

Hannu Rajala

UUDEN HUUHTELUIILMAKOMPRESSORIN MÄÄRITTELY JA KÄYTTÖÖNOTTO

UUDEN HUUHTELUIILMAKOMPRESSORIN MÄÄRITTELY JA KÄYTTÖÖNOTTO

Hannu Rajala
Opinnäytetyö
Lukukausi kevät 2018
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma älykkäät järjestelmät

Tekijä: Hannu Rajala
Opinnäytetyön nimi: Uuden huuhteluilmakompressorin määrittely ja käyttöönotto
Työn ohjaajat: Veijo Väisänen, Sami Huhtakangas.
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 39 + 8 liitettä

Työn kohteena oli uusia Hintan vedenpuhdistamon 47 vuotta vanha huuhteluilmakompressorin. Korvaamalla vanha paineilmakompressorin uudella saatiin myös meluhaittaa pienennettyä merkittävästi. Samalla lisättiin optio toiselle uudelle kompressorille, joka mahdollistaa myöhemmässä vaiheessa aktiivihiihtisuodattimien liittämisen huuhteluilmajärjestelmään.

Työn mekaaninen asennus sekä suurin osa sähköasennuksista teetettiin Oulun Veden alihankkijoilla. Opinnäytetyöhön kuului myös alihankkijoiden ohjaus, valvonta sekä töiden hyväksyntä. Työ suoritettiin vaiheittain: ensin mekaaninen asennus, seuraavaksi sähköasennus, sitten ohjelmointi, käyttöönotto ja testaus sekä käyttöönotossa havaittujen puutteiden korjaus.

Työ paransi tavoitteiden mukaan työskentelyolosuhteita Hintan vesilaitoksella vähentämällä meluhaittaa ja mahdollistamalla tulevan huuhteluilmajärjestelmän laajennuksen. Samalla vanha kompressorin uusittiin ja sillä on oletettavasti vuosikymmeniä toiminta-aikaa edessäpäin.

Asiasanat: kompressorin, automaatio, tietokoneavusteinen suunnittelu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Computer Science Degree Program intelligent systems

Author: Hannu Rajala

Title of thesis: Defining and introducing a new rinse air compressor.

Supervisors: Veijo Väisänen, Sami Huhtakangas

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 39 + 8 appendices

The new 47-year-old rinse air compressor for the Water Purification Center at the site was under discussion. By replacing the old compressed air compressor with a new one, noise pollution was also significantly reduced. At the same time, an option for another new compressor was added, enabling in the later stage the addition of activated charcoal filters to the flushing system.

The mechanical installation of the work and most of the electrical installations were carried out by Oulu Water subcontractor's. The bachelor's thesis also included the subcontractor's supervision, supervision and approval of work. The work was carried out in a step-by-step manner: first mechanical installation next Electrical installation, then programming, commissioning and testing, and repair of detected shortcomings in commissioning.

The work improved the working conditions of the water system by reducing noise nuisance and allowing the expansion of the inflow system in the future. At the same time, the old compressor was renewed and it has presumably decades of operating time ahead.

Keywords: Compressor, Automation, CAD

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on pitkän matkan päätepiste tai ainakin välietappi opiskeluleni, joka alkoi v. 1996 Oulun Teknillisessä Oppilaitoksessa.

1996 aloitin työn ohessa opiskelun teknikoksi mutta tuolloin opiskelu jäi jonkin verran kesken. Nyt se saatetaan loppuun.

Haluankin kiittää tästä mahdollisuudesta perhettäni, työnantajiani, koulua ja ennen kaikkea työyhteisöä Oulun Vedellä, jotka ovat mahdollistaneet tämän suoriutumisen loppuun viemisen.

Erityiskiitos teknistä tukea antaneelle Pajuluoto Engineering Oy:n Arto Pajuluodolle sekä Sami Huhtakankaalle, Oulun Vesi.

Kiitos myös koulun henkilökunnalle erityisesti työtä ohjanneille Veijo Väisäselle ja Tuula Hopeavuorelle sekä naapurilleni Jussi Haukkamaalle.

23.1.2018

Hannu Rajala

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 HIEKKASUODATUS	10
2.1 Nopea hiekkasuodatus	10
2.2 Hidas hiekkasuodatus	11
2.2.1 Hintan laitoksen hiekkasuodatus	12
2.2.2 Suodattimen huuhtelu	13
3 VALMET DNA -AUTOMAATIO-OHJAUSJÄRJESTELMÄ	14
3.1 Valmet DNA Explorer	14
3.2 Valmet DNA Engineering Function Block CAD	14
3.3 Valmet DNA Engineering Sequence CAD	15
3.4 Valmet DNA Picture Designer	15
4 ALUSTAVAT TYÖT	16
4.1 PI-kaavio	16
4.2 Paineilmaventtiilit	16
4.3 Sähkö- ja automaatiopiirikaavio	17
4.4 Taajuusmuuttajan konfigurointi	17
5 MEKAANINEN ASENNUS	19
5.1 Huuhteluilmakompressorin asennus	19
5.2 Putket	21
5.3 Venttiilit	24
6 AUTOMAATIO-OHJELMA	25
6.1 Valmet DNA Explorer	25
6.2 Valmet DNA Engineering Function Block CAD	26
6.3 Valmet DNA Engineering Sequence CAD	26
6.4 Valmet DNA Picture Designer	27
7 KÄYTTÖÖNOTTO	28
7.1 IO:n käyttöönotto	28
7.2 Ohjelman käyttöönotto	29
7.3 Käyttöliittymän käyttöönotto	29
8 KOEKÄYTTÖ	31
9 LOPPUSANAT	32

LÄHTEET	37
LIITTEET	1

1 JOHDANTO

Oulun Vesi toimii ulkoisena liikelaitoksena, joka rahoittaa toimintansa ja investointinsa asiakkailta perittävillä maksuilla. Toiminta-ajatuksena on toimittaa asiakkaille kohtuulliseen hintaan hyvälaatuista talousvettä talousvesiasetuksen mukaisesti (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksesta 683/2017).

Oulun Veden toimintaan kuuluu myös jätevesien viemärointi ja puhdistaminen lakien ja määräysten mukaisesti (Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 2006). Lisäksi toimintakenttään kuuluu asuinympäristön kuivausvesien johtaminen toiminta-alueella (Oulun Vesi 2017, viitattu 21.10.2017).

Työn tavoitteena on uusien Hintaan vedenpuhdistamon noin 47 vuotta vanha huuhteluilmakompressorin sekä mahdollistaa tulevaisuudessa toisen huuhteluilmakompressorin lisääminen rinnalle. Uusi huuhteluilmakompressor vähentää meluhaittaa mekaanisilla äänieristysuojillaan. Samalla lisätään putkistoon ohjattavat venttiilit. Myöhemmässä vaiheessa lisätään toinen huuhteluilmakompressor, jonka jälkeen voidaan ajaa tarvittaessa kahta huuhteluilmakompressoria rinnakkain. Kahden huuhteluilmakompressorin rinnakkain ajo mahdollistaa useamman hiekkasuodattimen pesemisen samanaikaisesti sekä olemassa olevien aktiivihiilisuodattimien liittämisen huuhteluilmajärjestelmään.

Huuhteluilmakompressorilla huuhdellaan hiekkasuodatuksen hiekka- ja antrasiittipatjaa. Puhaltamalla ilmaa hiekkasuodattimeen alhaalta päin suodatinkerrosten alapuolella olevien suuttimien läpi, saadaan suodattimessa olevat hiekkajyvät värähtelemään ja näin niissä oleva kiintoaine irtoaa. Lisättäessä alhaalta tulevaan huuhteluun vesi saadaan kiintoaine irtoamaan tehokkaasti ja huuhtoutumaan vastasuuntaan hiekkapatjan päälle. Hiekkapatjan päältä kiintoaine kuluu huuhteluvesien mukana viemärikanaaliin.

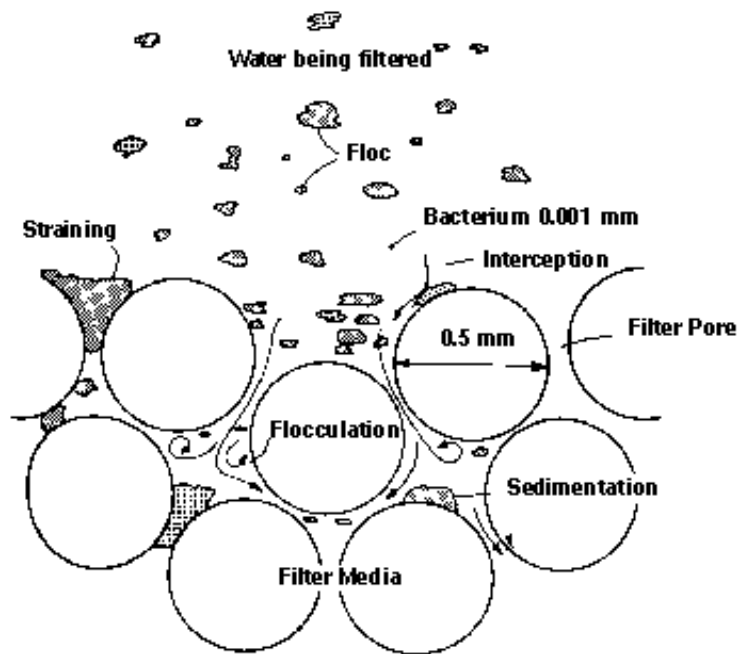
Työhön sisältyy automaation piirikaavioiden suunnittelua ja dokumentointia, PI-kaavion dokumentointi, automaatiosovellusten teko Valmet DNA -automaatiojärjestelmään, töiden asennusvalvonta, käyttöönotto ja koekäyttö.

2 HIEKKASUODATUS

Hiekkasuodattimia on olemassa kolmea päätyyppiä, nopea (painovoimainen) hiekkasuodatin, ylöspäin virtaava hiekkasuodatin ja hidas hiekkasuodatin. Kaikkia kolmea menetelmää käytetään laajasti vesiteollisuudessa kaikkialla maailmassa. Kaksi ensimmäistä edellyttävät saostuskemikaalien käyttöä toimiakseen tehokkaasti. Hidas hiekkasuodatin voi tuottaa erittäin korkealaatuista vettä, joka ei sisällä taudinaiheuttajia, makuja ja hajuja, ilman kemiallisia aineita. (Camp 2017, viitattu 13.11.2017; Wikipedia 2017a, viitattu 15.11.2017.)

2.1 Nopea hiekkasuodatus

Nopeassa hiekkasuodatuksessa veden läpimenoaika on huomattavasti lyhempi, yleensä vain muutamia minuutteja, kun hitaassa hiekkasuodatuksessa läpimenoaika on tunteja. Nopean hiekkasuodatuksen suodatinpatjan paksuus on tyypillisesti metrin luokkaa. Suodatinrakenteena käytetään myös monikerrossuodattimia, joissa eri kerroksissa on eri suodatinmateriaali, esimerkiksi antrasiitti ja hiekka. Nopea hiekkasuodatus vaatii tuekseen myös saostuksen, jossa kemikaaleilla saadaan humusaineita kasaantumaan isommiksi hiutaleiksi ja näin helpommin tarttumaan suodattimeen (kuva 1). Suodattimen puhdistus tapahtuu vastavirtaushuuhtelulla, jossa suodatin otetaan pois käytöstä, ilmaa puhalletaan alakautta suodatinpatjan läpi ja irronnut aines huuhdellaan veden avulla viemäriin. (Spellman & Drinan 2012, 237; Bruni & Spuhler 2012, viitattu 1.6.2018; RIL116 1978; Wikipedia 2017b, viitattu 12.12.2017.)

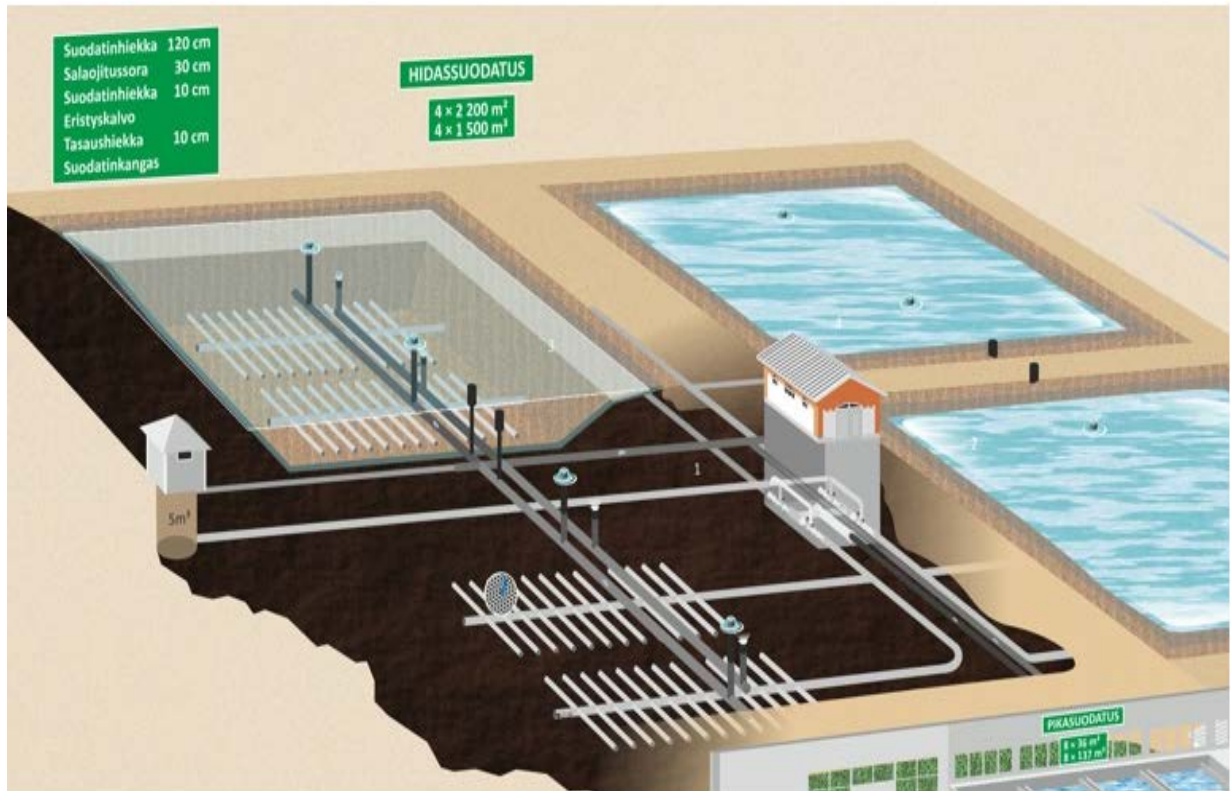


KUVA 1. Hiekkasuodatuksen toimintaperiaate (Wikipedia 2017b, viitattu 12.12.2017).

2.2 Hidas hiekkasuodatus

Kuvassa 2 esitetyssä hitaassa hiekkasuodatuksessa muodostuu suodattimen pintaan pieneliöistä tiivis kerros, jossa varsinainen puhdistus tapahtuu. Puhdistus perustuu pieneliöiden, bakteerien ja levien toimintaan. Suodattimen pinnasta kuoritaan likaantunut 20–30 mm:n vahvuinen kerros, kun suodatinvastus on noussut likaantumisen raja-arvoon. Suodatuspatjan ohentuessa riittävästi tulee hiekka vaihtaa kokonaan tai pestä sekä lisätä hiekkaa. Hidassuodattimen käyttöönotto kestää tyypillisesti 3–6 viikkoa. Tänä aikana suodattimen pintaan kehittyy riittävä biologinen toiminta. (RIL116 1978; Spellman & Drinan 2012, 237; Bruni & Spuhler 2012, viitattu 1.6.2018; Wikipedia 2017b, viitattu 12.12.2017).

Hitaan hiekkasuodatuksen suosiota on vähentänyt sen vaatima suuri pinta-ala ja työläs puhdistus. Lisäksi Suomen talvioloissa kylmyys aiheuttaa omat haasteensa kattamattomille suodattimille. (RIL116 1978; Spellman & Drinan 2012, 237; Bruni & Spuhler 2012, viitattu 1.6.2018; Wikipedia 2017b, viitattu 12.12.2017).



KUVA 2. Vaasan vesilaitoksen hidassuodatus. (Vaasan vesi 2015, viitattu 12.12.2017.)

2.2.1 Hintan laitoksen hiekkasuodatus

Oulun Veden Hintan laitoksella on 8 kpl kuvan 3 mukaista hiekkasuodatinallasta. Altaiden pinta-ala on n. 22 m² / allas. Suodatusperiaate on nopea hiekkasuodatus ja suodattimena toimii 2-kerroksinen antrasiitti-hiekkasuodatin.



KUVA 3. Hintan hiekkasuodattimet.

Suodattimissa olevien antrasiitti- ja hiekkapatjakerrosten paksuus vaihtelee al-
taittain. Erot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Hiekkasuodattimen kerrosvahvuudet.

Hintan, hiekkasuodatinmassojen paksuus (mm)				
Suodatin	Kokonaispaksuus	Antrasiitti	Hiekka	mittaus pvm.
1	1400	550	850	6.1.2018
2	1250	350	900	6.1.2018
3	1250	500	750	6.1.2018
4	1400	550	850	4.1.2018
5	1200	350	850	5.1.2018
6	1300	450	850	5.1.2018
7	1250	350	900	4.1.2018
8	1250	500	750	6.1.2018

2.2.2 Suodattimen huuhtelu

Huuhtelu tapahtuu vastavirtaushuuhteluna suodattimen alakautta. Ensin hiekkasuodattimia huuhdellaan ilmalla. Ilmahuuhtelun jälkeen hiekkasuodattimia huuhdellaan vedellä. Jokaisella suodattimella on oma pesusekvenssiohjelma, johon käyttäjä saa määritellä

- vedenpinnan korkeuden pesun alussa
- ilmahuuhtelun ajan sekä huuhteluilman nopeuden
- huuhteluveden määrän
- rauhoittumisjakson ajan.

Rauhoittumisajalla tarkoitetaan pesusekvenssin jälkeistä aikaa, jolloin suodatin on käyttämättömänä ja suodatinmassa laskeutuu takaisin altaan pohjalle. Rauhoittaminen estää mahdollisesti suodattimeen jääneen kiintoaineen kulkeutumi-
sen prosessissa eteenpäin.

3 VALMET DNA -AUTOMAATIO-OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Hintan vedenpuhdistamolla on käytössä Valmet DNA -automaatio-ohjausjärjestelmä. Järjestelmä on kahdennettu ja näin varmennettu järjestelmän toiminta poikkeus- ja ongelmatilanteiden varalta. (Valmet 2018a, viitattu 11.1.2018.)

3.1 Valmet DNA Explorer

Valmet DNA Explorer on konfigurointi- ja ylläpitotyökalu. Työkalun avulla konfiguroidaan esimerkiksi järjestelmään liittyvät väylät. Työkalulla ylläpidetään myös erilaisia kirjastoja esimerkiksi väliaikaisia tallennusvarastoja, kun halutaan varmuuskopioida alkuperäinen ohjelma ennen uuden version asennusta.

Repository on tiedosto, josta ohjelmat ladataan järjestelmään. Ennen järjestelmään latausta ohjelma tarkistetaan ja Repository-tiedostossa jokaisen ohjelmalohkon jälkeen tulisi olla ilmoitus "externally check". Pelkkä "internally check" -ilmoitus tarkoittaa, että tarkistus on tehty FB CAD -toiminnolla. Tuolloin sovelluksella suoritettu tarkistus on tarkistanut ohjelman oikeellisuuden, mutta ei ristiiriitoja muiden järjestelmässä olevien lohkojen kanssa. (Valmet 2018c, viitattu 11.1.2018.)

3.2 Valmet DNA Engineering Function Block CAD

FB CAD on CAD-pohjainen suunnitteluohjelma, jolla suunnitellaan toiminnalliset kaaviot. Ohjelman suunnittelun pohjana ovat Valmetin ennalta määrittelemät valmiit toimilohkot. Piireistä löytyy mm. loogiset komennot, moottoreiden ohjauslohkoja ja useampia venttiililohkoja. Myös normaalit piirtotoiminnot ovat käytössä: viivat, laatikot jne. (Valmet 2018b, viitattu 11.1.2018.)

3.3 Valmet DNA Engineering Sequence CAD

Sequence CAD on CAD-pohjainen suunnitteluohjelma, joka sisältää FB CAD -toimintojen lisäksi sekvenssitoiminnot. Tällä työkalulla luodaan sekvenssirunko, jossa ohjelma etenee askelittain. Kun askeleessa odotetut ehdot ovat täyttyneet, hypätään seuraavaan askeleeseen. Jos askeleen odotusehdot eivät täyty, menee sekvenssiohjelma virhetilaan, jolloin käyttäjä näkee, mihin tilanteeseen askellus on pysähtynyt. Sekvenssissä voidaan myös hypätä käsin askeleiden yli ja tästä olikin suuresti hyötyä testattaessa ohjelmaa. (Valmet 2018b, viitattu 11.1.2018.)

3.4 Valmet DNA Picture Designer

Valmet DNA Picture Designer on Valmetin piirto-ohjelma, jolla piirretään automaatiojärjestelmän käyttöliittymän näytön kuvat ja linkitetään ne järjestelmässä oleviin piireihin. Linkittäminen tapahtuu kuvassa kutsumalla haluttua järjestelmän TAG-tunnusta. Piiri-ikkunat luodaan Function Block CAD-editorilla. DNA Picture Designerillä luotu kuva ottaa yhteyden aiemmin luotuihin Function Blockeihin. Function Block -editorilla luodut piiri-ikkunat löytyvät käyttöliittymästä tarvittaessa erikseen hakemalla. (Valmet 2018b, viitattu 11.1.2018.)

4 ALUSTAVAT TYÖT

Huuhteluilmakompressorin asennus aloitettiin palaverilla Hintan vesilaitoksella. Palaverissa sovittiin Oulun Veden tarpeet ja vaatimukset asennuksen sekä huuhteluilmajärjestelmän toiminnan osalta. Opinnäytetyön sisällöksi rajattiin seuraavat tehtävät:

- PI -kaavion suunnittelu ja piirtäminen
- paineilmaventtiilien valinta ja hankinta
- sähkö- ja automaatiopiirikaavion I/O-määrittely
- venttiilien piirikaavion suunnittelu ja piirtäminen
- taajuusmuuttajan konfigurointi
- automaatio-ohjelman suunnittelu ja toteutus Valmet DN- järjestelmään
- asennusvalvonta ja käyttöönotto.

4.1 PI-kaavio

PI-kaavion piirrosalue rajattiin huuhteluilmakompressoreiden KO17, KO18 ja KO19 sekä huuhteluventtiileiden FVS1.2–FVS8.2 välille (liite 1). PI-kaavioihin piirrettiin uudet lisättävät huuhteluilmakompressorit ja venttiilit sekä päivitettiin olemassa olevan huuhteluilmakompressorin ja komponenttien positiointi sekä tiedot.

4.2 Paineilmaventtiilit

Paineilmaventtiileiksi määriteltiin pneumaattisella toimilaitteella olevat 1-toimiset läppäventtiilit, joiden vapaa asento on kiinni-asento. Venttiilityyppi valikoitui sen toimintavarmuuden, edullisuuden, käyttökokemusten ja sähkökatkon sattuessa turvallisen toiminnan takia; tällöin venttiili sulkeutuu jousen avulla ja estää paineilman virtauksen väärään suuntaan. (Liite 2.)

4.3 Sähkö- ja automaatiopiirikaavio

Sähkösuunnitelmat sekä asennuksen teetti Oulun Vesi alihankintana. Opinnäytetyöhön sisältyvät sähkö- ja automaatiopiirikaavion I/O-kanavien määrittely ja niiden lisääminen piirikaaviokuvaan sekä lisättävien venttiilien MGV18 ja MGV19 piirikaavioiden suunnittelu ja piirikaaviokuvien piirtäminen (liite 3). Myös automaatio- ja sähkökytkentöjen tarkastaminen toteutettiin opinnäytetyön aikana.

4.4 Taajuusmuuttajan konfigurointi

Taajuusmuuttaja konfiguroidaan ABB:n käyttöohjekirjan mukaan. Konfiguroinnissa huomioidaan sähkösuunnittelussa asetetut vaatimukset taajuusmuuttajan toimintaan liittyvissä toiminnoissa. (ABB 2018, viitattu 11.1.2018.)

Taajuusmuuttajalle muutettiin seuraavat parametrit:

- 10.24 R01 lähde, kauko-ohjaus
- 12.27 AI2 minimi, 4 mA
- 12.29 AI2 skaalattu minimi, 900
- 12.30 AI2 skaalattu maksimi, 4000
- 13.22 lähde, moottorin momentti
- 13.29 AO2, 4 mA
- 20.02 käynnistystapa, taso
- 22.11 nopeusohjeen 1 lähde, AI2 skaalattu
- 30.11 miniminopeus, 0 rpm
- 30.12 maksiminopeus, 4000 rpm
- 30.17 maksimivirta, 37,7 A
- 95.01 syöttöjännite, 380-415 V
- 99.04 moottorinsäätötapa, DTC
- 99.06 moottorin nimellivirta, 37,7 A
- 99.07 moottorin nimellisjännite, 400 V
- 99.09 moottorin nimellinopeus, 2956 rpm
- 99.10 moottorin nimellisteho, 22 kW

- 99.11 moottorin nimellinen, $\cos \varphi$ 0.90
- 99.13 tunnistusajo pyydetty, paikallaan.

5 MEKAANINEN ASENNUS

Mekaanisen asennuksen suoritti Oulun Veden alihankkija. Opinnäytetyöhön sisältyi myös asennuksen valvonta, tarkastus ja käyttöönotto.

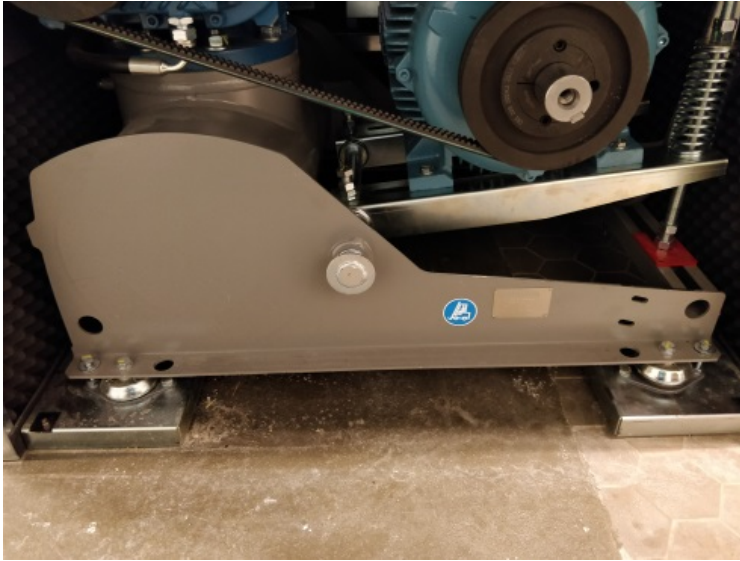
5.1 Huuhteluilmakompressorin asennus

Kuvassa 4 näkyy asennuskohdan betonilattia, joka on osittain laatoitettua betonilattiaa.



KUVA 4. Betonilattia.

Huuhteluilmakompressorin runkorakenne on kelluva, joten runko on erillään äänieristyskuoresta. Kuvassa 5 näkyy äänieristyskuoren ja rungon välinen sauma. Ensimmäisenä asennettiin huuhteluilmakompressorin runko, joka kiinnitettiin ankkuripulteilla kiinni betonilattiaan.



KUVA 5. Huuhteluilmakompressorin äänieristyskuoren ja rungon sauma.

Lattian kaltevuuden vuoksi runko oikaistiin suoraan metallisilla korokelevyillä. Huuhteluilmakompressorin ympärille asennettiin äänieristyskuori, jonka asennuksessa lattian kaltevuus oli myös huomioitava. Äänieristyksen takaamiseksi lattian ja äänieristyskuoren väliin lisättiin tiiviste (kuva 6), joka tiivistää lattian kallistuksen vuoksi aiheutuneet raot.



KUVA 6. Äänieristyskuoren ja lattian väliin lisättiin tiiviste.

Paikoilleen asennetusta huuhteluilmakompressorista tuli kompakti kokonaisuus, joka mahtui olemassa olevaan tilaan hyvin ja mahdollisti huuhteluilmakompressorin huoltotoiminnot (kuva 7).



KUVA 7. Valmis huuhteluilmakompressor.

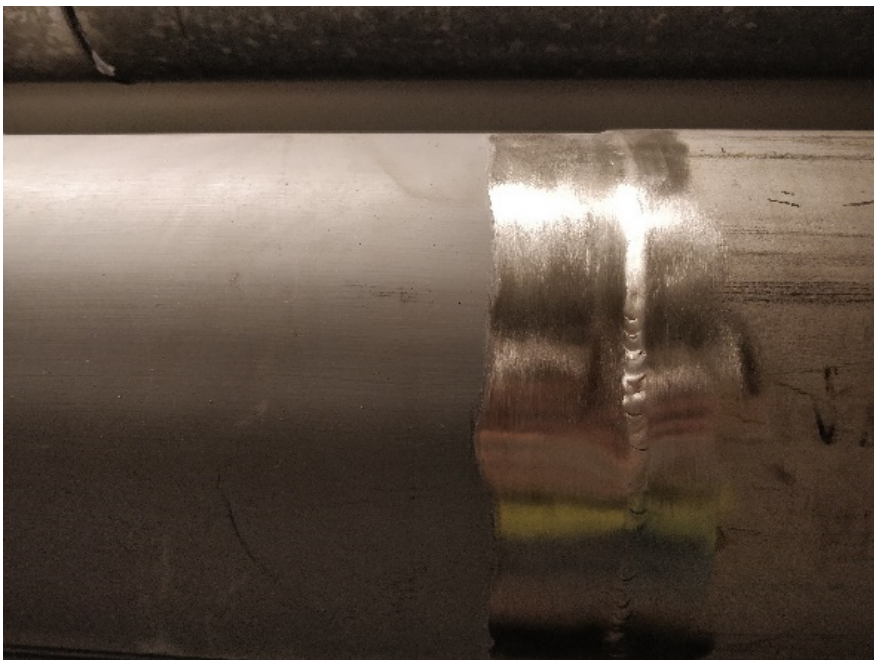
5.2 Putket

Uusia huuhteluilmakompressoreita varten alkuperäiseen paineilmaputkeen asennettiin kaksi uutta putkihaaraa, joihin huuhteluilmakompressorit voidaan liittää. Asennuksessa oli huomioitava mahdollisimman lyhyet katkot pesujen välillä. Alihankkija teki kuvassa 8 näkyvän runkoputken pätkän, johon liitettiin valmiiksi tarvittavat putkihaarat laippoineen.



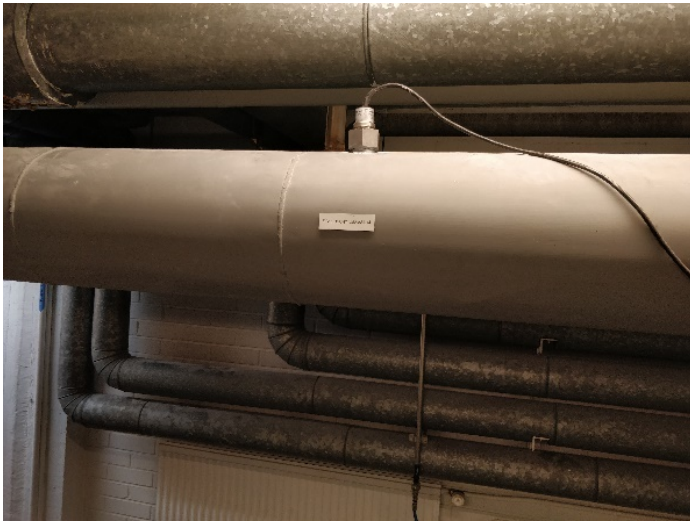
KUVA 8. Uusi runkoputken osa.

Alkuperäinen putkirunko on tehty mankeloimalla paikan päällä, joten nykyaikaiset putkikoot eivät suoraan vastaa alkuperäistä kokoa. Kuvassa 9 on esitetty putkien liitoskohta.



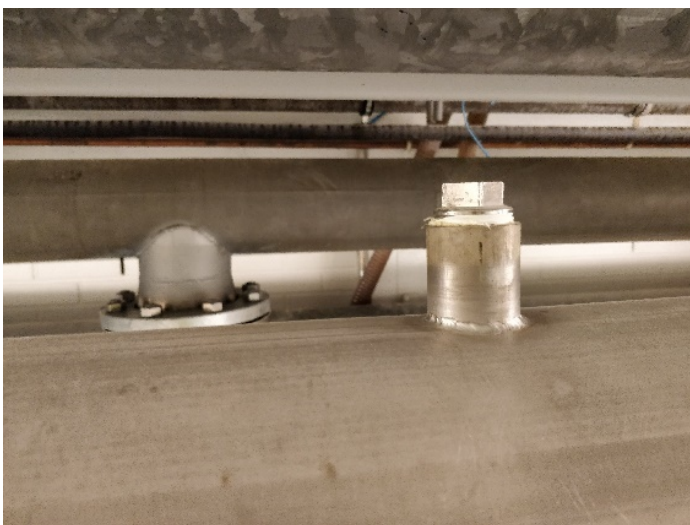
KUVA 9. Vanhan ja uuden runkoputken liitos.

Samalla virtausmittausanturi FIC18 siirrettiin kauemmaksi huuhteluilmakompressoreista (kuva 10), mahdollisten pyörrevirtojen minimoimiseksi.



KUVA 10. FIC18-pyörrevirtojen minimoimiseksi siirrettynä uuteen paikkaan

Runkoputkeen lisättiin myös kuvassa 11 näkyvä varanippa myöhempää tarvetta varten, kun asennuksen yhteydessä havaittiin poikkeama virtausmittausanturin ja automaatiojärjestelmän välillä. Anturi mittaa virtausnopeutta m/s, mutta jostain syystä automaatiojärjestelmä ilmoittaa saman lukeman Nm^3/min . Automaatiojärjestelmä ei suorita laskennallista muunnosta virtausnopeudesta m/s tilavuusvirtaan Nm^3 . Varanippaan tullaan asentamaan paineanturi myöhemmin, jotta huuhteluilmaa voidaan säätää todellisen tilavuusvirran mukaan.



KUVA 11. Varanippa.

5.3 Venttiilit

Venttiileiksi valittiin kuvan 12 mukaiset, laipan väliin asennettavat 1-toimiset läppäventtiilit. Venttiilit on varustettu pneumaattisella toimilaitteella. Normaali-tilassa venttiilit ovat pakosta kiinni. Toimilaitteen paineilmasylinterissä on jousi, joka ohjaa läppäventtiilin kiinni, jos sitä ei ohjata auki.



KUVA 12. Pneumaattinen toimilaite.

6 AUTOMAATIO-OHJELMA

6.1 Valmet DNA Explorer

DNA Explorerissa käytettiin neljää tiedostoa. Repository-tiedostoon ladattiin kokeiluun valmiit versiot. Käytännössä viimeisin versio oli aina tässä tiedostossa ja ladattuna järjestelmään. Hra-tiedostoon ladattiin käsittelyyn tulevat ohjelmat ja se toimi niin sanottuna työkansiona, missä voitiin ohjelmaa huoletta muokata ilman, että se aiheuttaa riskejä olemassa olevaan ohjelmistoon. APa-tiedostoon kopioitiin alkuperäiset tiedostot, jotka toimivat tarvittaessa palautuspisteenä. ApaTemp-tiedosto toimi puolivalmiiden ohjelmien välivarastona. Liitteessä 4 on Explorer-tiedostorakenne. Kuvaan 13 on selvennetty Valmet DNA Explorerin eri suunnittelutyökaluja.

Function Block CAD	• toimilohkokaaviot
Sequence CAD	• sekvenssikaaviot
Picture Designer	• käyttöliittymät, prosessikuvat
FF Explorer	• FF-väyläkonfiguraatiot
PROFIBUS Configurator	• PROFIBUS-väyläkonfiguraatiot
Control Diagram CAD	• säätökaaviot
Field CAD	• kenttäkaaviot
Hardware CAD	• laitteistokaaviot
Loop Circuit CAD	• piirikaaviot
Motor CAD	• piiri- ja johdotuskaaviot
Logic CAD	• logiikkakaaviot
Text Editor	• automaatiokielliset konfigurointitoiminnot

kuva 13. Valmet DNA Explorer -suunnittelutyökalut (Ehrenpreis 2015, viitattu 11.11.2017).

Märt Ehrenpreis on toteuttanut hyödyllisen ja tiiviin perusoppaan Valmet DNA – järjestelmään (2015, viitattu 11.11.2017).

6.2 Valmet DNA Engineering Function Block CAD

Ohjelman suunnittelun pohjana on Valmetin valmiit piirit, ns. Templatet. Valmiissa piireissä on kaksi osaa, varsinainen toimilohkopiiri sekä lukituspiiri, jota myös kutsutaan lapsipiiriksi. Lukituspiirin nimen lopussa on merkintä L. Lukituspiirin ja toimilohkopiirin väliset kättelyt on tehty valmiiksi, joten ohjaustiedot tuodaan L-piiriin eikä toimilohkopiiriin kosketa. L-piirin tuloista otetaan käyttöön halutut komponentit. Toimilohkopiiristä lähtee ohjaukset ulospäin. Valmiiden Template-pohjien tarkoitus on yhtenäistää uusien ohjelmien toteuttamista. Tästä on hyötyä varsinkin, jos joku muu kuin ohjelman alkuperäinen tekijä haluaa muokata ohjelmaa. Valmiit Templatet ovat myös kokeiltuja ja toimivaksi todettuja ratkaisuja ohjelmointiin Valmet DNA -ympäristössä.

Ohjelmaa tehtiin seuraaville laitteille:

- KO18 uusi huuhteluilmakompressori
- KO18.1 huuhteluilmakompressorin jäähdytyspuhallin
- MGV18-huuhteluilmakompressoriventtiili
- KO17_18 huuhteluilmakompressorin valinta
- FIC18-mittauspiiri kytkettiin molemmille huuhteluilmakompressoreille (liite 5).

6.3 Valmet DNA Engineering Sequence CAD

Sekvenssiohjelmassa muutoksia jouduttiin tekemään askeliin 1, 5 ja 7.

Askeleeseen 1 lisättiin huuhteluilmakompressori KO18, huuhteluilmakompressorin tuuletin KO18.1 ja läppäventtiili MGV18, jotka askeleessa 1 asetetaan automaatti-tilaan.

Askeleeseen 5 lisättiin tarkistus kumpi huuhteluilmakompressoreista on valittu ja valinnan mukainen huuhteluilmakompressori käynnistetään. Mikäli KO18-huuhteluilmakompressori on valittu, myös läppäventtiili MGV18 aukaistaan ja huuhteluilmakompressorit saavat käynnistysluvan, kun oikeat venttiilit ovat auki-asennossa.

Askeleessa 7 sammutetaan huuhteluilmakompressorin ja suljetaan venttiilit, tarkastetaan huuhteluilmakompressorin sammuminen ja venttiilien sulkeutuminen ennen hyppyä seuraavaan askeleeseen (liite 6).

6.4 Valmet DNA Picture Designer

Käyttöliittymän kuvaan lisättiin symbolit huuhteluilmakompressorille KO18 ja läppäventtiilille MGV18 sekä huuhteluilmakompressoreiden KO17_18-valintapainike. Kyseiset lisäykset tehtiin hiekkasuodattimien päänäytön sivulle 1.3 sekä jokaisen hiekkasuodattimen alasivulle 1.3.1–1.3.8. Venttiili, huuhteluilmakompressorin valinta ja huuhteluilmakompressoreiden ohjaukset ovat käytävissä kaikilta sivuilta (liite 7).

7 KÄYTTÖÖNOTTO

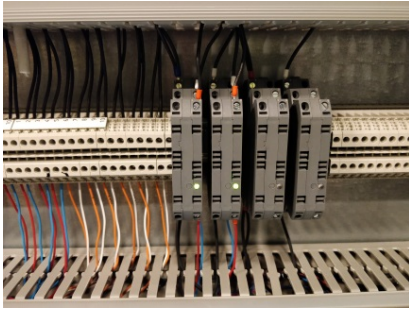
7.1 IO:n käyttöönotto

Käyttöönotto aloitettiin käymällä läpi kaikki IO-liitynnät. IO-liityntöjen toiminta tarkistettiin yksitellen, automaation tuloliitynnät käytettiin yksitellen jokainen päällä ja Valmet DNA Engineering Test -työkalulla luettiin samaan aikaan, että tulosignaali muuttaa tilaansa tarvittaessa. Testissä havaittiin ongelmia taajuusmuuttajalta tulevien analogisignaalien kanssa. Valmetin järjestelmään tuleva signaali ei vastannut taajuusmuuttajalta lähtevää signaalia.

Taajuusmuuttajan lähtösignaali tarkistettiin kytkemällä 250 ohmin vastus taajuusmuuttajan analogialähtöön ja mittaamalla milliampeeripihtimittarilla läpi kulkeva virta. Mittauksessa muutettiin taajuusmuuttajan lähettämän viestin suuruutta. Mittauksen perusteella todettiin taajuusmuuttajan olevan kunnossa.

Seuraavaksi testattiin automaatiojärjestelmän analogia-tulopiiri liittämällä analogiakortin tuloon prosessiyleismittari, joka pystyy lähettämään analogiaviestiä 4-20 mA:n alueella. Samalla tarkistettiin Valmet DNA Engineering Test -työkalulla, minkälaista viestiä järjestelmä ottaa vastaan. Testauksessa todettiin järjestelmän toimivan oikein.

Vastaavanlaisia kytkentöjä on Oulun Vedellä käytössä vanhalla analogiakorttimallilla ja samanlaisella taajuusmuuttajalla toteutettuna ilman ongelmia, mutta uudella Valmetin analogiakortilla kyseinen kytkentä ei toiminut oikein. Ongelma ratkaistiin asentamalla optiset erottimet, jotka näkyvät kuvassa 14, signaalilähteen taajuusmuuttajan ja signaalin vastaanottimen Valmet DNA -analogiakortin väliin (liite 8). Tämän jälkeen analogiaviestien luku on toiminut moitteettomasti.



KUVA 14 Optiset erottimet.

Automaatiolähdöt testattiin laittamalla järjestelmän piiri-ikkunasta lähdöt päälle yksitellen sekä testaamalla taajuusmuuttajalle menevän nopeusohjeen muutos- ta muuttamalla ohjausarvoa piiri-ikkunassa. Analogiaohje toimi taajuusmuutta- jalle päin ilman erillistä galvaanista erotusta.

7.2 Ohjelman käyttöönotto

Ohjelmaa testattiin ja ajettiin ensin yhdessä hiekkasuodattimessa. Kun ohjelma todettiin toimivaksi, kopioitiin ohjelma muihinkin suodattimiin. Aluksi ohjelma kopioitiin yhteen suodattimeen kerrallaan, jonka toimivuus testattiin useaan ker- taan. Tämä oli kuitenkin hidasta, joten ensimmäisen neljän suodattimen jälkeen kopioitiin sekvenssi loppuihin hiekkasuodattimiin kerralla. Viimeisen kopioinnin jälkeen yllättäen ilmeni, ettei uuden KO18-huuhteluilmakompressorin pesuse- kvenssi toiminut yhdelläkään hiekkasuodattimella. Pesusekvenssi pysähtyi il- mahuuhteluun askeleeseen 5. Vanhalla huuhteluilmakompressorilla KO17- pesusekvenssit menivät moitteetta läpi.

Ohjelmasta löytyikin selvä virhe. Olin käyttänyt väärää porttityyppiä sekvenssin 5. askeleessa. Virhe aiheutti harmia vasta useamman sekvenssin muuttamisen jälkeen. Korjauksen jälkeen ohjelma on toiminut moitteetta.

7.3 Käyttöliittymän käyttöönotto

Käyttöliittymä otettiin testikäyttöön, kunnes ohjelma oli saatu toimimaan moit- teettomasti. Käyttöliittymä pidetään mahdollisimman yksinkertaisena. Käyttöliit- tymään tulevaa infoa sekä sijoittelua käytiin työvuorossa olevien käyttäjien kanssa läpi. Käyttöliittymää muutettiin heidän toiveidensa mukaan. Käyttöliitty-

män sivulle 1.3 huuhteluilmakompressorin KO18 ja venttiilin MGV18 kuviin lisättiin toiminnallisuus. Alun perin ne olivat vain näyttökuvia.

8 KOEKÄYTTÖ

Koekäytössä oli pöytäkirja, johon merkittiin onnistunut pesu uudella ja vanhalla huuhteluilmakompressorilla (taulukko 2). Uuden huuhteluilmakompressorin tuotto ei riittänyt aluksi aivan samaan, mihin vanhalla huuhteluilmakompressorilla päästiin. Nostamalla moottorin pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan avulla sekä muuttamalla moottorin ja huuhteluilmakompressorin välistä välityssuhdetta kiihlahihnapyörää vaihtamalla on päästy samaan tuottolukemaan kuin vanhemmalla huuhteluilmakompressorilla.

TAULUKKO 2 Pesusekvenssien testaus

Hiekanpesusekvenssien tarkistuspöytäkirja. Pesusekvenssin ensimmäinen kierros tehdään KO18-kompressorilla ja toinen kierros KO17-kompressorilla. Laittaa listaan ok-merkintä, kun sekvenssi on suoritettu. Jos sekvenssipesussa tulee ongelmia ilmoitus siitä allekirjoittaneelle. Hannu Rajala

Kompressor	allas 1	allas 2	allas 3	allas 4	allas 5	allas 6	allas 7	allas 8
KO18	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
KO17	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

9 LOPPUSANAT

Työn tavoitteena oli ottaa käyttöön uudempi huuhteluilmakompressori Hintan vesilaitoksella jo 47 vuoden ikään päässeen konkarin tilalle. Samalla haluttiin pienentää meluhaittaa sekä saada valmius kahden huuhteluilmakompressorin yhteiskäytölle. Yhteiskäytöllä varmistettiin huuhteluilmajärjestelmän laajentamis- ja parantamismahdollisuudet tulevaisuuden käyttöä varten.

Tavoitteet saavutettiin hyvin. Varsinkin meluhaitan torjunnassa onnistuttiin mainiosti. Uuden ja vanhan Huuhteluilmakompressorin äänenpaine-ero (Kuva 15). Äänenpaineen lasku on merkittävä työhyvinvoinnin ja työviihtyvyyden kannalta. Myös on mukava todeta käyttäjien arvostavan työssä saavutettuja teknisiä parannuksia. Tämä tulee hyvin esille käyttäjien myönteisissä kommentteissa sekä uuden huuhteluilmakompressorin käyttömäärässä verrattuna vanhaan. Käytännössä vanhalla huuhteluilmakompressorilla ei ajeta enää lainkaan. Se on saanut väistyä varakompressorin virkaan uuden huuhteluilmakompressorin tieltä.



KUVA 15 Huuhteluilmakompressoreiden äänenpaine-ero. Ylärivissä vasemmal-
la vanhan huuhteluilmakompressorin vieressä ja oikealla allastilassa. Alarivissä
vastaavat paikat uudella huuhteluilmakompressorilla.

Uudella huuhteluilmakompressorilla äänenpaine ei kohottanut allastilassa ole-
vaa normaalia äänenpainetta, vaan se pysyi samoissa n. 70 dB:n lukemissa.

Myös kokemusperäistä tietoa saatiin Valmetin ja ABB:n yhteensopivuudesta. Tulevaisuudessa nuo järjestelmän ja laitteiden yhteen liittämiset voisi tehdä väyläliitynnällä esim. Profibus tai Profinet, jolloin säästyttäisiin analogialiityntöjen ongelmilta.

Aikataulussa pysyminen tuotti haasteita, mikä oli vähän odotettavissa, koska työtä tehtiin oman toimen ohella. Myös annetuissa vanhan huuhteluilmajärjestelmän lähtötiedoissa oli puutteita ja vanhaa paikkaansa pitämätöntä tietoa, joka osaltaan aiheutti ylimääräistä työtä.

Paineilmaputken liikuntasaumot, jotka ovat toteutettu kankaalla ovat heikossa kunnossa ja ne olisikin syytä uusia. Asia havaittiin nyt, koska uuden kompressorin tuottama äänenpaine on matala ja vuotokohtien aiheuttamat suhinat kuulee selvästi. Tilapäisesti vuotoja paikattiin teipillä (kuva 16).



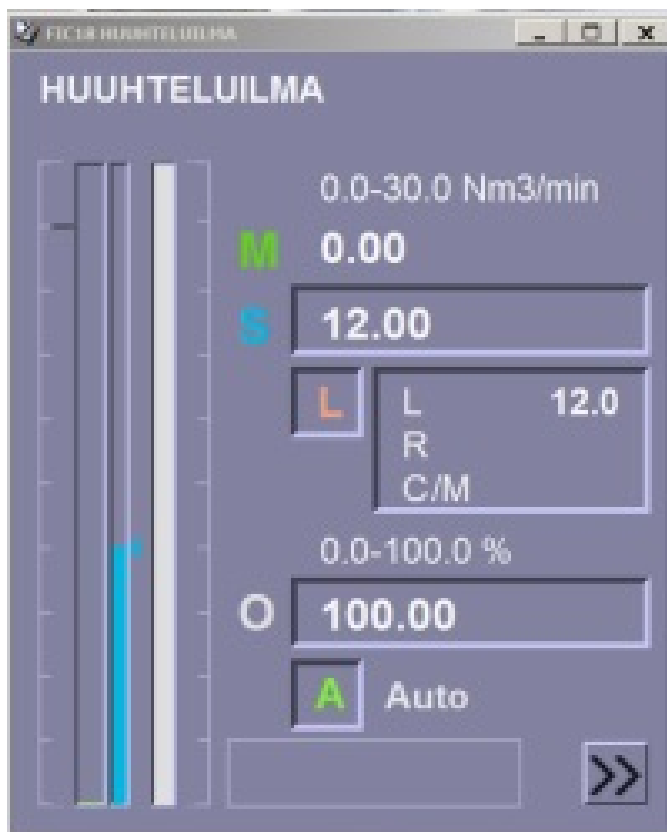
KUVA 16 Tilapäinen teippipaikkaus

Paineilmaputkeen olisi syytä lisätä painemittaus, jolloin voitaisiin ilman käyttö määrä oikeasti laskea. Sääto muutettaisiin perustumaan oikeaan ilmamäärään.

Nykyisellään käyttöliittymässä näkyy lukema, jonka mittaussuureeksi on annettu Nm^3/min . Kyseinen suure ei pidä paikkaansa, sillä kuvassa 17 näkyvä anturi FIC18 mittaa virtausnopeutta m/s . Anturin arvo luetaan suoraan FIC18-säätöpiiriin, joka on esitetty kuvassa 18.

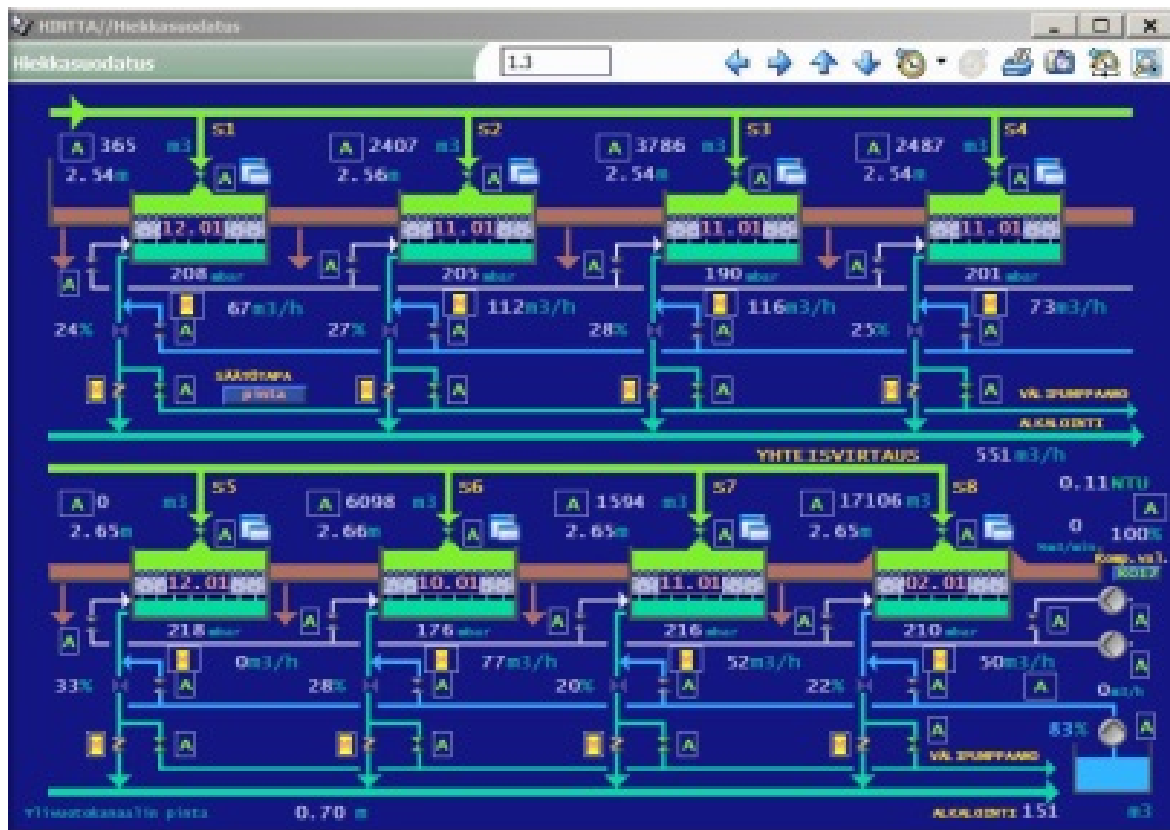


KUVA 17 Virtausanturi FIC18



KUVA 18 Säätöpiiri FIC18

Kuvassa 19 näkyvän käyttöliittymän sivu 1.3 on täynnä informaatiota ja sen käytettävyys ja selkeys kärsii, samaa on havaittavissa osin muissakin käyttöliittymän kuvissa. Käyttöliittymän kuvia olisi käytön kannalta syytä yksinkertaistaa ja selkeyttää, jotta oleellinen tieto olisi heti käyttäjän saatavilla ja hallittavissa.



KUVA 19 Käyttöliittymän sivu 1.3

Paljon tuli oppia, varsinkin Valmet DNA -automaatiojärjestelmän ohjelmoinnista. Työ oli yllättävänkin haastava ennako-odotuksiini nähden. Opinnäytetyön tekeminen lisäsi huomattavasti rohkeutta tehdä muutoksia Valmet DNA -ohjausjärjestelmään, laitoksessa joka on automaatiojärjestelmän muutosten aikana käytössä. Työn aihe valikoitui työnantajan tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan automaatiopainoiteiseksi. Tutkinto-ohjelman painotus Internet of things teollinen internet ei vielä ole jalkautunut vesialalle. Tulevaisuudessa se tosin on tulossa myös tähänkin teollisuuden haaraan. Tällä työllä sain hyvää pohjaa Oulun Vedellä olevaan automaatiojärjestelmään ja sen erilaisiin ratkaisuihin joita voin tulevaisuudessa hyödyntää myös erilaisissa IoT -ratkaisuissa.

LÄHTEET

ABB 2018. Ohjelmointiopas, ACS880-perusohjausohjelma. Viitattu 11.1.2018
[https://search-](https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000111131&LanguageCode=fi&DocumentPartId=2&Action=Launch)

[ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000111131&LanguageCode=fi&DocumentPartId=2&Action=Launch](https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000111131&LanguageCode=fi&DocumentPartId=2&Action=Launch)

Bruni, M. & Spuhler, D. 2012. Rapid Sand Filtration. Sustainable Sanitation and Water Management (SSWM). Viitattu 6.1.2018
www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification/hardware/semi-centralised-drinking-water-treatment-14

Camp, C. 2017. Introduction to water filtration. Department of Civil Engineering. University of Memphis. Viitattu 13.11.2017,
<http://www.ce.memphis.edu/1101/notes/filtration/filtration-1.html>

Ehrenpreis, M. 2015. Metso DNA –automaatiojärjestelmän simulointiympäristön luominen. Metropolia-ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Insinööritoimisto. Viitattu 11.11.2017, <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505148113>

Oulun Vesi 2017. Tietoa Oulun Vedestä, viitattu 21.10.2017
<http://www.oulunvesi.fi/tietoa-oulun-vedesta>

RIL116. 1978. Vedenpuhdistamoiden suunnitteluohjeet. Suomen rakennusinsinöörien liitto, vesihuoltokunta, suunnitteluosa 1.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista. 6.10.2017/683.

Spellman, F.R. & Drinan, J. 2012. The drink water handbook. Boca Raton: CRC Press.

Vaasan vesi. 2015. Hidassuodatus. Viitattu 12.12.2017,
<https://www.vaasanvesi.fi/hidassuodatus>

Valmet 2018a. Process controls with Valmet DNA automation system. Viitattu 11.1.2018 <http://www.valmet.com/automation-solutions/valmet-dna-dcs/>

Valmet 2018b. Valmet DNA Engineering Function Block CAD, viitattu 11.1.2018 <http://www.valmet.com/automation-solutions/valmet-dna-dcs/valmet-dna-automation-system/engineering-and-maintenance-tools/valmet-dna-engineering-function-block-cad/>

Valmet 2018c. Valmet DNA Explorer. Viitattu 11.1.2018 <http://www.valmet.com/automation-solutions/valmet-dna-dcs/valmet-dna-automation-system/engineering-and-maintenance-tools/valmet-dna-explorer/>

Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 12.10.2006/888.

Wikipedia 2017a. Sand Filter. Viitattu 15.11.2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Sand_filter

Wikipedia 2017b. Rapid Sand Filter. Viitattu 12.12.2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_sand_filter

LIITTEET

Liite 1 PI-Kaavio

Liite 2 Venttiilin toimilaite

Liite 3 Piirikaaviot

Liite 4 DNA Explorer

Liite 5 DNA Function Block CAD

Liite 6 DNA Sequence CAD

Liite 7 DNA Picture Designer

Liite 8 Optinen erotin