työskentelee kunnossapidossa. (Järviö & Lehtiö 2017, 58.)

Kunnossapidon käsite on laaja. Sen tavoitteena on huolehtia koneiden ja laitteiden kunnosta. Tällä mahdollistetaan tuotannon tapahtuminen olosuhteissa jotka ovat edullisimmat nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. (Mitä on kunnossapito, [viitattu 25.3.2018].)

Kunnossapito on yksi suurimmista yrityksen kustannuksista. Hyvin johdetussa yrityksessä kunnossapito on ohjattu tehokkaasti ja kustannukset ovat hallinnassa. Tämä vähentää myös ei-suunniteltuja seisokkeja ja näistä syntyviä tuotannon tappioita. (Järviö & Lehtiö 2017, 27-30.)

2.1 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta ja tarkastustoiminta on usein mahdollista suorittaa ilman laitteiston pysäyttämistä ja sen purkamista. Näillä toiminnoilla on mahdollista tehdä kunnossapidon ennakkovalmistelut ja työn suunnittelu. Kunnonvalvonta voidaan jakaa objektiiviseen ja subjektiiviseen kunnonvalvontaan. (Tertsonen 1985, 35-40.)

Objektiivisessä kunnonvalvonnassa käytetään mittalaitteita ja apuvälineitä, joilla saadaan mittaustuloksia, jotka osoittavat, missä kunnossa laitteiston eri komponentit ovat. Mittauksilla voidaan tutkia esimerkiksi kulumista, lämpötilaa ja tärinää. Mittauksia voidaan suorittaa menemällä mittalaitteen kanssa laitteen luokse tai asentamalla laitteistoon kiinteitä antureita, jotka tallentavat mittausdatan muistiin. Mittaus-suureen valinnassa on huomioitava, miten vika jakaantuu ja kuinka se on parhaiten havaittavissa. Tärkeimpiä kunnonvalvonnan suureita ovat kiihtyvyys, nopeus, asema, iskupulssi, lämpötila, virtaus, paine, sähköteho ja vääntömomentti. Nykyisin

mittaustulokset ovat luettavissa keskitetysti päätelaiteelta. Tuloksia voidaan analysoida pitkiltäkin ajoilta ja seurata komponenttien tilan kehitystä. Usein järjestelmään on asetettu hälytysrajat, jotka hälyttävät, kun raja-arvot ylittyvät. Subjektiiivisessa kunnonvalvonnassa tarkastellaan laitteen tilaa aistinvaraisesti, kuten kuuntelemalla, koettamalla, haistamalla tai katsomalla. Tämä edellyttää arvioijalta kokemusta ja laitteen tuntemusta. (Tertsonen 1985, 35-40.)

2.2 Ehkäisevä ja ennakoiva kunnossapito

Ennakoivan kunnossapidon keskeisin tavoite on pyrkiä havaitsemaan viat ennen kuin ne pääsevät häiritsemään tuotantoa. Ennakoivassa kunnossapidossa on useimmiten aikaan perustuvia kriittisiä toimenpiteitä. Ne voivat olla tarkastuksia, tarvepohjaisia tehtäviä sekä silmämääräisesti havaittuja toimenpiteitä. Jotta ennakoivasta kunnossapidosta saataisiin paras hyöty irti, tulisi sitä mukauttaa koneen käyttömääriin ja tapoihin. RTM eli käyntimääräinen huoltaminen soveltuu hyvin yhdistettäväksi ennakoivaan kunnossapitoon. Tämä voi perustua esimerkiksi käyttötunteihin, iskujen määrään tai kilometreihin riippuen laitteesta tai konetyypistä. Tällä tavalla välttyään yli- ja alihuoltamiselta. (Arrow Engineering Oy, [Viitattu 4.4.2018].)

Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan laitteen suorituskykyä ja parametreja. Tässä tähdätään vikaantumisen todennäköisyyteen, pienentämiseen tai koneen suorituskyvyn heikkenemisen estämiseen. Ehkäisevä kunnossapito voi olla säännöllistä tai sitä tehdään tarvittaessa. Tulosten sekä kunnonvalvonnan perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu tarkastukset, kuntoon perustuva kunnossapito, testaaminen, määräystenmukaisuuden toteaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa pyritään saada vikaantunut komponentti käyttökuntoon eli se korjataan. Suoritusaikojen mukaan voidaan laskea komponentin tai osan elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunniteltu kunnostus tai suunnittelematon häiriökorjaus. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- toimintakunnon palauttaminen (Järviö & Lehtiö 2017, 51).

2.4 Parantava kunnossapito

Tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä ilman, että kohteen toimintoa muutetaan. Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteeseen vaihdetaan uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta kohteen suorituskykyä ei muuteta. Esimerkkinä voidaan korvata DC-käytöt nykyaikaisilla taajuusmuuttajilla ohjattuihin oikosulkumoottoreihin. (Järviö & Lehtiö 2017, 51-52.)

Toisessa ryhmässä keskeisenä asiana on uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla pyritään muuttamaan konetta luotettavammaksi, ei parantamaan suorituskykyä. Kolmanteen ryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä parannetaan. Modernisaatiossa uusitaan usein valmistusprosessi sekä kone. Tätä vaihtoehtoa käytetään usein, kun kone ei pysty valmistamaan uutta haluttua tuotetta kilpailukykyisesti, mutta koneella on elinikä jäljellä eikä koneen romuttaminen ja uudelleen rakentaminen ole taloudellisesti järkevää. Modernisaatiot mielletään usein investoinniksi eikä kunnossapidoksi. (Järviö & Lehtiö 2017, 51-52.)

2.5 Kunnossapidon tavoitteet

Keskeisimmät tavoitteet ovat tuotannon tehokkuus ja hyvä käyttövarmuus. Hyvä käyttövarmuus on myös osoitus toiminnan luotettavuudesta.

2.5.1 Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)

Tuotannon kokonaistehokkuus on kunnossapidon ulkoisista tavoitemuuttujista tärkeimpiä. Kokonaistehokkuus voidaan jakaa kolmeen eri osatekijään: käytettävyyteen (K), toiminta-asteeseen (N) ja laatukertoimeen (L). K ilmaisee työajan tehokkuuden, N ilmaisee tuotannon tehokkuuden ja L ilmaisee tuotetun laadun eli kuinka suuri prosentti valmistetusta tuotteesta voidaan toimittaa markkinoille. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

2.5.2 Käytettävyys (K)

Käytettävyys on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaadittavan toiminnon ulkoisten resurssien ja olosuhteiden ollessa kunnossa (Järviö & Lehtiö 2017, 59).

2.5.3 Kunnossapidettävyys

Luoksepäästävyys on kohteeseen suunniteltu ominaisuus, joka kuvaa, kuinka helposti kohteen luokse päästään suorittamaan kunnossapitotöitä. Vaihdeettavuus on kohteeseen suunniteltu ominaisuus, joka määrittelee vaihtoyksiköiden ominaisuudet ja rajat korjauksen, huollon tai varaosakustannuksien optimiseksi. Testattavuus on kohteeseen suunniteltu ominaisuus, joka mahdollistaa kohteen tilan, kunnan tai toiminnanvalvonnan tarkastamisen kohtuullisessa ajassa. Näitä ovat esimerkiksi näytteenotto ja kunnanvalvonnan mittaukset. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

Itsediagnostiikka on kohteeseen suunniteltu ominaisuus, joka tarkoittaa automaattista, jatkuvaa tai ajoittaista testaamista ja vian analysointia varten sisäänrakennettua laitteistoa tai ohjelmistoa. Huollettavuus on kohteeseen suunniteltu ominaisuus, jolla kuvataan huoltotoimenpiteiden suorittamisen helppoutta. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi huoltokohteiden sijainti, osien saatavuus, pysäyttämistarve, huollon kesto, puhtaana pidettävyys ja suojalaitteiden poistotarve. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

2.6 Kunnossapidon kustannustehokkuus

Benchmarking-menetelmällä voidaan tutkia kunnossapidon kustannustehokkuutta. Tässä menetelmässä verrataan omaa toimintaa toisten toimintaan ja usein parhaaseen vastaavaan. Menetelmän ideana on toisilta oppiminen ja oman toiminnan kyseenalaistaminen. Benchmarking auttaa tunnistamaan omat heikkoudet ja laatimaan tämän avulla kehitysideoita omaan yritystoimintaan. Menetelmää käytetään yritysmaailmassa toimintojen kehittämisvälineenä. Tähän voidaan käyttää strategioiden vertailua, datan vertailua tai prosessien vertailua. (Järviö & Lehtiö 2017, 64-65.)

Benchmarking-menetelmää on ollut aikaisemmin vaikea käyttää johtuen eri laitosten erilaisista kunnossapitomenetelmistä ja tunnusluvuista. Tätä helpottamaan on luotu kaksi standardia suomalainen PSK 7501:2010 ja eurooppalainen normi SFS-EN15341:2007, joka on hyväksytty myös SFS-normiksi. (Järviö & Lehtiö 2017, 64-65.)

Kunnossapidon tehokkuutta voidaan mitata perinteisillä menetelmillä, kuten kustannustehokkuudella, käytettävyydellä ja materiaalin kulutuksella. Uusina mittareina on tullut mukaan tehtyjen toimenpiteiden analysointi. Järviö ja Lehtiö (2017, 64-65.) ovat maininneet tavanomaisiksi prosessin mittareiksi ja suorituskyvyn mittareiksi seuraavaa:

- heti tehtävien töiden osuus (%). Tulos voidaan laskea työmääräimien lukumääristä, kustannuksista tai työtunneista.
- tilauskanta

- aikataulujenpitävyys
- suunniteltujen tuntien osuus kaikista tunneista
- aikataulutettujen tuntien osuus
- EH-töiden osuus kaikista tunneista
- työtuntien jakautuma
- varastojen palveluaste
- EH:n tekemisen tehokkuus
- ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus.

Suorituskyvyn mittareita ovat:

- kunnossapitokustannukset/tuotannon määrä
- kustannustehokkuus (esimerkiksi €/tuotettu tunti)
- kunnossapitokustannus/ jälleenhankinta-arvo
- kunnossapitäjien määrä tuotantokapasiteetin suhteen
- ylitöiden %-osuus
- kohteen jälleenhankinta-arvo kunnossapitäjää kohden
- tehokas kunnossapitoaika
- uudentekeminen, korjaaminen
- käyttöaste
- käytettävyys
- KNL
- suunnittelemattomat seisokit
- varastojen kiertonopeudet (Järviö & Lehtiö 2017, 64-65).

2.7 Kunnossapitojärjestelmä

Kunnossapitojärjestelmä on koko kunnossapidon ydin. Se sisältää kunnossapitotoimien tiedot ja kuvaukset koko laitoksesta. Sieltä löytyy eri kunnossapidettävien järjestelmien ja laitteiden hierarkiat, laitteet, koneet, varaosat sekä tarvittavat dokumentit ja huolto-ohjeet. Laitehierarkiat voidaan määritellä esimerkiksi automaatio-, sähkö- ja konepaikoille. Laitteilla on omat prosessipositiot, joilla ne löytyvät. Laittepaikkakortille viedään vähintään tunniste, nimi ja paikka hierarkiassa. Laittekortilta

löytyy tunniste, nimi, paikka hierarkiassa, laitepaikka ja muita tietoja laitteesta. Järjestelmästä löytyy myös vastaavaan tapaan varaosakortisto ja asiakirjakortista. Mitä tarkemmin kortit ovat täytetty, sen helpompi järjestelmää on hyödyntää. (Mitä on kunnossapito, [viitattu 25.3.2018].)

Kunnossapitojärjestelmiin on liitettyä myös päiväkirjamerkinnot, viestiminen ja vikaseurantareportit. Järjestelmään luodaan tehtävät ennakkohuolloista sekä vikareporttien kautta korjaavan kunnossapidon piiriin kuuluvat kohteet.

Nykyisin kunnossapidolle ei ole välttämättä käytössä omaa järjestelmäänsä, vaan se on osana toiminnanohjausjärjestelmää. Nykyisissä järjestelmissä hyödynnetään metatietoja, jotka vastaavat korteille täytettäviä laite- ja hierarkiatietoja.

2.8 Toiminnanohjausjärjestelmä Vincit EAM

Vincit on suomalainen teknologiayritys, joka on perustettu vuonna 2007. Vincit EAM on toiminnanohjausjärjestelmä yritysten käyttöön. Sen sisältä löytyvät eri kunnossapitoon tarvittavat osat sekä muita lukuisia eri toimintoja.

Vincit käyttää M-Files-tiedonhallintajärjestelmää joka koostuu M-Files-tietovarastoa tarjoavasta M-Files serveristä ja M-Files Desktop -asiakasohjelmasta. Asiakaskäyttöliittymänä voi olla myös M-Files Web ja M-Files Mobile. (Kiiveri 2017.)

3 RO-LAITTEISTO

Tässä työssä käsitellään yritykselle toimitettua kattilan lisäveden valmistuslaitteistoa. Käänteisosmoosimenetelmä on korvaamassa ioninvaihtomenetelmää. Uuden menetelmän etuina ovat pienemmät kemikaalikustannukset, minkä myötä suuremmat huoltokustannukset saadaan katettua. Käänteisosmoosimenetelmä perustuu luonnossa esiintyvään osmoosi-ilmiöön. RO-lyhenne tulee sanoista Reverse Osmosis eli käänteisosmoosi. RO-laitteistoa käytetään täyssuolan poistoon vedestä. Nykyisin valmistetuilla laitteilla päästään jopa yli 99 %:n suolanpoistoon, mutta elementit kuitenkin rappeutuvat käytössä, jolloin erotuskyky alenee. Rappeutumisen nopeus on riippuvainen veden esikäsitelystä. Kalvojen rappeuduttua ja veden laadun heikennyttyä merkittävästi elementit tulee vaihtaa uusiin. (Kaasalainen 2007, 11, 16-17.)

3.1 Veden esikäsitely

RO-laitteistolle johdettava vesi on oltava esikäsiteltyä.

Yrityksen tapauksessa erillinen vesilaitos ottaa veden Keurusselän Koskelanlamesta. Vesi puhdistetaan ensin mekaanisesti, joka sisältää seuraavat vaiheet:

- Karkeavälppä, jossa on 100 mm raot.
- Konevälppä, jonka raot ovat 20 mm kokoisia.
- Passavant-ketjukuorisuodin, viirojen koko 0,5 mm.

Kemiallisessa puhdistuksessa poistetaan vedestä humusta ja väriaineita. Puhdistuskemikaalina käytetään alumiinihydroksiidikloridia, kauppanimeltään FennoFloc A18 ja natriumhydroksidia eli lipeää. Fennoflocin vaikuttava aineena on alumiini-ioni Al^{+++} ja lipeässä $-OH$ -ioni. Nämä aineet muodostavat keskenään alumiinihydroksidia, joka on valkoista hyötyväistä sakkaa ja sen varaus on +-merkkinen. Tämä sakka kerää vedestä itseensä humusta. Apukemikaalina annostellaan polymeeria, jolla saadaan syntynyt sakka suuremmaksi ja helpommin laskeutuvaksi.

Kemiallisen puhdistuksen vaiheet ovat seuraavat:

- Pumput, joiden imupuolelle syötetään saostuskemikaalit
- Pikahämmennimet, joissa syötetään apukemikaali
- Jälkihämmennimet
- Saostusallas
- Hiekka-altaat
- Kemiallisen veden säiliö.

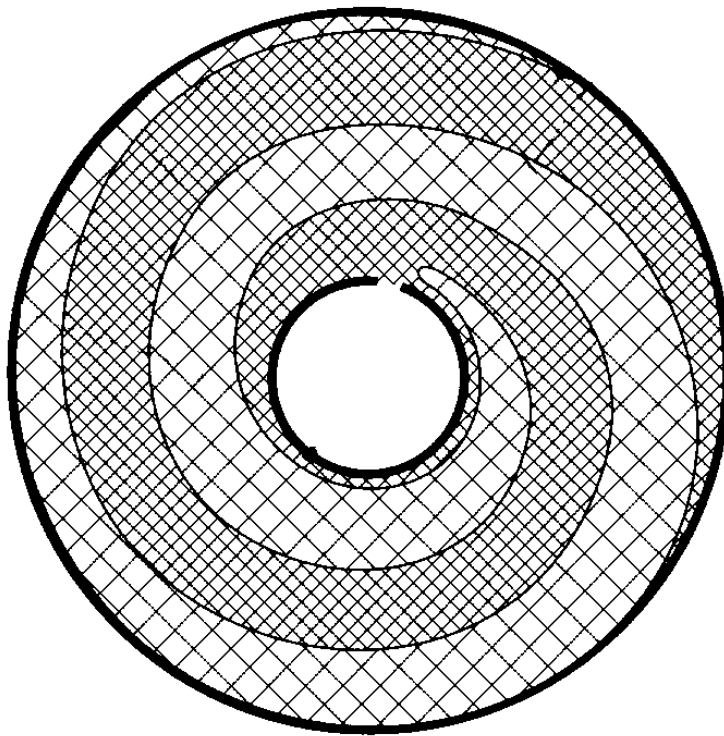
Saostusaltaat ovat pitkiä välipohjallisia altaita, joissa saostuminen tapahtuu ja epäpuhtaudet laskeutuvat altaan pohjalle. Altaat tulee pestä säännöllisin väliajoin sakasta. Saostusaltaan pH pidetään alueella 5,6-6,1, jolloin saostuminen on tehokasta. Kaikki sakka ei laskeudu saostusaltaan pohjalle, jolloin vesi johdetaan hiekkasuodattimille ja hiekkapatjan läpi. Hiekka-altaissa on noin metrin paksuinen hiekkapatja, jonka alla on pieniä posliinisia suulakkeita. Näistä suulakkeista vesi valuu varastosäiliöön. (Rampanen 1990.)

3.2 Käänteisosmoosi

Osmoosi on luonnossa esiintyvä ilmiö, jossa heikompi suolaliuos pyrkii kulkemaan vahvempaan liukseen. Käänteisosmoosisa käytetään tätä luonnossa esiintyvää ilmiötä käänteisesti. Laitteistossa käytetään puoliläpäisevää kalvoa ionien, molekyylien ja suurempien partikkeleiden poistamiseksi vedestä. Käänteisosmoosisa käytetään käyttöpainetta luontaisen osmoosin paineen voittamiseen. Vesi johdetaan puoliläpäisevän kalvon läpi, jolloin konsentraatti jää kalvon painepuolelle ja puhdas permeaatti läpäisee kalvon. (Puustinen 2016.)

3.3 Laitteiston toiminta

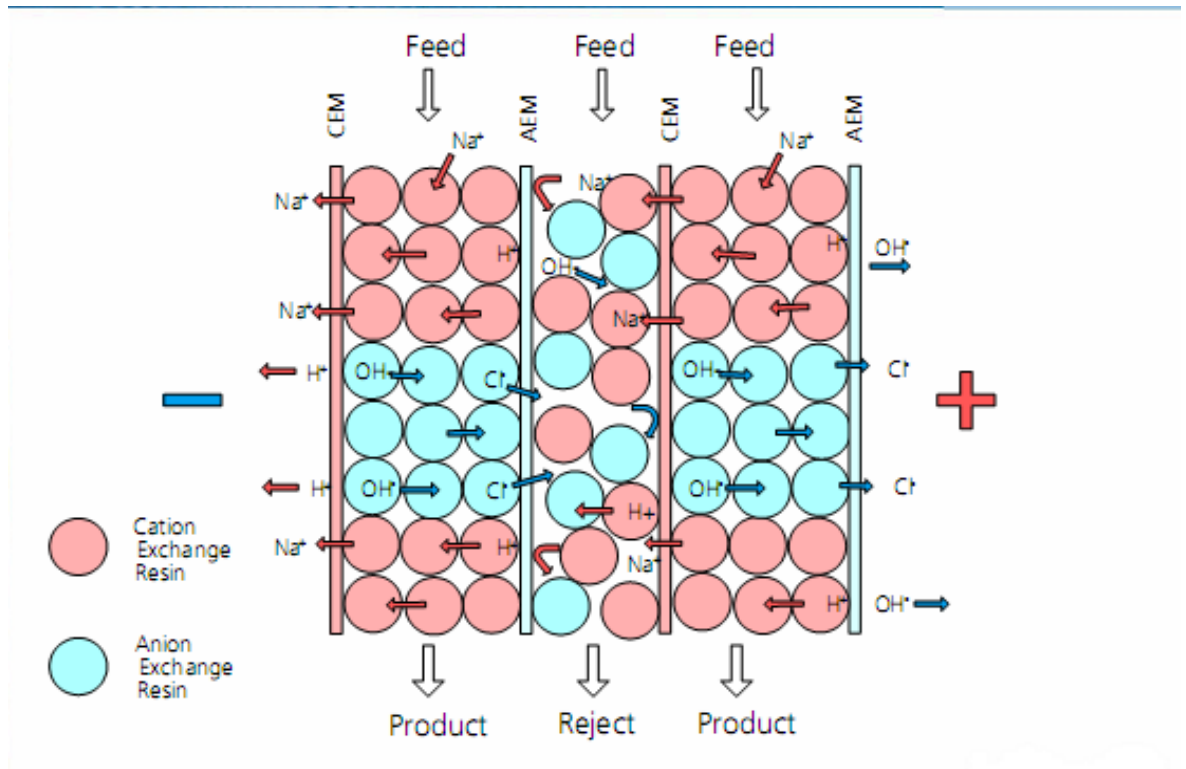
Kemiallisesti puhdistettu ja suodatettu vesi virtaa hiukkassuodattimien läpi, jolloin siitä poistuu 5 µm:n huokoskoolla fysikaaliset epäpuhtaudet. Korkeapainepumppu johtaa veden paineastioiden spiraalikierrettyihin moduuleihin, jonka rakenne on esitetty kuviossa 1. Spiraalit ovat kierretty permeaatin keräävän putken ympärille. Tässä osa vedestä kulkee kalvojen läpi (permeaatti) eteenpäin ja konsentraatti vesi, joka ei läpäise kalvoa, johdetaan osittain viemäriin ja osittain kierrätetään uudestaan toisen moduulipaketin läpi. Permeaatti johdetaan seuraavaksi CEDI-yksiköille. (Puustinen 2016.)



Kuvio 1. Spiraalimoduuli (Puustinen 2016).

CEDI-yksiköt ovat ioninvaihtohartsia levymuodossa. Ioninvaihtohartsilla saadaan poistettua myös silikaattia. Yksiköissä on anionkalvoja, joiden varaus on +-merkkinen. Se läpäisee anioneja, mutta hylkii kationeja. Toinen kalvo on kationkalvo, jonka varaus on --merkkinen. Se läpäisee kationeja, mutta hylkii anioneja. Vesi ei läpäise kalvoja, vaan virtaa niiden ohi. (Puustinen 2016.)

Vesi kulkee vuorotellen +- ja --merkkisten kalvojen ohi, jolloin siitä saadaan poistettua ionit niiden väliin luodun potentiaalieron avulla. Ionit liikkuvat niiden sähkövarauksien mukaan. Sähkökentällä saadaan aikaan hydroksidi- ja vetyioneja, jotka kulkevat varaustensa mukaan joko katodia tai anodia kohden ja elvyttävät ioninvaihtohartsia. Prosessi on esiteltyä kuviossa 2. (Kaasalainen 2007, 20.)



Kuvio 2. Ionien siirtyminen (Puustinen 2016).

3.4 Laitteiston huolto

Laitteisto vaatii veden epäpuhtauksien vuoksi säännöllistä puhdistusta veden laadun ylläpitämiseksi. Kun laitteiston suorituskyky laskee, suoritetaan puhdistus. Puhdistukseen käytetään sitruunahappoa sekä karbonaatti- ja alkalifosfaattiyhdisteitä. (Kaasalainen 2007, 20)

Kalvojen liiallinen puhdistus kuluttaa kalvoja, joten sitä on syytä välttää. Kalvot pestään, kun saanto eli permeaatin tuotto tai laatu laskee 10-15 % tai vaihtoehtoisesti kaksi kertaa vuodessa. Pesun kesto on 1-2 tuntia. Kun kalvojen pesu ei enää riitä,

suoritetaan kalvojen vaihto. Oikeat puhdistuskemikaalit valitaan likaantumistavan mukaan. Puhdistuskemikaalien valintaperusteet yleisesti ovat

- epäorgaaniset suolat – happopesu
- metallioksidit – natriumtiosulfaatti
- sulfaattisaostumat – lipeäpesu
- epäorgaaniset kolloidit – lipeäpesu
- silikaatti- lipeäpesu
- biofilmit ja orgaaninen lika – lipeäpesu.

Esisuodattimien vaihto suoritetaan, kun paine-ero on yli 1.0 bar tai kolmen kuukauden välein. Muita suoritettavia huoltoja ovat johtokyky- ja pH-antureiden puhdistukset sekä kalibroinnit ja pumppujen huollot. (Puustinen 2016)

3.5 Veden epäpuhtaudet

Vedessä on monenlaisia epäpuhtauksia, jotka on kyettävä poistamaan, ennen kuin vettä voidaan käyttää lisävetenä höyryntuotannossa. Näitä epäpuhtauksia ovat esimerkiksi kiintoaine, metalli-ionit, suolat, pyrogeenit, kolloidit, partikkelit sekä bakteerit. (Puustinen 2016)

3.6 Lisävesi

Voimalaitoksen lisävedellä tarkoitetaan höyry-vesi-kiertoon lisättävää vettä, joka korvaa kierrossa hukatun veden. Veden laatuvaatimukset vaihtelevat kattilan tyyppin ja paineen mukaan. Vesi on esipuhdistettua ja sille on suoritettu kovuuden poisto. Täyssuolan poisto on usein viimeinen vaihe lisävedelle, ja tähän tarkoitukseen käytetään joko ioninvaihtoa tai käänteisosmoosia, joka on uudempi tekniikka. Myös tätä uudempia tekniikoita on kehitelty. Hyvin puhdistetulla ja oikealla pH:lla sekä veteen

lisättävillä kemikaaleilla varmistetaan lisäveden laatu. Laadukkaalla lisävedellä minimoidaan kattilan putkistojen korroosio sekä estetään kerrostuminen muodostuminen. (Kaasalainen 2007, 2, 21.)

4 RO-LAITTEISTON LIITTÄMINEN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄÄN

4.1 Aloitus

Työn valmistelut aloitettiin hankkimalla aiheesta teoriamateriaalia sekä tutustumalla RO-laitteistoon ja Vincitin EAM-järjestelmään. Vincitin kanssa pidettiin palaveri, jossa käytiin läpi järjestelmän käyttöä ja yleisiä asioita. Myös RO-laitteiston toimittajan ProMinentin kanssa pidettiin palaveri, jossa käytiin läpi laitteiston käyttöä ja teknisiä asioita sekä käytiin laitteen luona tutustumassa sen toimintaan. ProMinentti oli toimittanut yritykselle jo aikaisemmin laitteiston dokumentit.

Ensimmäiset viikot menivät tutustuessa aivan uuteen toiminnanohjausjärjestelmään. Järjestelmän käytön opetteluun kului aikaa, koska opiskelu suoritettiin itseoppimalla ja kokeilemalla mitä mistäkin tapahtuu. Tukena oli myös järjestelmän ohjeet. Myös RO-laitoksen toimintaan ja sen käyttöohjeisiin ja materiaaleihin tutustuttiin paremmin.


4.2 Dokumenttien siirto

Dokumentit oli toimitettu sähköisesti yritykselle. Siirtäminen aloitettiin tutustumalla toimitettuihin dokumentteihin ja käytiin läpi ne tiedosto kerrallaan. Niistä rajattiin tarvittavat dokumentit, joista lähes kaikki osoittautui tarpeelliseksi siirtää Vincit EAM-tietokantaan. Dokumenttien joukossa oli myös varaosalistaukset, joten niitä ei tarvinnut luoda erikseen. Dokumentit luokiteltiin eri dokumenttiryhmisiin, joille luotiin omat dokumenttikokoelmat järjestelmään. Dokumenttikokoelmiksi luotiin esimerkiksi käyttöohjeet, datalehdet ja osaluettelot. Lopullinen dokumenttikokoelmien määrä ja jako on esitetty kuviossa 3. Jokaiselle dokumentille luotiin omat metatiedot. Metatiedoilla dokumentit saadaan liitettyä tarvittaviin laitteisiin ja positioihin sekä tarvittaessa myös useampaan eri kohteeseen. Metatiedot helpottavat myös tiedostojen hakua. Osa metatiedoista on esitelty kuviossa 4. Metatietoja ovat esimerkiksi laitteen positio, dokumentin tyyppi, laite, luokka ja päivämäärä jne.

Tiedosto Muokkaa Näytä Työkalut Uusi Toiminnot Asetukset Ohje				
VincitEAM™ Powered by M-Files™				
M @Mantanergia Vincit EAM > 01. LAITTEET > 04. Laitehierarkiat				
Haku <input type="text"/> <input type="button" value="→"/> <input type="checkbox"/> Etsi tästä näymästä				
Uusi	Nimi	Koko	Muutettu	
Siirry kohteeseen	> 10. Lauhdeverkot		8.3.2018 10:02	
Aloituskäytä	> 11. Metsä-Tissue Vesilaitos		8.3.2018 10:03	
Minulla tehtävänä	> 12. Ohjauslaitteet		8.3.2018 10:03	
Minulla muokattavana	> 13. Paineilma		8.3.2018 10:03	
Suosikit	> 14. Rakennukset		8.3.2018 10:03	
Äskettäin käyttämäni	> 15. Sähköverkot		8.3.2018 10:03	
	16. Vedenkäsittely, kemikaalit		29.3.2018 10:06	
	Dokumenttikokoelmat (7)			
	> RO-laitos / Data lehdet		27.3.2018 10:28	
	> RO-laitos / EU Declaration Of Conformity (Vaatimustenmuk...		27.3.2018 10:28	
	> RO-laitos / Käyttökoulutus		27.3.2018 10:28	
	> RO-laitos / Käyttöohjeet		27.3.2018 10:29	
	> RO-laitos / Osaluettelo		27.3.2018 10:29	
	> RO-laitos / Permeaattitankki (puhdasvesi)		27.3.2018 11:59	
	> RO-laitos / Piirustukset		27.3.2018 10:29	

Kuvio 3. Dokumenttikokoelmat (Vincit EAM 2018).

Uusi Dokumenttikokoelma

 Nimetön 0

Dokumenttikokoelma

Luokka* Mekaaninen piirustus

Positio(t) 16. Vedenkäsittely, kemikaalit

Laite RO-laitte Käänteisosmoosi

Päiväys 4.4.2018

Kuvaus

Mekaanisen piirustuksen nimi* ---

[Lisää ominaisuus](#)

Täydet oikeudet sisäisille käyttäjille

Palauta muokkauksesta välittömästi

Kuvio 4. Metatiedot (Vincit EAM 2018).

4.3 Ennakkohuoltojen luonti

RO-laitteelle luotiin Vincittiin tärkeimmät ennakkohuollot. Tarvittavat huollot käytiin läpi yrityksen kanssa. Huoltojen tiheys sovellettiin käyttökokemuksien ja toimittajan suosituksien mukaan. Ennakkohuolloiksi muodostuivat pH-antureiden pesu ja kalibrointi 3 kuukaudenvälein sekä johtokykyantureiden pesu ja kalibrointi 6 kuukauden välein. Sähkömottoreiden ja pumppujen rasvaus 6 kuukauden välein. RO- ja CEDI-yksiköiden pesu tehdään 6 kuukauden välein tai tarvittaessa. Kemikaaliannostelupumppujen huolto tehdään vuoden välein. Esisuodattimien vaihdolle ei määritelty aikaväliä, koska veden laatu vaihtelee vuodenaikojen mukaan, jolloin vaihtoväliä on vaikea arvioida. Vaihtoajankohta on helposti havaittavissa suodattimien ennen ja jälkeen mitatun paine-eron kasvaessa. Laitteisto antaa myös hälytyksen, kun suodattimet ovat menossa tukkoon. Laitteiston päivittäisiä silmämääräisiä tarkastuksia, kuten putkien tiiveyksiä, prosessin häiriöiden tarkastusta ja kemikaalien lisäystä ei luotu Vincittiin. Edellä mainitut tarkastukset suorittaa käyttöhenkilöstö laitoksen kiertämisen yhteydessä.

Huoltojen aikataulutuksessa haastateltiin käyttöhenkilöstöä, joiden toiveesta huollot ajoittuisivat mahdollisimman hyvin tehtäviksi samoina päivinä. Ennakkohuoltojen luonnissa käytettiin myös metatietoja, joilla huollot kohdistetaan oikeisiin kohteisiin ja tarvittaessa oikeille henkilöille. Kuviossa 5 on nähtävissä myös osa tarvittavista metatiedoista.

Luokka*	Ennakkohuolto (kalenteri)
Otsikko (automaattinen)*	(automaattinen)
Lyhyt nimi*	PH antureiden kalibrointi
Positio	RO-laite (käänteisosmoosi) (poistettu)
Laite	RO-laite Käänteisosmoosi
Työlaji	---
Alatyölaji	---
Kunnossapitolaji (ehkäisevä kunn...)	---
Voi siirtyä*	
Prioriteettiluokka	C - Normaali
Jakso*	3
Yksikkö (aika)*	---
Alkamispäivä*	---
Päätymispäivä*	---
Viimeksi suoritettu	2.4.2018
Työtilaukset luotu	---
Kustannuspaikka	---

Täydet oikeudet sisäisille käyttäjille

Ennakkohuolto (aikaan perustuva)

1 - Suunnitelma

Palauta muokkauksesta välittömästi

Luo Peruuta

Kuvio 5. Ennakkohuoltojen metatiedot (Vincit EAM 2018).

4.4 Henkilöstön koulutus

Käyttöhenkilöstölle järjestetään koulutus Vincitin käytöstä, kun se saadaan kokonaisuudessaan käyttövalmiuteen. Koulutuksessa käytetään Vincitin materiaalia sekä käydään tärkeimmät päivittäiset toiminnot henkilökohtaisesti läpi. Päivittäisiä toimintoja ovat päiväkirjamerkintöjen lisäämiset, tehtävien ennakkohuoltojen tarkastaminen ja tekeminen. Huoltojen valmistuttua suoritetaan niiden kuittaaminen. Muita toimintoja ovat tehtäväkirjaukset, tehtävänanto ja dokumenttien hakeminen. Ne laitehierarkiat, jotka ovat muuttuneet edellisestä kunnossapitojärjestelmästä, käydään läpi. Metatietojen perusteet ja niiden merkitsemisen tärkeys tuodaan esiin. Kuviossa 6 on nähtävissä erilaiset kohteet, joita Vincitissä voidaan käyttää. Kaikkia toimintoja ei tulla käyttämään.

Mantanageria Vincit EAM

ku

Laajennettu haku

Joonas Kang

Näytetyt

nteiset näkymät

L. LAITTEET

2. DOKUMENTIT

ositiot (old)

ÖNTEKIÄT

luut näkymät

Metatiedot Esikatselu Asetukset

Luo kohde

Dokumentti	Dokumentti skannerilta	Dokumenttiko koelma	Ennakkohoito	Hälytysraja	Kommentti	Laite	Laiteluokka	Laiteryhmä	Laitetyyppi	Nimike	Nimikeryhmä
Osasto	Osoite	Positio	Positio (old)	Päiväkirjamerkinä	Pätevyys	Pätevyyssyyppi	Raportti	Resurssiryhmä	Sopimus	Tehtävä	Tehtäväkirjaus
Tehtävänanto	Tekninen tieto	Toimitusehto	Työntekijä	Tyopaketti	Työtilaus	Varaosa	Vikailmoitus	Yhteyshenkilö	Yritys	Näkymä	Näytä vähemmän


Tutustu M-Filesiin

Lisätiedot

- [Esittelyvideo](#)
- [Ohjattu esittely](#)
- [Koulutukset ja webinaarit](#)
- [Solution Catalog](#)

Tukipalvelut

- [Käyttöopas](#)
- [Tekniset tiedot ja dokumentit](#)
- [M-Files Community](#)
- [Ota yhteyttä tukeen](#)



ettain käyttämäni (54)

RO-laitos / EU Declaration Of Conf.

116. Vedenkäsittely, kemikaalit

116.2.1 RO-laitos

Käyttäjäkoulutus Mänttä.ppt

MA8619-Manual-EU-EN.pdf

MA8619-Quickstart-EU-EN.pdf

Gamma-X annostelupumppu käyttö

Beta-b käyttöohje-Fl.pdf

MAS030-Manual-EU-EN.pdf

MA8220-Conductivity-EU-ML.pdf

Toimintaselostus.pdf

Kuvio 6. Vincitin kohteet (Vincit EAM 2018).

5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Asetetut tavoitteet saatiin täytettyä hyvin. Uuden toiminnanohjausjärjestelmän käyttö tuli tutuksi, ja sen muokkaaminen ja kohteiden lisääminen onnistuu jatkossa vaivattomasti. Järjestelmän käytön opiskelu oli aluksi hidasta ja vei paljon aikaa. Alussa pidetty tapaaminen Vincitillä käsitteli vain hyvin pintapuolisesti järjestelmää. Vincitillä oli kuitenkin verkossa hyvät ohjeet, joita lukemalla ja katsomalla videoita pääsi enemmän sisään. Projekti myös venyi suunniteltua pidemmäksi järjestelmäpäivityksiä odotellessa ja huonon ajankäytönhallinnan vuoksi.

RO-laitteen dokumenttikokoelmat luotiin, jolloin niihin on helppo tarvittaessa lisäillä uusia dokumentteja. Dokumentit lajiteltiin kokoelmien alle. RO-laitteen ennakko- huollot saatiin luotua ja tehtyä niille sopivat aikataulutukset. Ennakkohuoltojen luonnissa ilmeni aluksi ongelmia, ensimmäisestä Vincit-järjestelmän versioista puuttuu ominaisuuksia, jotka estivät luomasta ennakkohuoltoja. Puutteita olivat esimerkiksi huoltovälin aikajaksot, joita ei pystytty luomaan. Tämä ongelma ratkesi uudella versio-päivityksellä.

Uutta toiminnanohjausjärjestelmää ei ole vielä saatu työn valmistuessa käyttöön. Järjestelmään siirretään vanhasta Arrow-järjestelmästä tietoja sekä luodaan muita uusia osakokonaisuuksia eri voimalaitoksen kohteista. Aikanaan kun toiminnanohjausjärjestelmä saadaan kokonaisuudessaan valmiiksi, tämän opinnäytetyön pohjalta saadulla kokemuksella ja tiedolla on mahdollisuudet kouluttaa käyttöhenkilöstöä. Järjestelmä olisi syytä saada nopealla aikataululla käyttöön vanhan kunnossapitojärjestelmän vaikeakäyttöisyyden ja kankeuden vuoksi.

Työssä tuli tutuksi myös RO-laitteiston käyttö ja huoltotoimet. Laitteiston teorian tutkiminen helpottaa myös tulevaisuuden työskentelyä laitteen parissa. Laitteiston käyttöä ja huoltoa olisi syytä kouluttaa myös muulle käyttöhenkilöstölle.

6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö on tehty Mäntän Energia Oy:lle. Yritykselle oli hankittu uusi kattilanlisäveden valmistuslaitteisto, joka perustuu käänteisosmoosimenetelmään. Samoihin aikoihin yritys oli hankkinut uuden toiminnanohjausjärjestelmän, Vincit EAMin. Näin ollen ajankohtaiseksi tuli saada liitettyä RO-laitteisto osaksi toiminnanohjausjärjestelmää. Työ on rajattu käsittämään vain RO-laitteiston liittämisen, ei muita voimalaitoksen osa-alueita.

Työn tavoitteena oli saada luotua toimiva kokonaisuus, josta löytyy kaikki tarvittavat dokumentit, varaosat ja ennakkohuollot. Yhtenä tavoitteena oli hankkia osaamista ja tietoa Vincit EAMin käytöstä niin laajasti, että sen käytön koulutus onnistuu henkilöstölle, kun järjestelmä saadaan aikanaan käyttöön. RO-laitteiston käyttöön ja huoltoon sekä sen toimintaan tarvittavan tiedon hankkiminen oli myös osa työtä.

Työn teoriaosuudessa käsitellään kunnossapito yleisesti Suomessa, sen käytäntöjä ja eri menetelmiä. Esiteltynä on myös lyhyesti Vincit EAM. RO-laitteen toiminta käydään läpi yksityiskohtaisesti. Esiin tulevana asioina on myös osmoosi-ilmiö sekä RO-laitteen perustuminen käänteisosmoosiin.

Laitteistoa koskeville eri dokumenteille, kuten sähkökaavioille, layout-kuville ja käyttöohjeille, luotiin dokumenttikokoelmat. Dokumentti siirrettiin omiin kokoelmiinsa, ja jokaiselle luotiin omat metatiedot. Myös varaosaluettelo vietiin järjestelmään. Järjestelmään luotiin tarvittavat ennakkohuollot, joita suoritetaan säännöllisesti. Ennakkohuolloille luodaan myös omat metatietonsa. Ennakkohuoltojen aikataulutusta sovellettiin valmistajan suositusten sekä omien käytönaikaisten kokemusten mukaan. Henkilöstön koulutukseen käytetään toimittajalta saatuja materiaaleja sekä työn aikana saatua osaamista ja tietoa henkilökohtaiseen opastukseen.

Asetetut tavoitteet saatiin täytettyä, ja Vincitistä löytyi toimiva kokonaisuus valmiina käytettäväksi. Järjestelmä ei ole vielä työn valmistuessa yrityksen käytössä muiden osa-alueiden puuttuessa sieltä. Kunnossapidosta ja käänteisosmoosimenetelmästä saatiin hankittua hyvin teorian tietoa, jota voidaan hyödyntää myöhemmin.

LÄHTEET

Arrow Engineering Oy. Ei päivystä.. 4 vinkkiä ennakoivan kunnossapidon kehittämiseen. [Verkkoartikkeli]. Jyväskylä: Arrow Engineering Oy. [Viitattu 4.4.2018]. Saatavana: https://blogi.arroweng.fi/hubfs/Docs/4%20vinkkiä%20ennakoivan%20kunnossapidon%20kehittämiseen.pdf?t=1517413352783&utm_campaign=Ennakoiva%20kunnossapito&utm_source=hs_automation&utm_medium=email&utm_content=56164676&hsenc=p2ANqtz-8d_i624hkcC87TKIZOsV0g6SIDpCxNQiwYFch_E7ilMm5Ofu7_Usbp7JPfzk8tP1KD3SNJgngAlzYHU1RwPOV9VOZmgw&hsmi=56164676

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito: tuotanto-ominaisuuden hoitaminen. 6.p. Helsinki: Promaint ry.

Kaasalainen, J. 2007. Voimalaitoksen vedenkäsittelyn uudet menetelmät. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandinaattityö. Julkaisematon.

Kiiveri, J. 2017. Vincit: Vincit EAM. Kalvosarja. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Mitä on kunnossapito. Ei päivystä. [Verkkosivu]. Helsinki: Opetushallitus. [Viitattu 25.3.2018]. Saatavana: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html

Mäntän Energia Oy. Yritysesittely. Tiedostokansio. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Puustinen, H. 2016. Kattilan lisäveden valmistuslaitteisto. Mänttä: Mäntän Energia Oy. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Rampanen, P. 1990. Vedenpuhdistuslaitos: ohjeistus. Mänttä. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Tertsonen, A. 1985. Kunnossapito ja käyttövarmuus. Hyrylä: Safematic.

Vincit EAM Versio 1.0. 2018.