



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Taneli Vestvik

# JÄTEVEDENPUHDISTAMON VALVOMOSOVELLUS

Tekniikka ja liikenne  
2014

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Taneli Vestvik
Opinnäytetyön nimi	Jätevedenpuhdistamon valvomosovellus
Vuosi	2013
Kieli	suomi
Sivumäärä	51 + 1 liite
Ohjaaja	Juha Nieminen

---

Snellman Oyn jätevedenpuhdistamo pystytettiin ohjaamaan kosketusnäyttövalvomon kautta. Henkilökunta halusi jätevedenpuhdistamolle PC-valvomon, jota pystyttiin seuraamaan ja ohjaamaan etäkäytöllä.

Valvomoiden suunnittelussa tärkeimpiä asioita ovat selkeys, havainnollisuus ja helppo ohjattavuus. Ohjausten ja indikointien selvittäminen vei aikaa, koska jätevedenpuhdistamon kommentoitua ohjelmaa ei ollut käytössä. Valvomosovellus toteutettiin WinCC Flexible nimisellä ohjelmalla. Valvomon luonti aloitettiin tekemällä koko prosessin mallikuva päänäytölle. Tämän jälkeen suunniteltiin eri toimilaitteiden ja mittausten kuvat ja niiden ohjausikkunat. Valvomoon lisättiin myös hälytyslista ja kameraikkuna.

Uudessa valvomosovelluksessa pystyi nyt näkemään eri toimintojen vaikutukset prosessiin suoraan tietokoneen näytöltä. Toimilaitteiden ohjaukset, mittausten seuraaminen ja asetusten muuttaminen oli nyt helppoa ja selkeää. Kunnossapitohenkilökunta oli myös tyytyväinen valvomon kokonaisuuteen.

## ABSTRACT

Author	Taneli Vestvik
Title	HMI Program for a Wastewater Treatment Plant
Year	2013
Language	Finnish
Pages	51 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Juha Nieminen

---

The purpose of this thesis was to design an HMI program. Snellman Oy has a wastewater treatment plant that can be operated from the HMI touch panel. The personnel wanted a PC-HMI for the wastewater treatment plant so they could operate it even from a long distance.

The most important things in designing an HMI is clarity and easy operability. Finding the right indications and controls took time because the original commented version of the program was not available. The HMI was created by a program called WinCC Flexible. The creation of the HMI was begun by creating a model of the process for the main screen. After this was the models of actuators and measurements and their face plates were made. The alarm list and camera window were also created in the end.

The impacts of operations can now be seen directly in the process with the new HMI. Controlling the actuators, monitoring the measurements and changing the settings is now easy and clear. The maintenance personal was very pleased with the new HMI.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	4
2	SNELLMAN OY JA SEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO .....	5
	2.1 Jätevedenpuhdistamon toimintaperiaate ja laitteisto .....	5
	2.2 PC-valvomon tarve .....	6
3	TEOLLISUUDEN VALMOSOVELLUS JA VALVOMO .....	7
4	OHJELMOINNISSA KÄYTETYT LAITTEET JA SOVELLUKSET .....	8
	4.1 Siemens ET200 .....	8
	4.2 Siemens Simatic Manager.....	9
	4.3 Siemens WinCC Flexible 2008 Advanced .....	11
5	INDIKOINTIEN JA OHJAUSTEN SELVITTÄMINEN.....	12
	5.1 Esivalmistelut ja pohjustus .....	12
	5.2 Erilaisten piirien selvittäminen .....	14
6	JÄTEVEDENPUHDISTAMON VALVOMOSOVELLUS .....	18
	6.1 Päänäyttö ja sen luonti .....	19
	6.1.1 Toimilaitteiden mallikuvat ja niiden luonti.....	23
	6.1.2 Mittapylväiden ja mittanäyttöjen luonti.....	29
	6.2 Hälytysikkuna .....	32
	6.3 Kameraikkuna .....	34
	6.4 Toimilaitteiden ja mittausten ohjausikkunat.....	34
	6.4.1 Pumput ja moottorit .....	35
	6.4.2 Venttiilit .....	41
	6.4.3 Mittaukset ja asetukset .....	43
	6.5 Testaus .....	49
7	LOPPUTULOS JA POHDISKELU .....	50
	LÄHTEET .....	51

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuvio 1.</b> Jätevedenpuhdistamon Siemens ET200-logiikka. ....	9
<b>Kuvio 2.</b> Esimerkki Simatic Managerissa tehtävistä hardware-asetuksista.....	10
<b>Kuvio 3.</b> Simatic Managerin Step 7-ohjelmointiympäristö. ....	10
<b>Kuvio 4.</b> WinCC Flexible 2008-ohjelmointiympäristö. ....	11
<b>Kuvio 5.</b> Kosketusnäyttösovelluksen pumpunohjausikkuna. ....	13
<b>Kuvio 6.</b> Pinnanmittauspiiri, jossa on kaksi pumpua. ....	14
<b>Kuvio 7.</b> Tasoitusaltaan piirin ohjaukset ja indikoinnit numeroituna. ....	16
<b>Kuvio 8.</b> Tagilista, jossa on tehty tagit ja niiden osoitteet ja datatyypit.....	19
<b>Kuvio 9.</b> Flotation Unit.....	20
<b>Kuvio 10.</b> Esimerkkikuvat Polymer Unitista, Saturation Unitista, Sludge Containerista ja Sediment Separatorista.....	20
<b>Kuvio 11.</b> Rotary Screen-seula. ....	21
<b>Kuvio 12.</b> ACK-napin Events-valikon asetukset.....	22
<b>Kuvio 13.</b> Päänäyttöjen Cam-, Alarm- ja ACK-napit. ....	23
<b>Kuvio 14.</b> Tagien paikat ja niiden datatyypit.....	24
<b>Kuvio 15.</b> Valkoisen ympyrän asetukset Appearance-valikossa. ....	25
<b>Kuvio 16.</b> M-kirjaimen Visibility-asetukset. ....	26
<b>Kuvio 17.</b> Pumppujen eri tila- ja ohjaustapaesityksiä. ....	27
<b>Kuvio 18.</b> Moottoreiden eri tila- ja ohjaustapaesimerkkejä.....	27
<b>Kuvio 19.</b> On/Off-venttiilien tila- ja ohjausindikoinnit.....	28
<b>Kuvio 20.</b> Actuator-venttiili paikallaan ja liikkeessä. ....	29
<b>Kuvio 21.</b> IO-Field General-asetukset.....	30
<b>Kuvio 22.</b> Tasausaltaan mittapalkki ja sen tarkka mittausarvo. ....	30
<b>Kuvio 23.</b> Tagien asettelu moottoriin niiden omille paikoilleen. ....	31
<b>Kuvio 24.</b> Valmis pääkuva ajossa.....	31
<b>Kuvio 25.</b> Hälytysten tagit.....	32
<b>Kuvio 26.</b> Hälytyksien esitys hälytysikkunassa. ....	33
<b>Kuvio 27.</b> Hälytysikkunan ulkoasuasetukset.....	34
<b>Kuvio 28.</b> Pumpulle ohjausikkuna valmiiksi suunniteltuna. ....	35
<b>Kuvio 29.</b> Pumpun ohjausikkunan tagien paikat. ....	36
<b>Kuvio 30.</b> Pumpun ohjausikkunat eri tiloissa ja ohjaustavoissa.....	38

<b>Kuvio 31.</b> Moottorin ohjausikkuna.....	38
<b>Kuvio 32.</b> Settings-napilla varustettu moottorinohjausikkuna. ....	39
<b>Kuvio 33.</b> Tagien asetus oikeille paikoilleen ohjausikkunaan.....	40
<b>Kuvio 34.</b> Pääkuva, jossa on useampi ohjausikkuna avattuna. ....	41
<b>Kuvio 35.</b> Venttiilien ohjausikkunat eri asentotiedoilla ja ohjaustavoilla.....	42
<b>Kuvio 36.</b> Actuator-venttiilin ohjausikkuna venttiilin ollessa liikkeessä. ....	42
<b>Kuvio 37.</b> On/Off- ja Actuator-venttiilien ohjausikkunat pääkuvassa. ....	43
<b>Kuvio 38.</b> Mittapalkin Scales-valikko. ....	44
<b>Kuvio 39.</b> Influent Pumppit 1-pinnanmittausikkunan tagien paikat.....	45
<b>Kuvio 40.</b> Valmis pinnanmittausohjausikkuna.....	46
<b>Kuvio 41.</b> Pinnanmittauksien ohjausikkunoita pääkuvassa.....	47
<b>Kuvio 42.</b> Virtaus- ja pH-mittauksen ohjausikkunat. ....	48
<b>Kuvio 43.</b> Settings-napilla varustettu moottorinohjausikkuna ja sen asetusvalikko. .....	49
<b>Taulukko 1.</b> Tasoitusaltaan piirin ohjausten ja indikointien numerointi ja selitys.....	17

## 1 JOHDANTO

Prosessien ohjaamiseen ja seuraamiseen käytetään valvomoita. Valvomot voivat olla keskitettyinä valvomohuoneeseen, mutta ne voidaan myös laittaa verkon kautta ohjattaviksi. Snellman Oyllä on jätevedenpuhdistamo, jota pystyttiin ajamaan kosketusnäytöllisellä valvomosovelluksella paikanpäältä. Jätevedenpuhdistamolle tarvittiin PC-valvomosovellus, jota pystyttiin ajamaan etäkäytöllä.

Työtä varten täytyi selvittää, mitä valvomolta vaaditaan, kuinka ohjaukset ja indikoinnit toteutetaan ja miten valvomosovellustyökalua käytetään. Se mitä valvomolta vaadittiin, selvitettiin teorian pohjalta sekä ottamalla vanhan valvomosovelluksen tyylistä mallia. Tällöin olisi henkilökunnalla uuden valvomosovelluksen käytön aloittaminen helpompaa. Ohjausten ja indikointien selvittäminen oli vaikeaa, koska kommentoitua versiota ohjelmakoodista ei ollut saatavilla. Ne saatiin selvitettyä kuitenkin ajamalla laitosta ja tutkimalla ohjelmaa.

Valvomosovelluksen suunnittelu pystyttiin aloittamaan, kun tiedettiin sen ulkoasun suunnitelma sekä tarvittavat indikoinnit ja ohjaukset. Valvomosuunnitteluohjelma WinCC Flexiblen toimintoja täytyi kuitenkin ensin kokeilla, koska ohjelma oli vieras. Valvomosovelluksen suunnittelu aloitettiin pääkuvasta, johon tehtiin toimilaitteiden ja mittausten mallikuvat sekä niiden ohjausikkunat. Samalla tehtiin myös hälytysikkuna sekä kameranäyttö.

## 2 SNELLMAN OY JA SEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO

Ab Snellman Oy on pietarsaarelainen osakeyhtiö, joka valmistaa liha-, leikkele- ja maksatuotteita. Yhtiöllä on myös tytäryhtiö, Kokkikartano, joka valmistaa valmisruokia. Snellman Oy työllistää Pietarsaareissa 700 henkilöä. Yhtiö sai alkunsa syksyllä 1951, kun veljekset Kurt ja Lars Snellman aloittivat makkaranvalmistuksen kellarissa Skatan vanhassa puukaupunkiosassa Pietarsaareissa. Osakeyhtiö yrityksestä tuli vuonna 1956. Yhtiö muutti vuonna 1993 Kuusisaareen, hieman Pietarsaaren keskustan ulkopuolelle, jossa yritys nykyäänkin pääosin sijaitsee /6/ /7/.

Jätevedenpuhdistamon oli toimittanut Snellman Oy:lle Stork Aqua Industrial Wassertreatment, joka on osa yhtiötä nimeltä MPS. Laitos sijaitsee omassa rakennuksessaan teurastamon vieressä.

### 2.1 Jätevedenpuhdistamon toimintaperiaate ja laitteisto

Jätevedenpuhdistamon tarkoituksena on erottaa kiintynyt ja emulgoitunut saaste jätevedestä CFF-periaatteella. CFF (coagulation, flocculation, flotation) periaate tarkoittaa hyytymistä, saostusta ja ilmastusta. Liitteessä 1 on esitetty jätevedenpuhdistamon PI-kaavio (putkitus ja instrumentointi).

Puhdistus aloitetaan puhdistamalla vesi karkeasta aineesta, jotta välttyttäisiin laitteistojen mekaanisilta vaurioilta. Tämä tapahtuu pumpaamalla jätevesi hienoraakeisen pyörivän seulan läpi (Rotary Screen). Ulos tullut karkeajäte siirretään sille varatulle paikalle. Seulan jälkeen jätevesi virtaa tasoitusaltaaseen (Levelling Tank). Tasoitusaltaan päättehtävä on pienentää käyttökustannuksia tasoittamalla järjestelmän virtausta, jätettä, pH-arvoa ja lämpötilaa. Tällöin hyytymisen ja saostuksen aineitten annostelu tarkentuu. Tasoitusaltaassa on puhaltava ja sekoittava laitteisto, joka tekee säiliön jätevedestä homogeenisen sekoituksen. Tämä estää esimerkiksi ei-toivottujen kaasujen syntymisen. Tasoitusaltaasta jätevesi virtaa saostimeen. Saostimessa syötetään kemikaaleja jäteveteen, jotta saaste muuttuisi hiutalemaiseksi. Tämä tehdään, että saaste voitaisiin erotella ilmastuksella. Jäteveden pH laskee hyydytettä (Coagulant) lisättäessä. Tämän vuoksi täytyy jäteve-



teen lisätä lipeää (NaOH), jolloin saadaan pH-arvo oikeaksi. Saostuksen loppuvaiheessa lisätään jätevedeen myös polymeeriä. Saostuksen jälkeen jätevesi virtaa ilmastusaltaaseen (Flotation Unit).

Ilmastusaltaassa puhalletaan lukuisia mikroskooppisia ilmakuplia, jotka tuovat hiutalemaiset jätteet altaan pintaan. Pinnasta jätteet kaavitaan tähän tarkoitettulla kaavimella. Tämä takaa kuivan ja kiinteän lietteen. Liette siirretään sille varattuun säiliöön (Sludge Tank), josta liete siirretään rakennuksen ulkopuolella olevaan säiliöön, josta se kuljetetaan autolla säilytyspaikkaan. Raskaammat kiinteät aineet kerätään ilmastusaltaan pohjassa ja siirretään ruuvilla sedimentinerotuslinjastolle. Sedimentinerotuslinjastolla hiekanerotin (Sediment Separator) erottaa hiekan, joka siirretään samaan paikkaan kuin linjaston alussa olevan seulan karkeajäte. Jätevesi jatkaa matkaansa altaaseen (Influent Pump Pit 2), josta se pumpataan uudelleen puhdistettavaksi /8/.

## **2.2 PC-valvomon tarve**

Jätevedenpuhdistamolla oli paikanpäällä pelkästään kosketusnäyttö, josta prosessia voitiin ohjata. Kunnossapitohenkilökunta tarvitsi mahdollisuuden nähdä koko prosessi samassa ikkunassa. Heidän piti myös päästä ohjaamaan sitä muualtakin kun paikanpäältä, esimerkiksi kotoa. Tällainen etäohjattavuus helpottaisi heidän työtään huomattavasti.

### 3 TEOLLISUUDEN VALMOSOVELLUS JA VALVOMO

Prosessit ovat historian kuluessa muuttuneet entistä vaativimmiksi. Tämän vuoksi on kehitetty valvomosovelluksia, joilla pystytään monitoroimaan ja ohjaamaan prosessia reaaliajassa. Suurissa tehtaissa on useasti oma valvomo, jossa on useita näyttöjä. Näihin näyttöihin on tuotu prosessien valvomosovellukset. Valvomot saadaan halutessa internet-serverille (valvomo-ohjelmasta riippuen), jolloin niitä voidaan monitoroida tai jopa ajaa muualtakin kuin tehtaan valvomosta. Valvomoa ajavaa henkilöä kutsutaan operaattoriksi. Valvomoilla saadaan parannettua tuotettavan tuotteen laatua, säästämään raaka-aineita ja hallitsemaan energian käyttöä, kun prosessia seurataan taukoamatta. Hyvällä valvomosovelluksella voidaan myös ehkäistä työtapaturmia

Valvomosovelluksesta on nähtävissä koko prosessin tai tietyn prosessin osan mitaukset ja ohjauslaitteiston tilatietojen indikoinnit. Valvomosovelluksessa on tärkeää, että keskeinen asia on kuvattu näytön keskellä. Tietoa on pystyttävä piilottamaan siten, että ne saadaan tarvittaessa poimittua näkyviin, esimerkiksi säätäjän ohjausikkuna. Tällöin operaattori voi helpommin keskittyä tärkeimpiin kohtiin. Tärkeimpien asioiden ollessa näytön keskellä, ei silmän tarvitse tehdä yhtä paljon työtä. Valvomosovelluksissa on yleensä standardisoitu värimaailma. Esimerkiksi pumpun käy-tietoa kuvataan yleensä vihertävällä värillä ja vikoja punertavalla värillä. Värimaailmassa on tarkkaa se, etteivät vierekkäiset värit ole väriaaltospektarin vastakkaisissa päissä. Tällöin ihmisen silmä joutuu tekemään paljon työtä tai vuttaessaan silmän linssiä. Valvomossa tulee myös näkyä eri vikatilanteet ja ohjaustavat.

Prosesseja pystytään ajamaan usein automaattilla, mutta tarvittaessa operaattorin on päästävä ajamaan prosessia käsiajolla. Operaattorilla voi olla useampia tehtäviä samaan aikaan, jolloin jotkut asiat voivat jäädä huomaamatta. Valvomosovelluksilla on tapana antaa hälytykset, jotka on ennalta asetettu, esimerkiksi pinnanmittauksen laskettua alle hälytysrajan. Tällöin on operaattorilla helpompi ohjata laitteistoa korjaamaan asia. Valvomosovelluksiin on usein laitettu lukituksia, jotka estävät laitteiden käytön tilanteissa, jotka eivät ole mielekkäitä /1/.

## **4 OHJELMOINNISSA KÄYTETYT LAITTEET JA SOVEL- LUKSET**

Jätevedenpuhdistamon mukana tuli valmiiksi ohjelmoitu Siemens ET200 PLC (Programmable Logic Control). Sähkökaapissa, jossa myös PLC sijaitti, oli kiinni Siemensin kosketusnäyttöpaneeli. Jätevedenpuhdistamoa ohjattiin aikaisemmin tältä Siemensin kosketusnäytöltä. Valvomosovellus tehtiin käyttäen Siemens WinCC Flexible 2008-ohjelmaa. Ohjelma ladattiin Snellman Oy:n lähiverkkoon ohjattavaksi miltä vain tietokoneelta, jolla on pääsy Snellman Oy:n lähiverkkoon. Sovelluksen tekemiseen tarvittiin myös Siemens Step 7 Simatic Managerin, jolla pystyi lukemaan PLC:lle ladattua ohjelmaa.

### **4.1 Siemens ET200**

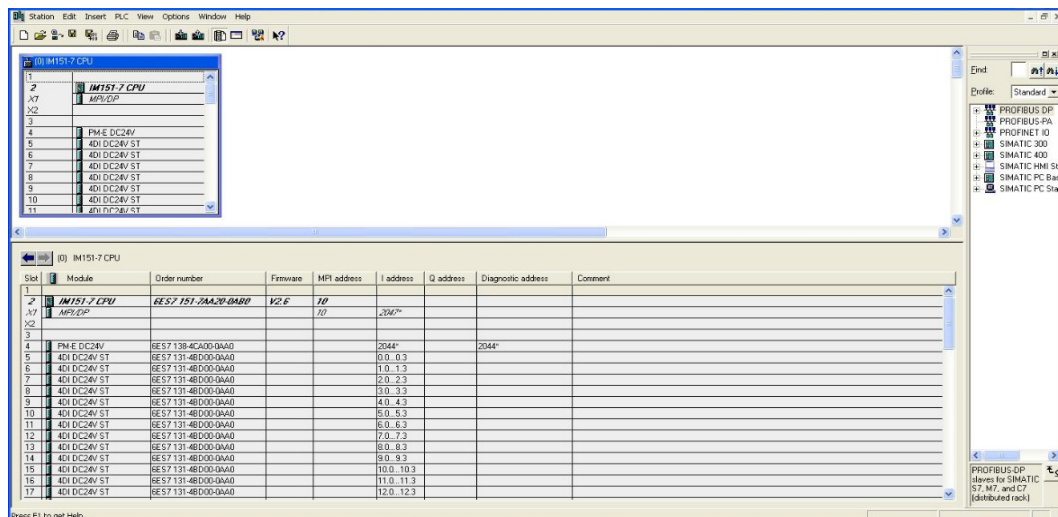
Nykyään automaatiototeutus voidaan helposti tuoda lähelle toimilaitteita, tällaista tapaa kutsutaan hajautetuksi I/O:ksi. Siemens ET200 on tätä varten suunniteltu PLC, koska se on kooltaan pieni ja tehokas. ET200 tukee Profibus- ja Profinet-kenttäväyliä. Logiikan konfigurointi tapahtuu helposti Simatic Managerin kautta, kuten muutkin Siemensin perheen tuotteet. Jos automaatiojärjestelmä tarvitsisi turvalogiikan, voisi sen toteuttaa myös ET200:lla. DI/DO (Digital In/Digital Out) ja AI/AO (Analog In/Analog Out) korttien lähtöjä on kuitenkin vähemmän verrattuna esimerkiksi Siemensin 300-sarjaan. Kuviossa 1 on Snellman Oyn jätevedenpuhdistamon Siemens ET200-logiikka /2/.



**Kuvio 1.** Jätevedenpuhdistamon Siemens ET200-logiikka.

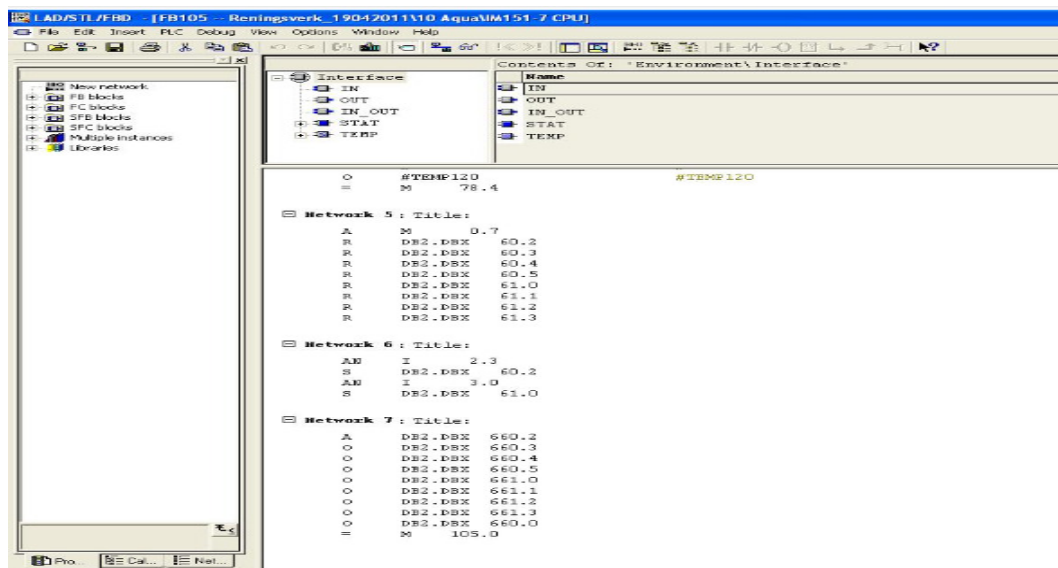
## 4.2 Siemens Simatic Manager

Siemens Step 7 Simatic Manager on ohjelma, johon saadaan koottua automaatio-projektin kokonaisuus, esimerkiksi laitteiston, I/O:t ja käyttöliittymän. Ohjelmoidessa laitteistoa, voidaan Hardware Configurationilla tuoda juuri ne laitteet, joita projektissa käytetään. Kuviossa 2 on esitetty kuva Hardware Configurationista.



**Kuvio 2.** Esimerkki Simatic Managerissa tehtävistä hardware-asetuksista.

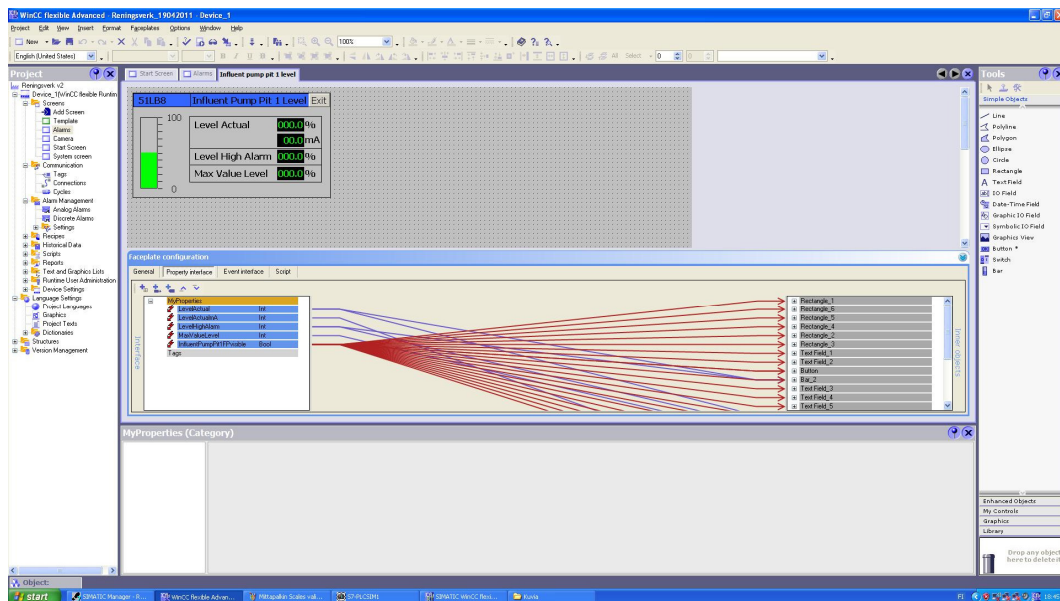
Samalla voidaan määrittää kommunikoinnit, esimerkiksi väylien osoitteet. Näille laitteille voidaan tämän jälkeen ohjelmoida I/O:t Symbol Editorilla. Ohjelmointikieliä on useita, kuten Ladder (LAD), Function Block Diagram (FBD) ja Instruction List (IL). Kuvio 3 on esimerkki ohjelmointiympäristöstä /3/.



**Kuvio 3.** Simatic Managerin Step 7-ohjelmointiympäristö.

### 4.3 Siemens WinCC Flexible 2008 Advanced

WinCC Flexible on ohjelma, jolla suunnitellaan valvomokäyttöliittymiä. Ohjelmalla voidaan toteuttaa valvomosovelluksia kosketusnäyttöihin ja PC-valvomoihin. Ohjelma on suunniteltu käytettäväksi kaikilla teollisuudenaloilla. WinCC Flexiblen ohjelmointi on kätevää, koska paneelien ja PC-valvomoiden konfiguraatiot toimivat samalla tavalla, ohjelmisto sisältää valmiita kirjastoja ja se tukee 32 eri kieltä. Kuviossa 4 on esimerkkikuva valvomo-ohjelmoinnista. Ohjelman käyttöä on myös helpotettu siten, että se integroituu muiden Siemens tuoteperheen tuotteiden kanssa, jolloin esimerkiksi tagien (tunnisteiden) tekeminen on yksinkertaista. Sm@rt Accesin ja Sm@rt Servicen avulla WinCC Runtime, eli ohjausnäyttö, saadaan verkon kautta ohjattavaksi. WinCC Flexiblessä on kuitenkin rajoitetummat ohjelmointimahdollisuudet kuin esimerkiksi WinCC V11, joka on tarkoitettu suuremmille PC-valvomokokonaisuuksille /4/ /5/.



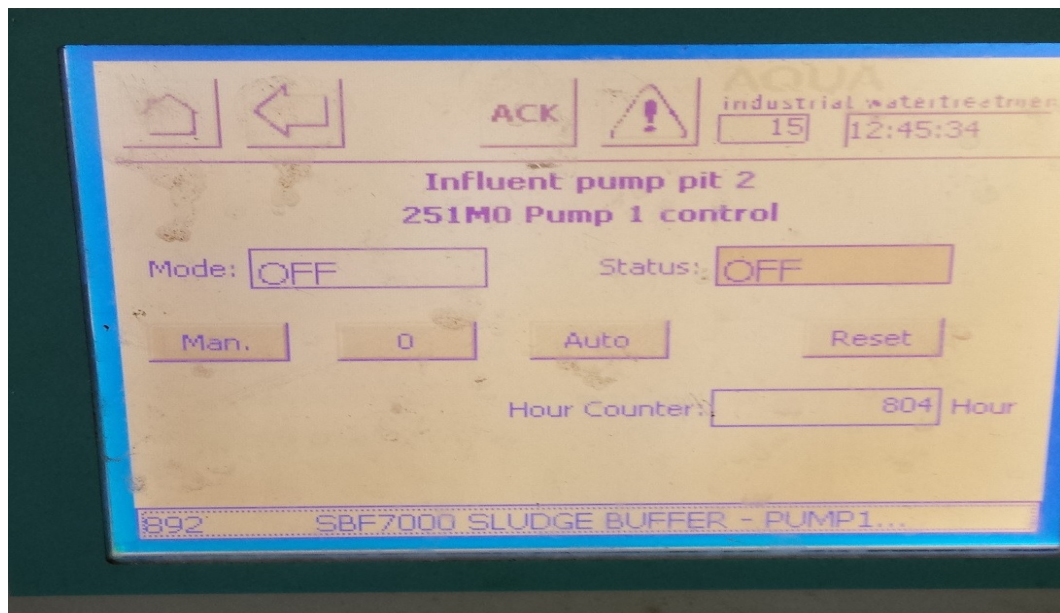
**Kuvio 4.** WinCC Flexible 2008-ohjelmointiympäristö.

## **5 INDIKOINTIEN JA OHJAUSTEN SELVITTÄMINEN**

Valvomosovelluksen luomiseen tarvittiin tarkat osoitteet ohjelmasta. Alkuperäistä Siemens Step 7 ohjelmaa ei saatu käyttöön, jolloin olisi päästy käsiksi ohjelman kommentteihin. Tägeja tehdessä piti tietää mihin ohjelman Data Blockin osoitteeseen piti viitata, jotta saatiin haluttu tieto. Data Blockeja tehdään ohjelmassa, jos toimilohkoon tallennetaan tietoa. Kommentoidulla ohjelmalla olisi helposti saanut selville kaikki tarvittava tieto. Tiedot jouduttiin selvittämään tutkimalla, kokeilemalla ja testaamalla ohjelmaa online-tilassa Simatic Managerilla ja käyttämällä kosketusnäytöllä olevaa valvomosovellusta.

### **5.1 Esivalmistelut ja pohjustus**

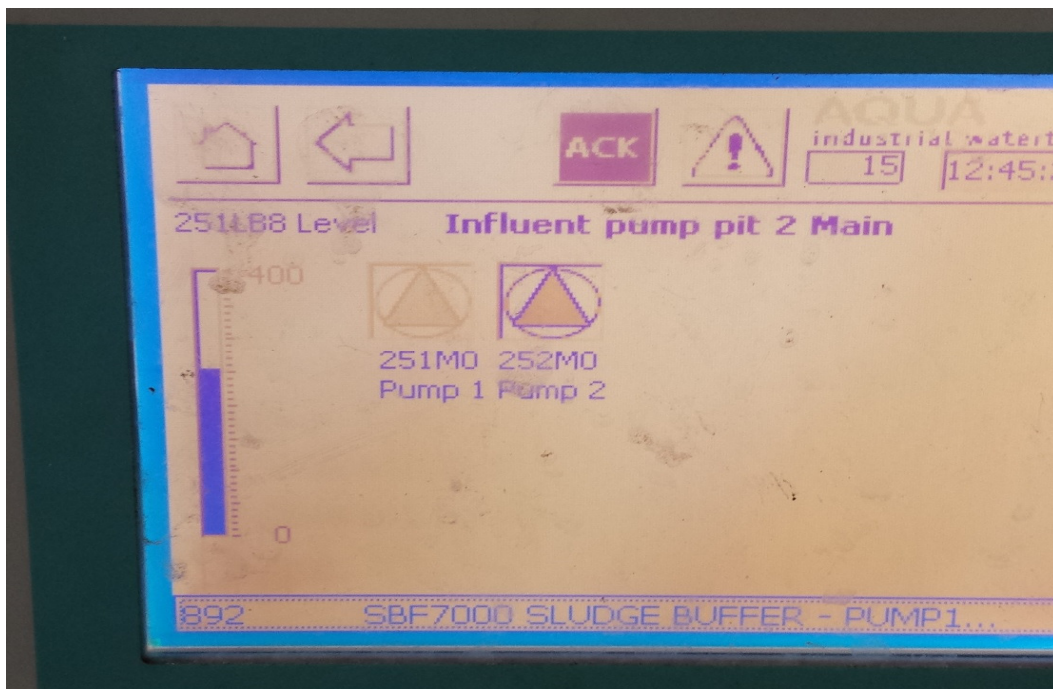
Aluksi tutkittiin eri ohjelman FB (Funktion Block) toimilohkoja. Huomattiin, että lohkot FB101-FB127 sisälsivät I/O:ita. Jätevedenpuhdistamon piirikaavioita tarkasteltiin ja tehtiin listaus, jossa kävi ilmi, mitä I/O:ita oli kyseisissä Funktion Blockeissa. Tutustumalla kosketusnäytöllä olevaan vanhaan valvomosovellukseen huomattiin, että moottori-, venttiili- ja pumppupiireissä oli aina valittavina Auto, Man ja 0 tila. Auto-tilassa toimilaite toimi ohjelman mukaan. Man-tilassa toimilaite käynnistettiin/avattiin käsiajolla. 0-tilassa toimilaite pysäytettiin/suljettiin käsiajolla. Jokaisessa moottorissa ja pumpussa oli myös ilmoitettu päälläoloaika tunteina. Kuviossa 5 on kosketusnäytön pumppuohjausikkuna. Tietyissä piireissä oli moottoreiden yhteydessä valittavina tiettyjä asetuksia puhdistamon laitteiston toiminnalle.



**Kuvio 5.** Kosketusnäyttösovelluksen pumpunohjausikkuna.

Pinnanmittaukset oli laitettu tiettyjen pumppujen ja moottoreiden yhteyteen. Tämä auttoi ohjelman selvityksissä myöhemmissä vaiheissa. Kuviossa 6 on esitetty piiri, jossa on kaksi pumppua ja pinnanmittaus. Pinnanmittauksissa oli valittavina tiettyjä hälytystasoja ja mittausarvo oli ilmoitettu asteikolla 0-100 % ja 4-20 mA. Järjestelmässä oli myös yksi pH-mittaus. pH-mittaus oli skaalattu 2-12pH ja 4-20 mA. Piirissä oli myös erilaisia asetuksia toimilaitteelle, joka sääti pH:ta. Järjestelmässä mitattiin myös virtausta, missä oli myös ilmoitettu kokonaisvirtaus ja päivittäisvirtaus. Virtausmittaus oli skaalattu 0-150 m<sup>3</sup>/h ja 4-20 mA.





**Kuvio 6.** Pinnanmittauspiiri, jossa on kaksi pumppua.

## 5.2 Erilaisten piirien selvittäminen

Aluksi tarkasteltiin Funktion Blockeja tehdyn I/O listauksen kanssa. Ensin avattiin kosketusnäyttösovelluksesta piiri, jossa oli pinnanmittaus, sekä siihen kuuluvat pumput. Tämän jälkeen katsottiin I/O-toimilohkolistauksesta piiri, jossa kyseiset pumput olivat. Simatic Managerilla pystyi huomaamaan online-tilassa, että pinnanmittaus ja sen asetukset, löytyivät kyseisestä lohkosta pumppujen ja venttiileiden lisäksi. Data Blockissa, jossa pinnanmittaus oli viitattuna, löytyi online-tilassa skaalatun arvon lisäksi myös mA-mittausarvo. Vaihtamalla pinnanmittauksen asetuksia kosketusnäytöltä huomattiin, että ne vaihtuivat myös kyseisessä toimilohkossa. Tutkiessa myöhemmin muita mittauslohkoja, huomattiin niiden toimivan samalla periaatteella.

Tarkastellessa seuraavaksi kyseisen toimilohkon pumppuja, huomattiin ohjaustapaa vaihtaessa, että tietyssä toimilohkon paikassa vaihtui tietty arvo 0-2. Auto-tilassa arvo oli 2, Man-tilassa arvo oli 1 ja 0-tilassa arvo oli 0. Vaihtaessa Man- ja

0-tilaa huomattiin myös tiettyjen bittien menevän arvosta 0 arvoon 1. Näillä biteillä pystyi indikoimaan käsiajotilaa, ja asettamaan hälytyslistaan ilmoitus tilanvaihdosta. Laukaisemalla pumpun lämpörele huomattiin, että eräs bitti muuttui myös arvosta 0 arvoon 1. Toimilohkon lopussa oli myös eräs bitti, joka kirjoitettiin erääseen Data Blockiin. Tämä bitti ilmaisi, että moottori on päällä. Moottorin käynnistyessä käynnisti lohko laskurin, joka laski pumpun käyntiaikaa tunteina. Pumppuja tai moottoreita ollessa useampia, olivat niiden asetukset, indikoinnit ja ohjaukset aina järjestyksessä ohjelmassa. Esimerkiksi aluksi pumpun 1 ohjaustapa, jonka jälkeen tuli pumpun 2 ohjaustapa. Myöhemmin tutkittaessa huomattiin kaikkien moottoreiden ja pumppujen lohkojen toimivan myös samalla periaatteella.

Ohjelmassa oli myös mittauksia ja asetuksia, joita oli hankala löytää, koska niitä ei ollut suoranaisesti yhdistetty tiettyihin piireihin tai ohjelmaa oltiin ohjelmoitu toimimaan eri periaatteilla. Data Blockin DB11 tiedettiin tutkimisen perusteella sisältävän vain tietoja, joita luettiin ohjelmaan. Data Blockista DB10 luettiin asetukset ja tilanvaihdot. Näillä tiedoilla pystyttiin selvittämään halutut arvot olemalla online-tilassa ja katsomalla haluttuja tietoja kosketusnäyttösovelluksesta.

Kuviossa 7 on kuvattu erään säiliön piiri, jossa on pinnanmittaus, sen asetukset, pumput ja niiden orjacenttiilit. Kuvioon 7 on numeroitu miten piiriä luetaan ja taulukkoon 1 on merkitty mitä numerot tarkoittavat.

☐ Network 2 : Title:		☐ Network 6 : Title:	
	CALL #STAT0	17. AN	I 2.3
	IN0 :=FALSE	18. S	DB2.DBX 60.2
	IN1 :=FALSE	19. AN	I 3.0
	IN2 :=FALSE	20. S	DB2.DBX 61.0
1. {	IN3 :=DB2.DBX660.2		
	IN4 :=DB2.DBX660.3		
	IN5 :=DB2.DBX660.4		
	IN6 :=DB2.DBX660.5		
	IN7 :=DB2.DBX661.0		
	IN8 :=DB2.DBX661.1		
	IN9 :=DB2.DBX661.2		
	IN10 :=DB2.DBX661.3		
	2. IN11 :=DB10.DBW92		
	3. IN12 :=DB10.DBW94		
4. IN13 :=DB11.DBW210			
IN14 :=6			
IN15 :=4			
IN16 :=60			
5. IN17 :=P#DB10.DBX 80.0 BYTE 12			
6. OUT24:=DB2.DBX60.6			
7. OUT25:=DB2.DBX60.7			
8. OUT26:=DB2.DBX61.4			
9. OUT27:=DB2.DBX61.5			
10. OUT28:=DB2.DBX60.0			
11. OUT29:=Q3.1			
12. OUT30:=Q3.3			
OUT31:=#TEMP119	#TEMP119		
OUT32:=#TEMP120	#TEMP120		
13. OUT33:=Q3.2			
14. OUT34:=Q4.0			
IO35 :=M42.5			
IO36 :=M42.6			
15. IO37 :=DB11.STAT121.STAT125	P#DB11.DBX214.0		
16. IO42 :=DB11.STAT121.STAT130	P#DB11.DBX224.0		

---

**Kuvio 7.** Tasoitusaltaan piirin ohjaukset ja indikoinnit numeroituna.

**Taulukko 1.** Tasoitusaltaan piirin ohjausten ja indikointien numerointi ja selitys.

Nro.	Selitys
	<b>Tulo</b>
1.	Vika/hälytysbittien tulot
2.	Pumpun 1 ohjaustapa
3.	Pumpun 2 ohjaustapa
4.	Pinnanmittaus
5.	Pinnanmittauksen yläraja
	<b>Lähtö</b>
6.	Pumpun 1 käsiajolla käyntiin-tieto
7.	Pumpun 1 käsiajolla seis-tieto
8.	Pumpun 2 käsiajolla käyntiin-tieto
9.	Pumpun 2 käsiajolla seis-tieto
10.	Pinnanmittaus yli ylärajan
11.	Pumpun 1 ohjaus
12.	Pumpun 2 ohjaus
13.	Orjaventtiilin 1 ohjaus
14.	Orjaventtiilin 2 ohjaus
15.	Pumpun 1 tuntiaskuri
16.	Pumpun 2 tuntiaskuri
	<b>Network 6.</b>
17.	Pumpun 1 lämpörele
18.	Pumpun 1 vikabitti
19.	Pumpun 2 lämpörele
20.	Pumpun 2 vikabitti

## 6 JÄTEVEDENPUHDISTAMON VALVOMOSOVELLUS

Kun kaikki tarvittava tieto indikoinneista ja ohjauksista oli selvitetty, oli valvomosovelluksen teko WinCC Flexiblellä mahdollista aloittaa. Ennen työn aloittamista haluttiin kokeilla ohjelman toimintoja, koska se oli vieras ohjelma. Tavoitteena oli tehdä ensin päänäyttö, jossa sijaitisi kaikki toimilaitteet, mittaukset ja erikoisnapit. WinCC Flexiblen käynnistäessä pystyy valita toiminnon, jolla voidaan aloittaa projektin teko, missä määritellään valmiiksi tarvittavat asetukset. Aluksi valittiin Runtime tyyppi. Tähän valittiin PC-valvomo. Tämän jälkeen yhdistettiin valvomoprojekti Simatic Manageriin, jolloin päästiin helposti käsiksi ohjelman tietoihin. Seuraavaksi valittiin kommunikointitapa, HMI:n (Human Machine Interface) ja PC-valvomon välillä. Kommunikointitavaksi valittiin aluksi MPI-väylä (Message Passing Interface). Näiden asetusten jälkeen pystyi valvomosovelluksen teon aloittaa tekemällä aluksi päänäyttö. Päänäytön luonnin jälkeen tehtiin kaikille toimilaitteille ja mittauksille ohjausikkunat eli Face Platet. Jotta kommunikointi toimisi WinCC Flexible Runtimeen ja Simatic Managerissa olevan ohjelman kanssa, piti WinCC Flexiblessa tehdä tagit jokaiseen viitattavaan osoitteeseen.

Toimilaitteita ja mittauksia oli paljon, jolloin tagilistasta tuli hyvin pitkä. Selkeyden takia nimettiin tagit siten, että ensin kirjoitettiin positionumero ja sen jälkeen mihin toimintoon kyseinen tagi viittaa. Esimerkiksi, jos nimettiin ”Influent Pump 1”-nimisen pumpun vikabitti, näytti se tältä: 251M0 Fault. Kuviossa 8 on osa tagilistaa, johon on kuvattu edellisen esimerkin tavoin tehtyjä tageja.

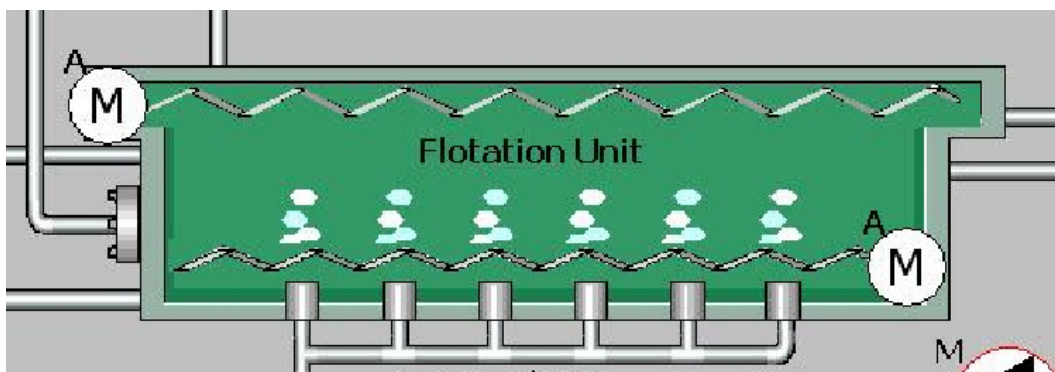
Name	Address	Display name	Connection	Data type
191Y5 Ohjaustapa	DB 10 DBW 1106		Connection_1	Int
191Y5 Tila	DB 117 DBX 12.5		Connection_1	Bool
251 and 252 Alarms	DB 2 DBW 55		Connection_1	Int
251 Hour	DB 11 DBD 92		Connection_1	DInt
251LB5 FP Visibility	<No address>		<Internal tag>	Bool
251LB8 Alarm when over HH	DB 2 DBX 55.2		Connection_1	Bool
251LB8_actuallmA	DB 11 DBW 84		Connection_1	Int
251LB8_actuallscaled	DB 11 DBW 82		Connection_1	Int
251LB8_high_alarm	DB 10 DBW 50		Connection_1	Int
251LB8_high1	DB 10 DBW 52		Connection_1	Int
251LB8_low1	DB 10 DBW 54		Connection_1	Int
251M0 Fault	DB 2 DBX 55.4		Connection_1	Bool
251M0 FP Visibility	<No address>		<Internal tag>	Bool
251M0 ManON	DB 2 DBX 56.0		Connection_1	Bool
251M0 ManStop	DB 2 DBX 56.1		Connection_1	Bool
251M0 Ohjaustapa	DB 10 DBW 62		Connection_1	Int
251M0 Thermal Fault	I 12.1		Connection_1	Bool
251M0 Tila	DB 102 DBX 24.5		Connection_1	Bool
251Y5 Tila	DB 102 DBX 24.7		Connection_1	Bool

**Kuvio 8.** Tagilista, jossa on tehtyt tagit ja niiden osoitteet ja datatyypit.

## 6.1 Päänäyttö ja sen luonti

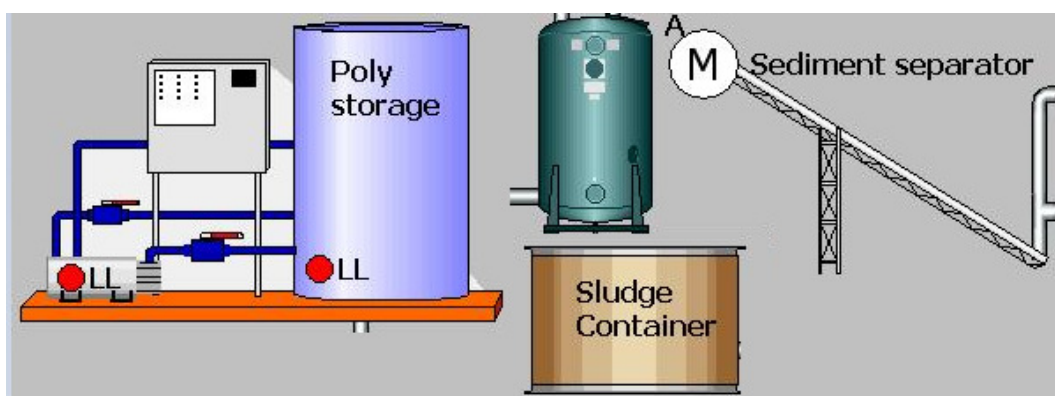
Päänäytöllä haluttiin näkyvän koko jätevedenpuhdistamo ja sen laitteisto. Päänäytöllä täytyi sijaita kaikki moottorit, pumpput, venttiilit ja mittaukset, jotta niiden ohjaaminen ja tilojen seuraaminen oli mahdollista. Päänäytöltä oli myös päästävä käsiksi hälytyslistaan ja kameraikkunaan.

Päänäytön luonti aloitettiin käyttämällä mallina liitteessä 1 olevaa jätevedenpuhdistamon PI-kaaviota. Aluksi lisättiin säiliöitä, joita löytyi WinCC Flexiblen valmiista kirjastoista, suunnilleen samoille paikoille kun PI-kaaviossa. Valmiista kirjastoista löytyi myös juuri jätevedenkäsittelylle olevia kuvia. Flotation Unit:tia tehdessä valittiin valmiista kirjastosta allas, jota jouduttiin kuitenkin muokkaamaan. Altaan pohjassa olevan ruuvi ja pinnassa olevan kaavin, muokattiin kuvasta, jolla normaalisti kuvattiin kuljetinhihnaa. Muokkaus tehtiin lisäämällä samanvärisiä kolmionmuotoisia palasia kuljettimen päälle. Tällöin näkyviin jäi ainoastaan keskellä oleva ruuvinäköinen osa. Allas soveltui tarkoitukseensa hyvin, koska siinä oli pohjaan valmiiksi kuvattu ilmanpuhallusaukot ja kuplat. Kuviossa 9 on kuva valmiista Flotation Unit altaasta.



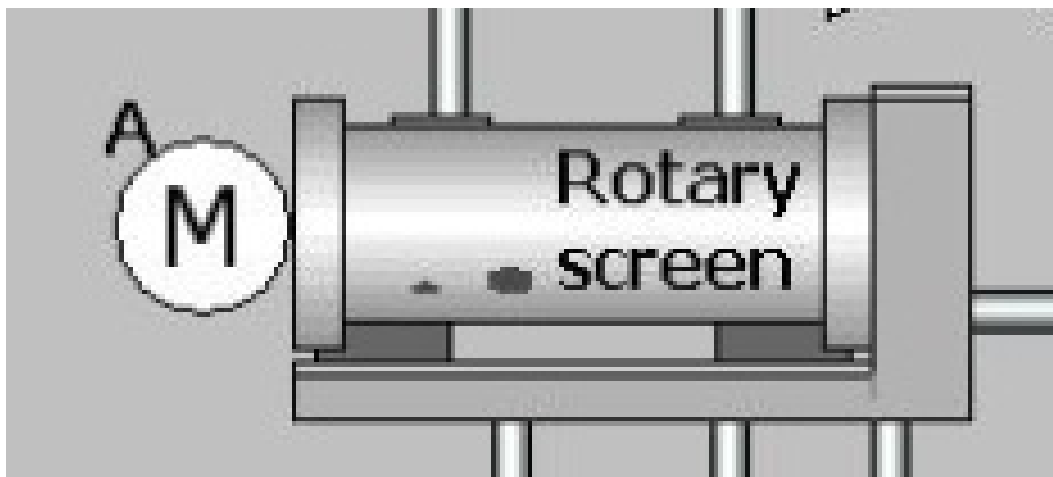
**Kuvio 9.** Flotation Unit.

Jätevedenkäsittelykirjastosta löytyi myös Polymer Unitin, Saturation unitin, sediment Separatorin ja Sludge Containerin mallikuvat, jotka löytyvät kuviosta 10.



**Kuvio 10.** Esimerkkikuvat Polymer Unitista, Saturation Unitista, Sludge Containerista ja Sediment Separatorista.

Rotary Screen-seulaa jouduttiin myös muokkaamaan, löydettyäessä sen mallikuva jätevedenkäsittelykirjastosta. Seulan vasemmassa reunassa oli kuvattuna sähkömoottori, jolloin se peitettiin taustanvärillä neliöpiirroksella. Myöhemmin lisättiin kyseiseen kohtaan moottori ja sen ohjaukset. Rotary Screen-seula on kuvattuna kuviossa 11.



**Kuvio 11.** Rotary Screen-seula.

Saatua valmiiksi kaikki kiinteät laitteet, kuten säiliöt, aloitettiin tekemään putkistoja. WinCC Flexiblen kirjasto sisälsi valmiita putkistoelementtejä, joita sijoitettiin paikoilleen PI-kaavion mukaan. Putkien liitoskohdat eivät aina olleet sopivat pysty- tai vaakaputkien kanssa, jolloin kokeilemalla ja katsomalla saatiin putkien oikeat paksuudet sopimaan keskenään. Putkistojen saaminen paikalleen tuotti hankaluuksia myös siten, ettei kuvasta tulisi epäselvä. Putkien risteämiä yritettiin välttää selkeyden vuoksi, mutta tietyissä kohdissa putkien risteäminen oli väistämätöntä. Kaikki säiliöt ja muut laitteet piti tuoda aina putkien päälle, jotta näyttäisi siltä, että putket olisivat kytkettynä laitteisiin ja säiliöihin. Myös putkien liitoskohdat piti tuoda päällimmäiseksi, jotta putket näyttäisivät yhtenäisiltä. Tämän sai helposti valitsemalla kaikki kohteet, jotka haluttiin päällimmäiseksi, jonka jälkeen valittiin ylävalikosta komento Move Selection To The Front. Vastaavasti tuodessa joitain kohteita toisten kohteiden alapuolelle, täytyi yläriviltä valita Move Selection To The Background.

Putkistojen tekemisen jälkeen lisättiin päänäytön oikeaan yläkulmaan ACK- (Acknowledgment), eli kuittausnappi. WinCC Flexiblessä pystyi nappeihin laittamaan tietynlaisia toimintoja Events-valikossa. Nappiin asetettiin, että Press-toiminnolla asetetaan merkkeribitti M9.2 boolean arvoksi 1 ja Release-toiminnolla asetetaan sama merkkeribitti boolean arvoon 0. Tämä tekee sen, että nappia pai-



nettaessa on M9.2 boolean arvossa 1 ja kun nappi päästetään, muuttuu M9.2 arvo takaisin 0. Kuviossa 12 on napin ohjauksen toteutus Events-valikossa.

1	<input type="checkbox"/> SetBit	
	Tag (InOut)	VIANKUITTAUS
2	<No function>	
1	<input type="checkbox"/> ResetBit	
	Tag (InOut)	VIANKUITTAUS
2	<No function>	

**Kuvio 12.** ACK-napin Events-valikon asetukset.

Tämä nappi tehtiin sen vuoksi, että haluttiin tehdä nappi, joka tekee saman toiminnon kuin jätevedenpuhdistamossa oleva ”Reset”-painonappi. Ohjelmasta pystyi katsomaan, että nyt ACK-nappi teki saman toiminnon. Tätä nappia täytyy painaa aina, kun esimerkiksi lämpöreleen laukeamisesta kytkeytyvä vikabitti halutaan kuitata. Samalla tehtiin Alarm-nappi johon ohjelmoitiin Events-valikossa Click toiminnon asettamaan Alarm Window-ikkunan näkyviin, toiminnolla Activate Screen. Tähän ikkunaan palaan myöhemmin kohdassa 6.2, Hälytysikkuna. Alarm-napin viereen tehtiin myös Cam-nappi, joka oli ohjelmoitu samalla tavalla kuin Alarm-nappi, mutta se aukaisee Camera-ikkunan. Camera-ikkunan sisältöön palaan myöhemmin kohdassa 6.3, Kameraikkuna. Kuviossa 13 on kuvattu päänäytön napit.



**Kuvio 13.** Päänäyttöjen Cam-, Alarm- ja ACK-napit.

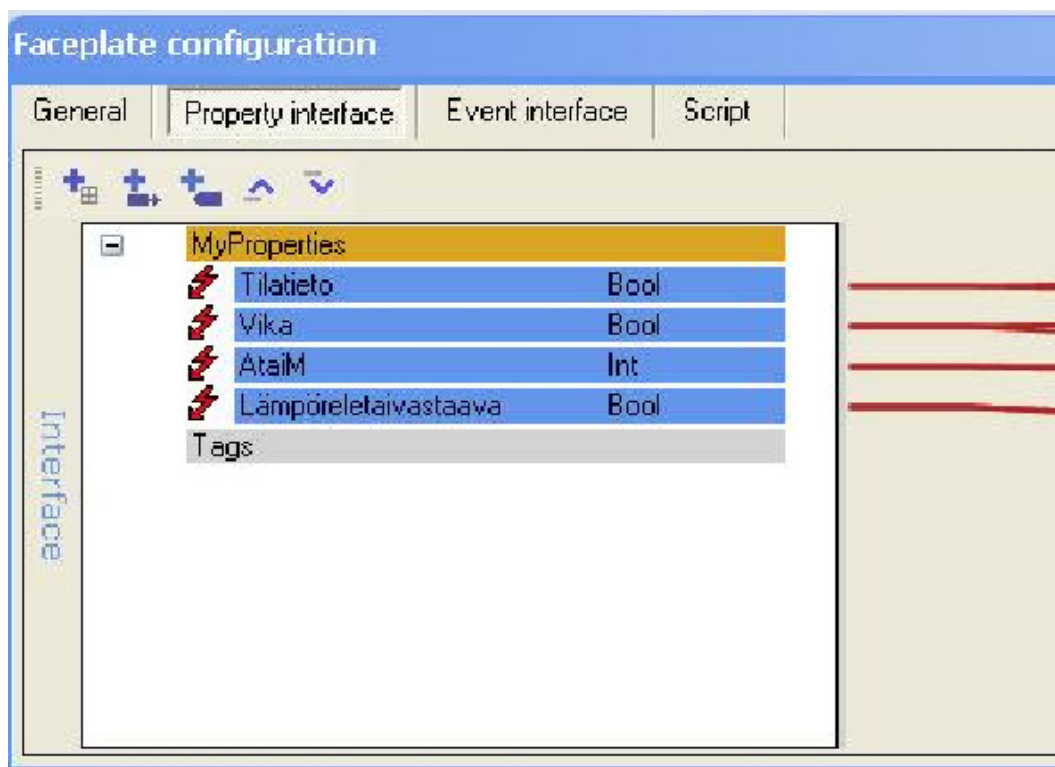
Seuraavaksi piti päänäytölle tehdä moottoreita, pumppuja, venttiileitä ja mittauksia kuvaavat kuviot. Kuviot kertoivat indikoinnit, tilatiedot, ohjaustavat ja mitausarvot.

### **6.1.1 Toimilaitteiden mallikuvat ja niiden luonti**

Pääkuvaan tuli monta pumppua, venttiiliä ja moottoria. Näitä varten täytyi tehdä toimilaitteita kuvaavia kappaleita, joista näkyi tarvittavat tiedot tiloista ja ohjaustavasta. Näitä kappaleita oli helppo sijoittaa oikeille paikoilleen.

Aluksi luotiin pumppua kuvaava kappale, valitsemalla komento Create Faceplate. WinCC Flexible:ssä avautui uusi ikkuna, jossa kappaleen teko oli mahdollista. Tähän ikkunaan piirrettiin kolme ympyrää, 1 valkoinen ja 2 punaista ympyrää. Ympyröiden sisään piirrettiin mustat kolmiot, jolloin ympyröistä tuli pumppua kuvaavia. Kirjaimet A ja M lisättiin pumpun vasempaan yläkulmaan kuvaamaan ohjaustapaa. A tarkoitti automaattiohjausta ja M manuaali- eli käsinohjausta. Seuraavaksi tehtiin tageille paikat, jotta saataisiin kaikki toimilaitteet positiokohtaisiksi. Avattiin Faceplate Configuration-valikko. Tageille lisättiin uudet paikat toiminnolla Add Property. Uusien paikkojen nimeksi kirjoitettiin se, mitä kyseinen tagi tulee tekemään. Esimerkiksi, jos siihen kohtaan tuleva tagi indikoisi vika-tilaa, tulisi tagin paikan nimeksi Vika. Kun nimi oli annettu, valittiin datatyypiksi

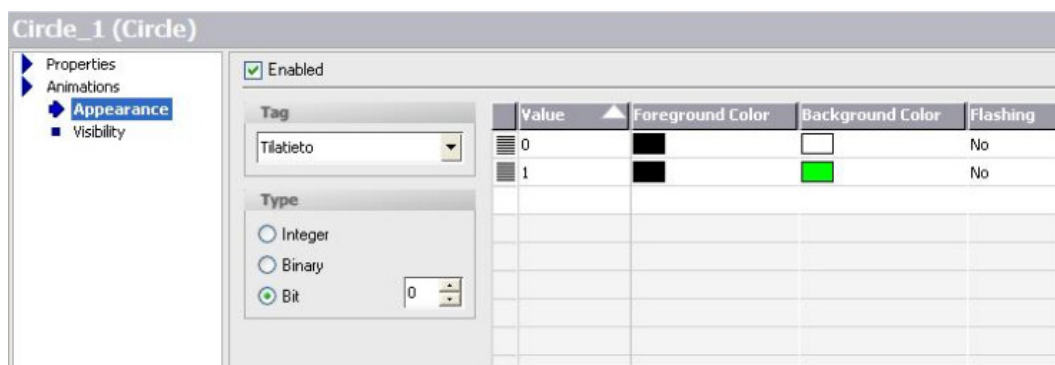
sen mukaan, millaisia tageja siihen tultiin asettamaan. Edellisessä vikatilán esimerkissä kyseinen datatyyppi olisi Bool, eli looginen 0 tai 1. Nimen vasemmalla puolella oleva neliö rastitettiin. Tällöin rastin päälle tuli punainen salama, joka kertoi paikan olevan muuttuja. Kuviossa 14 on esimerkki erään pumpun paikoista, joihin tagit tulevat ja mitä tageja niissä tulee olemaan.



**Kuvio 14.** Tagien paikat ja niiden datatyypit.

Kun kaikki paikat olivat valmiita, pystyttiin niitä sijoittamaan tehtyjen ympyröiden, kolmioiden ja kirjainten näkyvyysasetuksiin. Valkoisen ympyrän ja sen mustan kolmion Appearance-asetuksiin asetettiin paikka nimeltä Tila. Samoista asetuksista valittiin datatyyppiksi Bool, jolloin pystyttiin tekemään näkyvyysasetuksia loogisella arvolla 0 ja 1. Kyseisestä valikosta aseteltiin myös, että Tila paikan tagin ollessa 0, oli ympyrän väri valkoinen ja tagin ollessa 1 oli ympyrän väri vihreä. Tällöin saatiin pumpun kuva toimimaan siten, että sen käydessä olisi pumpun

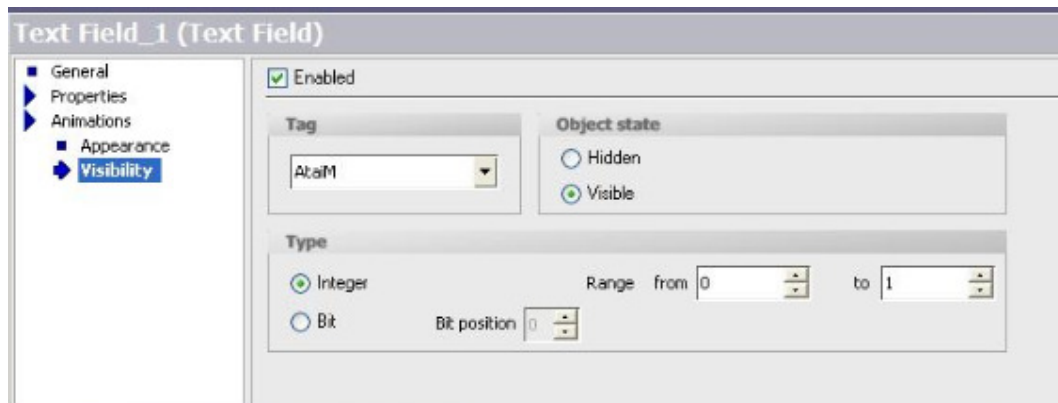
väri vihreä ja pysähdyksissä valkoinen. Kuviossa 15 on esitetty kyseinen Appearance-valikko ja sen asetuksia.



**Kuvio 15.** Valkoisen ympyrän asetukset Appearance-valikossa.

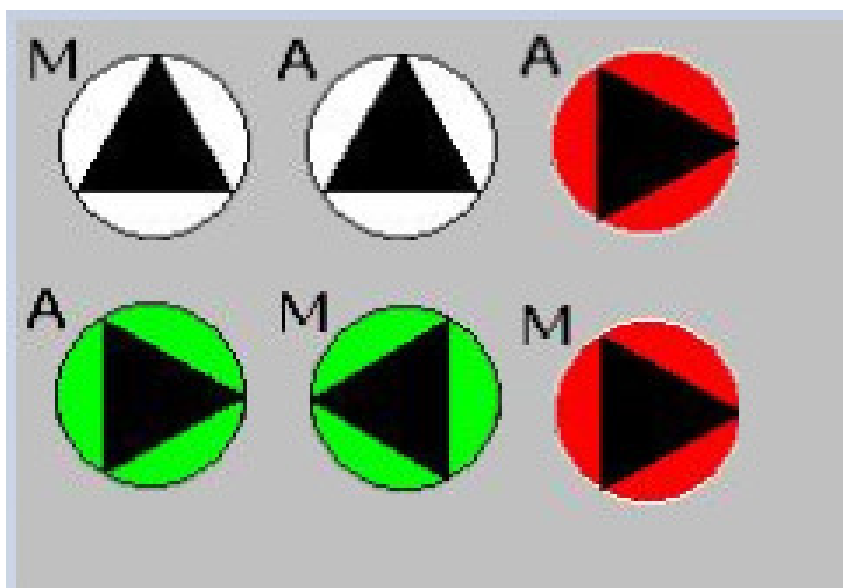
Kolmiossa aseteltiin samat asetukset, mutta väreiksi vain mustaa. Seuraavaksi valittiin punaisen ympyrän ja sen kolmion Appearance-asetukset. Niille valittiin paikka nimeltä Lämpörele. Ympyrälle asetettiin toiminto, jolla se alkaa vilkkua punaisesta valkoiseen, kun siinä oleva tagi saa loogisen arvon 0. Tämän sai valitsemalla asetuksista kohdan Flashing: On. Ympyrän Visibility-valikosta asetettiin paikka nimeltä Lämpörele. Paikalle rastitettiin asetus Hidden, jolloin kyseinen ympyrä tulee näkyviin vasta, kun Lämpörelepaikassa olevasta tagista tulee looginen 0. Toisen punaisen ympyrän Visibility-asetuksiin asetettiin paikka nimeltä Vika ja rastitettiin kohta Visible. Tällöin Vikapaikkaan asetetun tagin tullessa arvoksi 1 on myös punainen ympyrä näkyvillä. Paikkaan Vika tuli vikabitin tagi. Näiden punaisten ympyröiden tarkoitus on kuvata tilannetta, jossa lämpörele laukeaa tai jokin muu vika tulee päälle. Lämpöreleen lauetessa pumppu alkaa vilkkua. Pumpun vilkkuminen loppuu kun vika korjataan paikanpäällä. Ympyrä jää punaiseksi, koska vikabitti on vielä päällä. Vikabitti lähtee pois painettaessa ”Reset”-painonappia jätevedenpuhdistamolla, tai tehtyä ACK-nappia valvomosovelluksessa. Ympyrät ja kolmiot laitettiin päällekkäin kuvassa, jolloin ne muodostivat pumpun kokonaisuuden.

Seuraavaksi aseteltiin toiminnot A- ja M-kirjaimille. Molemmille kirjaimille aseteltiin Visibility-valikossa tagin paikka nimeltä Ohjaustapa. Ohjaustapa oli datatyybiltään integer eli kokonaisluku. A-kirjain asetettiin näkyväksi silloin, kun Ohjaustapa paikassa oleva tagi oli kokonaisluku 2. M-kirjain asetettiin näkyväksi tagin ollessa kokonaisluvut 0 tai 1. Kuviossa 16 on esimerkki M-kirjaimen visibility-valikosta.

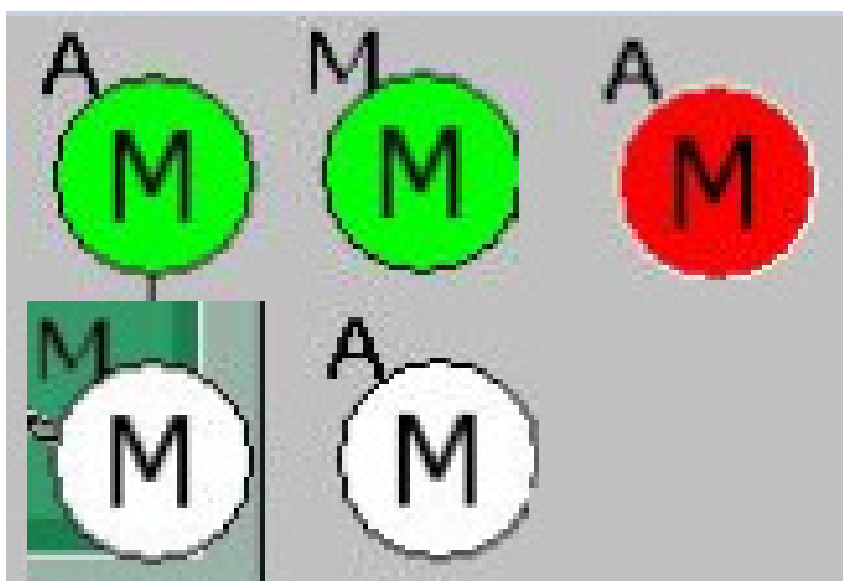


**Kuvio 16.** M-kirjaimen Visibility-asetukset.

Moottoria kuvaavan kappaleen tekeminen oli muuten samanlainen, mutta mustien kolmioiden tilalla oli musta M-kirjain. Ympyrän keskellä oleva M-kirjain kertoi kuvan olevan moottori. Kuviossa 17 on esitetty valmis pumpun kuva ja kuviossa 18 moottorin kuva, sekä molempien laitteiden tila- ja ohjaustapaesimerkkejä.



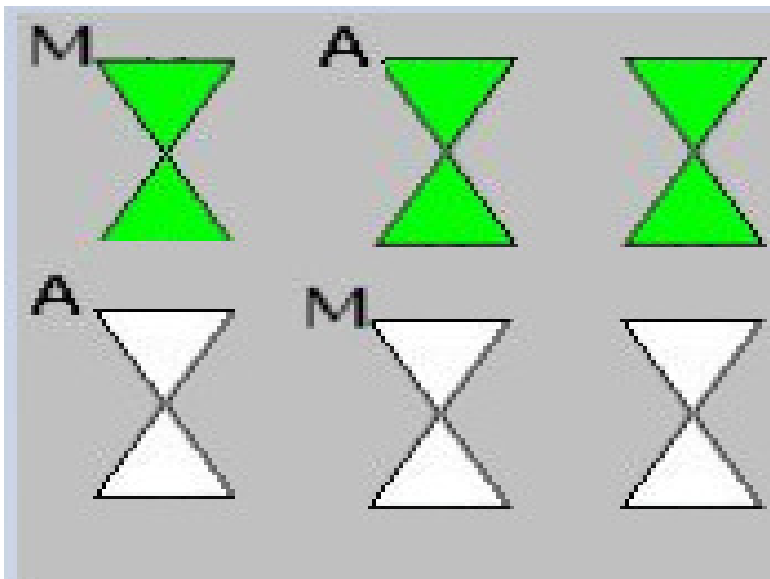
**Kuvio 17.** Pumppujen eri tila- ja ohjaustapaesityksiä.



**Kuvio 18.** Moottoreiden eri tila- ja ohjaustapaesimerkkejä.

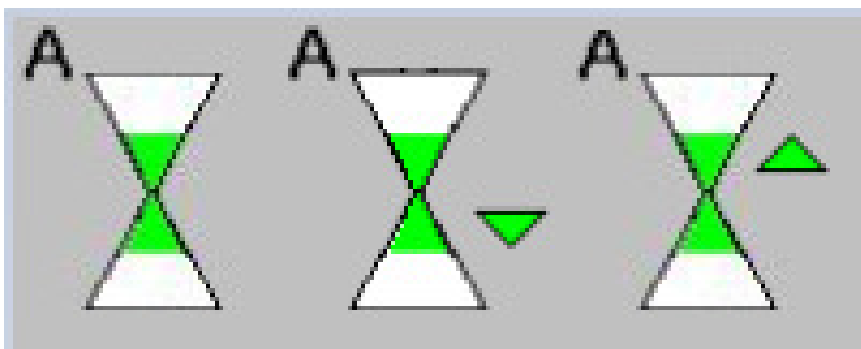
Seuraavaksi tehtiin On/Off-venttiilin mukainen kuva. Kuvion teko aloitettiin avaamalla kuviontekolehti toiminnolla Create Faceplate. Polygon toiminnolla saatiin tehtyä venttiiliä kuvaava kuvio. Venttiilin tilaa kuvaavat paikat tageille asetel-

tiin siten, että valkoinen väri kuvasi kiinni olevaa venttiiliä ja vihreä väri auki olevaa venttiiliä. Tämä tapahtui samalla periaatteella kuin pumppujen luonti. Venttiileillä ei ollut vikatietoja, joten vikaa kuvaavia kuvioita ei tarvittu. A- ja M-kirjainten asetukset tulivat myös samalla periaatteella kuin pumppuja tehdessä. Orjventtiileille tehtiin myös oma kuvio, joka oli muuten samanlainen, mutta siinä ei ollut ohjaustapaa indikoivia A- ja M-kirjaimia. Kuviossa 19 on kuvattu On/Off-venttiili ja sen tila indikointeja.



**Kuvio 19.** On/Off-venttiilien tila- ja ohjausindikoinnit.

Eräs venttiili erosi muista venttiileistä, koska sillä säädettiin tarkemmin pH-arvoa. Tällä venttiilillä oli myös väliasentoja. Venttiilistä ei kuitenkaan ollut suoraa asennotietoa. Sillä oli kuitenkin auki- ja kiinnirajat. Kyseinen venttiili tehtiin samalla periaatteella kun muut venttiilit, mutta venttiili värjättiin puoliksi vihreäksi silloin, kun se ei ollut auki- tai kiinnirajalla. Kaksi kolmiota asetettiin indikoimaan suuntaa vilkkuen, johon venttiiliä ohjataan. Kuviossa 20 on kuvattu kyseinen venttiili sen ollessa paikallaan ja liikkeessä.



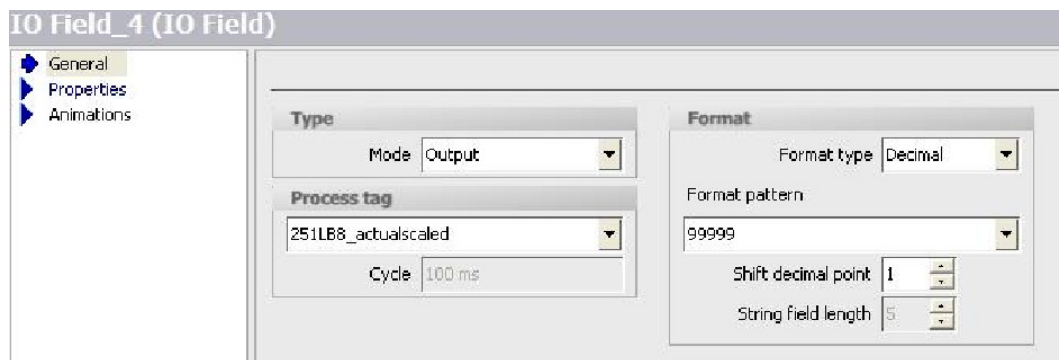
**Kuvio 20.** Actuator-venttiili paikallaan ja liikkeessä.

### 6.1.2 Mittapylväiden ja mittanäyttöjen luonti

Seuraavaksi tehtiin säiliöihin pinnanmittauspalkit. Nämä sai tehtyä valmiilla mittapalkilla Bar Graph. Asetuksista poistettiin mitta-arvot, jolloin kuvaan jäi jäljelle vain mittapalkki. General-asetuksista muutettiin pylvään täyttöväri vihreäksi ja taustaväri harmaaksi. Ylärajaksi aseteltiin 1000 ja alarajaksi 0, koska mittausarvo oli kokonaisluku välillä 0-1000. Mittausarvoon tuli tagi, josta saatiin skaalattu analogia-arvo pinnanmittauksesta. Säiliöiden pinnanmittauspalkkien viereen aseteltiin tarkka mittaus ikkunalla I/O-Field. I/O-Field-asetuksissa valittiin tagiin kyseinen mittausarvo.

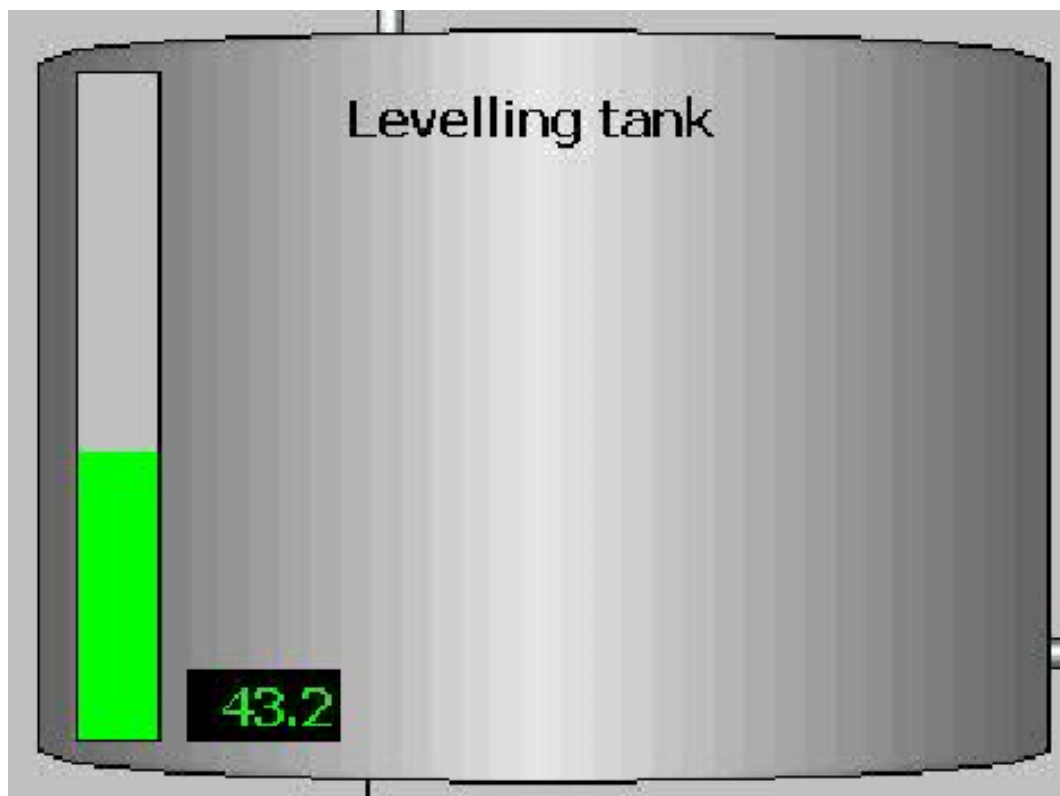
Ohjelma oli tehty Simatic Managerissa siten, että ohjelman arvot 0-1000 vastasivat todellisuudessa arvoja välillä 0-100 %. Kaikissa mittauksissa oli tehty niin, että ohjelmassa oleva arvo oli aina kymmenen kertaa suurempi kuin todellinen arvo. I/O-Fieldin-asetuksista aseteltiin näyttöarvoiksi tyyppiä Output ja Decimal. Tällöin luettu mittausarvo oli desimaalimuodossa ja sitä pystyttiin vain lukemaan valvomosovelluksessa. Asetuksista piti myös valita, että käytetään pilkkua ja missä kohtaa pilkku sijaitsee numerossa. Merkkien määräksi piti laittaa aina yhtä suurempi arvo, jotta desimaalipilkku mahtuisi kuvaan mukaan. Esimerkiksi, jos mittaus oli ohjelmassa 0-1000 ja todellisuudessa 0-100.0 %, oli merkkien määrä muodossa "99999". Kuviossa 21 on esitetty erään mittauksen I/O-Field-asetuksia.





**Kuvio 21.** IO-Field General-asetukset.

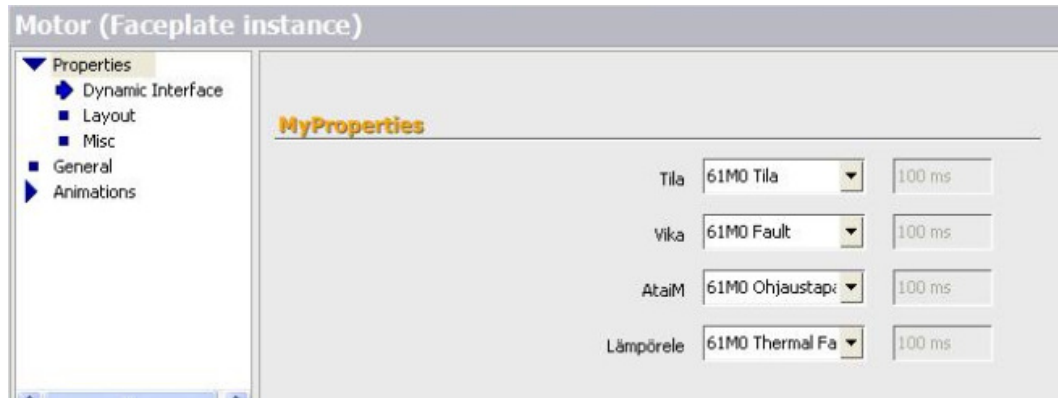
Kuviossa 22 on kuvattu mittapalkki ja sen tarkka mittausarvo.



**Kuvio 22.** Tasausaltaan mittapalkki ja sen tarkka mittausarvo.

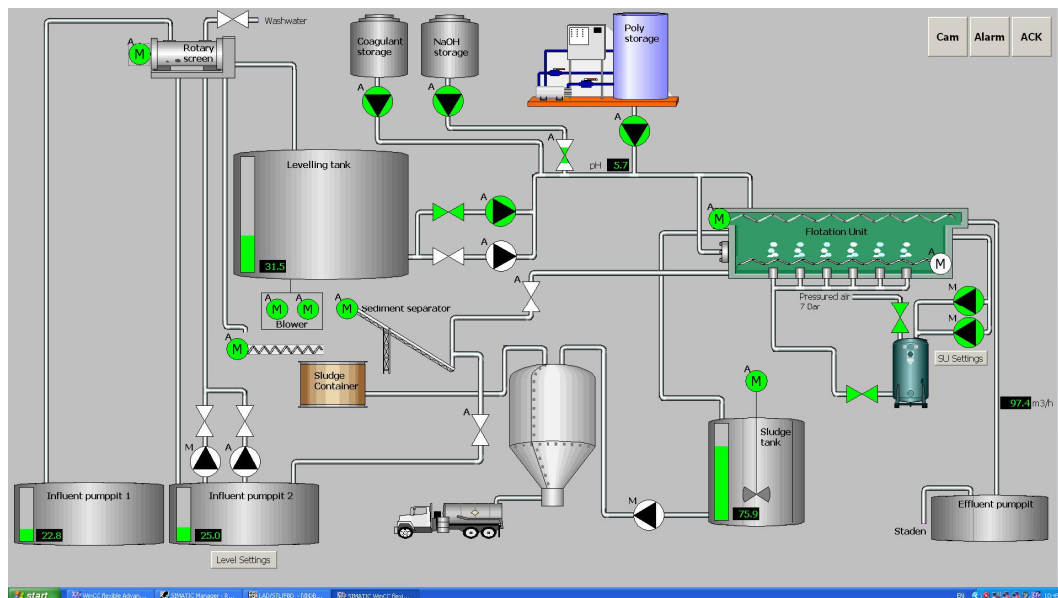
Kun kaikkien toimilaitteiden ja mittausten kuvat oli tehty, voitiin ne asettaa paikalleen vetämällä ne kuvaan Project Librarystä. Kaikki luodut kuvat tulivat Pro-

ject Libraryyn. Tällöin niihin oli valittavissa, kuvion 23 mukaan, tietyt tagit oikeille paikoilleen.



**Kuvio 23.** Tagien asettelu moottoriin niiden omille paikoilleen.

Kun kaikki tagit oli saatu toimilaitteille ja mittauksille valmiiksi, oli myös päänäyttö valmis. Valmis päänäyttö näytti ajossa, kuvion 24 mukaiselta.



**Kuvio 24.** Valmis pääkuva ajossa.

## 6.2 Hälytysikkuna

Hälytysikkunan teko aloitettiin tekemällä lista hälytyksistä, joita hälytyslistassa näytettiin. Hälytysikkunassa näytettiin järjestelmässä tapahtuneet viat ja käsiohjauksen tilat. Valittavat hälytykset tuli tehdä listaan, joka löytyi Discrete Alarms-valikon alta. Kohtaan Trigger Tag tuli datatyyppejä kokonaisluku oleva tagi, joka sisälsi tietyn hälytysbitin tai tietyt hälytysbitit. Valmiiseen tagilistaan piti luoda uudet tagit, jotta saatiin kaikki tarvittavat hälytykset listaukseen. Ohjelma oli toteutettu siten, että tageihin mahtui useampia hälytysbittejä. Asettelemalla haluttu tagi kohtaan Trigger Tag, pystyi määrittelemään, millä bitillä tuli tietty hälytysteksti. Hälytysbitin osoitteen pystyi muuttamaan kohdassa Trigger Bit. Hälytysbittien luokka aseteltiin samaksi kaikissa kohdissa. Kuviossa 25 on lista hälytysbittien tageista.

Text	Number	Class	Trigger Tag	Trigger bit	Trigger address
2511B8 Influent Pump PR 2: Level Over High Alarm	1	Warnings	251 and 252 Alarms	10	DB 2 DBX 55,2
251M0 Influent Pump 1: Thermal Failure	2	Warnings	251 and 252 Alarms	12	DB 2 DBX 55,4
251M0 Influent Pump 1: Started Manually	3	Warnings	251 and 252 Alarms	0	DB 2 DBX 56,0
251M0 Influent Pump 1: Stopped Manually	4	Warnings	251 and 252 Alarms	1	DB 2 DBX 56,1
252M0 Influent Pump 2: Thermal Failure	5	Warnings	251 and 252 Alarms	2	DB 2 DBX 56,2
252M0 Influent Pump 2: Started Manually	6	Warnings	251 and 252 Alarms Trigger tag.	6	DB 2 DBX 56,6
252M0 Influent Pump 2: Stopped Manually	7	Warnings	25, 251 and 252 Alarms	7	DB 2 DBX 56,7
61M0 Rotary Screen: Thermal Fault	8	Warnings	61 Alarms	12	DB 2 DBX 58,4
61M0 Rotary Screen: Started Manually	9	Warnings	61 Alarms	0	DB 2 DBX 59,0
61M0 Rotary Screen: Stopped Manually	10	Warnings	61 Alarms	1	DB 2 DBX 59,1
811B8 Equalisation Basin: Level Over High Alarm	11	Warnings	81 and 82 Alarms	8	DB 2 DBX 60,0
81M0 Levellingtank Pump 1: Thermal Fault	12	Warnings	81 and 82 Alarms	10	DB 2 DBX 60,2

**Kuvio 25.** Hälytysten tagit.

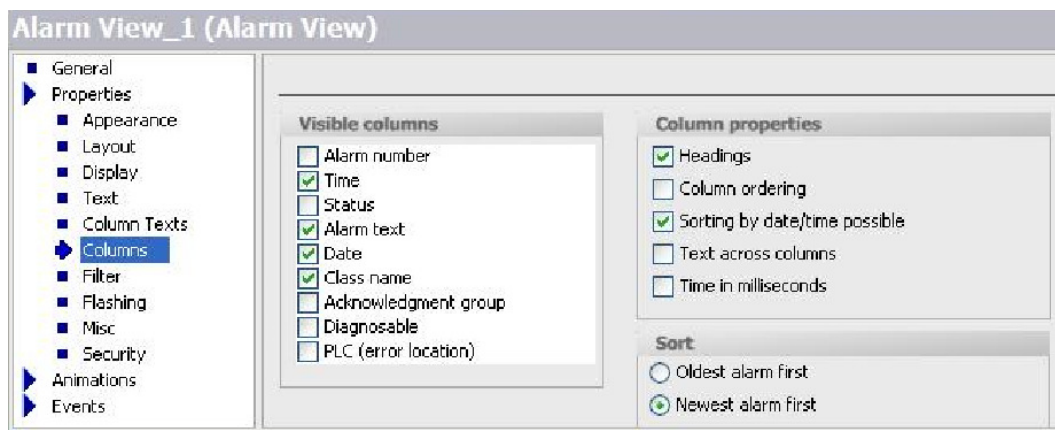
Seuraavaksi tehtiin uusi näyttö komennolla Add Screen, ja sille annettiin nimeksi Alarms. Päänäytön Alarm-nappi oli jo aikaisemmin ohjelmoitu kohdan 6.1 mukaan. AlarmScreen-näyttöön tuli myös nappi, johon tuli teksti Main Page. Tämä nappi ohjelmoitiin avaamaan pääkuva (Start Screen), samalla tyylillä kun Alarm-nappi. Main Page-napin viereen tuli myös ACK-nappi, joka oli sama kuin päänäytöllä. Seuraavaksi näyttöön aseteltiin Alarm View-lehti, joka näytti tulevat hälytykset. Lehti venytettiin niin suureksi, että siitä oli helppo lukea hälytyksiä. Alarm Viewin General-asetuksista asetettiin lehden näyttämään vain hälytysbiteissä määrättyä luokkaa, joka oli Warnings. Lehti näytti myös järjestelmästä tulevat häiriöt,

kun System neliö oli rästittuna. Kuviossa 26 on esitetty hälytysikkuna, ja joitain hälytyksiä.

Time	Date	Alarm Message
18:35:05	19.12.2013	161Y5 Sediment Valve: Closed Manually
18:33:34	19.12.2013	61M0 Rotary Screen: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	151M0 Sludge Feed Pump: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	153M0 Motor Mixer: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	251M0 Influent Pump 1: Thermal Failure
18:33:34	19.12.2013	252M0 Influent Pump 2: Thermal Failure
18:33:34	19.12.2013	191M0 Sediment Auger: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	71M0 Motor Auger From Rotary Screen: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	111M0 NaOH Pump: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	101LB5 Coagulant Storage: Low Level
18:33:34	19.12.2013	131M0 Saturation Pump 1: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	81M0 Levellingtank Pump 1: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	82M0 Levellingtank Pump 2: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	161M0 Sediment Auger: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	85M2 Fan: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	141M0 Scraper Motor: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	132M0 Saturation Pump 2: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	101M0 Coagulant Pump: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	121CC6 Poly Mix: Low Level Poly Fill Up Unit
18:33:34	19.12.2013	121CC7 Poly Storage: Low Level
18:33:34	19.12.2013	121M0 Poly Pump: Fault Poly Unit
18:33:34	19.12.2013	85M0 Blower: Thermal Fault
18:33:34	19.12.2013	121M0 Poly Pump: Thermal Fault
18:33:27	19.12.2013	131M0 Saturation Pump 1: Started Manually
18:33:27	19.12.2013	81M0 Levellingtank Pump 1: Stopped Manually
18:33:27	19.12.2013	132M0 Saturation Pump 2: Started Manually

**Kuvio 26.** Hälytyksien esitys hälytysikkunassa.

Kuviossa 27 on esitetty asetukset, joilla saatiin ulkoasu kuvion 26 mukaiseksi.



**Kuvio 27.** Hälytysikkunan ulkoasuasetukset.

Hälytysikkunan avulla oli helppo seurata prosessin vikoja ja tilanvaihtoja.

### 6.3 Kameraikkuna

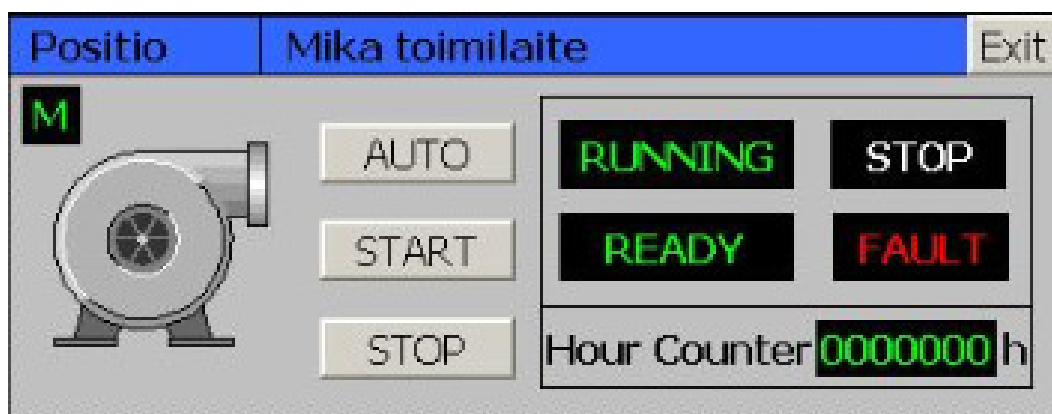
Kameraikkunan teko aloitettiin lisäämällä uusi Camera niminen ikkuna toiminnolla Add Screen. Päänäytöllä oleva Cam-nappi oli ohjelmoitu kohdan 6.1 mukaan. Tälle uudelle sivulle tehtiin nappi, jossa luki Main. Napille tehtiin samanlaiset asetukset kun Cam-napille, mutta se aktivoi Start Screen-ikkunan. HTML-Browser-toiminto lisättiin, joka näyttää internetsivuja. General-valikosta laitettiin valikosta URL-kohtaan osoite, millä sivulla kameran videokuva olisi. Kyseinen sivu näytti kamerakuvaa Flotation Unitin kaavimesta, jos laite on Snellman Oy:n omassa lähiverkossa. HTML-Browser levitettiin sivun kokoiseksi, jotta kuva olisi selkeä ja iso.

### 6.4 Toimilaitteiden ja mittausten ohjausikkunat

Kaikille toimilaitteille, mittauksille ja asetuksille oli tehtävä ohjausikkuna, jotta niitä voisi ohjata tai muokata. Jokainen ohjausikkuna aloitettiin valitsemalla komento Create Faceplate.

### 6.4.1 Pumput ja moottorit

Aloittaessa pumppujen ja moottoreiden ohjausikkunoiden luonnit, täytyi niiden ulkoasu ja tarvittavat toiminnot suunnitella. Pumpuissa ja moottoreissa tuli olla valintanapit, joilla sai valittua Auto-tilan ja käsiohjauksella päälle- tai seis-tilan. Ohjausikkunassa tuli myös näkyä koneen ohjaustapa ja käyntitieto. Ohjausikkunasta tuli myös nähdä, oliko kone vikatilassa vai valmiina käymään. Koneen positiio ja nimi oli myös oltava näkyvissä. Kuviossa 28 on suunnittelun mukainen pumpun ohjausikkuna.

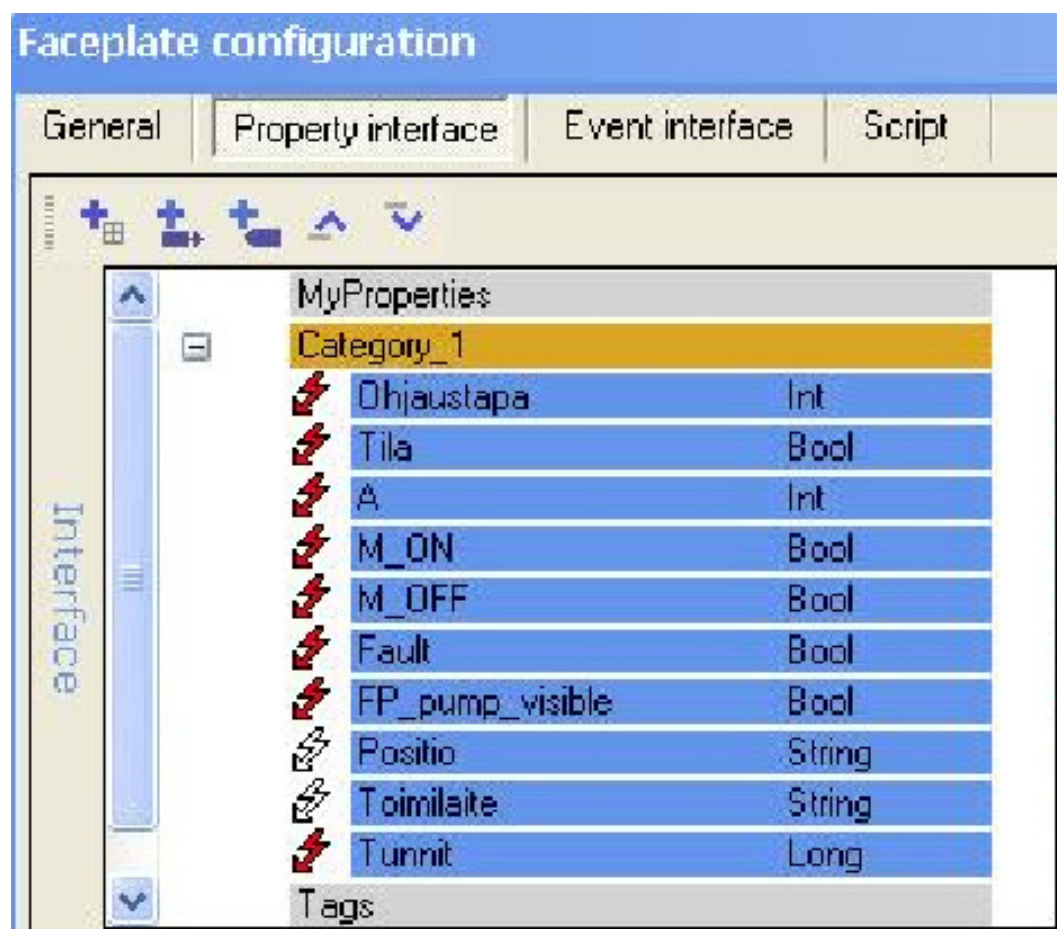


**Kuvio 28.** Pumpulle ohjausikkuna valmiiksi suunniteltuna.

Kuvan tekeminen aloitettiin lisäämällä harmaa neliö. Kyseisen neliön päälle lisättiin kaksi sinistä neliötä. Vasemmanpuoleiseen neliöön tehtiin tekstikenttä, jossa luki "Positio". Oikeanpuoleiseen neliöön tehtiin tekstikenttä, jossa luki "Mika toimilaite". Seuraavaksi valittiin WinCC Flexible:n valmiista symbolikirjastosta, pumpun näköinen kuva. Kuva lisättiin harmaaseen neliöön Positio-tekstin alapuolelle. Pumpun kuvan ja yläpuolella olevan sinisen neliön väliin, vasempaan laitaan, laitettiin musta neliö. Neliöön kirjoitettiin teksti M. Tämän jälkeen lisättiin kolme nappia allekkain pumpun kuvan oikealle puolelle. Nappeihin tuli tekstit Auto, Start ja Stop. Järjestyksen näkee kuvioista 28. Nappien viereen tehtiin toinen harmaa neliö, jonka sisään tuli neljä mustaa neliötä. Mustien neliöiden päälle lisättiin tekstikentät Running, Stop, Ready ja Fault kuvaamaan tilatietoja. Running- ja

Stop-tekstikentät olivat vierekkäin, ja niiden alapuolella olivat vierekkäin tekstikentät Ready ja Fault. Tilatiedot sisältävän harmaan neliön alapuolelle tehtiin kolmas harmaa neliö, johon tulivat tekstikentät Hour Counter ja h. Niiden sijoittelu näkyy kuviossa 28. Näiden tekstikenttien väliin laitettiin I/O-Field-komponentti. Lopuksi oikeaan yläkulmaan lisättiin nappi, jossa luki Exit.

Seuraavaksi tehtiin paikkoja tageille, kuten aikaisemmin kohdassa 6.1.1. Kuviossa 29 on esitetty kyseiset paikat tageille ja niiden datatyypit.



**Kuvio 29.** Pumpun ohjausikkunan tagien paikat.

Pumpun ohjausikkunan yläpäässä olevat "Positio" ja "Mika toimilaite" tekstikenttiin piti tehdä erilaiset asetukset. Niitä oli pystyttävä muokkaamaan, kun koko ohjauskuva lisättiin pääkuvaan. Kaikki muut paikat olivat muuttujia, mutta edellä

mainituista tekstikentistä piti tehdä staattisia. Tämä tapahtui jättämällä merkitsemättä neliö paikan nimen vasemmalta puolelta, jolloin nimen viereen tuli valkoinen salama. Tämä on nähtävissä myös kuvioista 29. Lisättäessä ohjausikkunan pääkuvaan, pystyi ohjausikkunan General-valikosta kirjoittamaan position ja toimilaitteen nimen omille paikoilleen.

Indikointien ja ohjauksien tekeminen aloitettiin valitsemalla M-tekstikenttä. Tekstikentälle lisättiin Appearance-valikosta paikka, johon tuli ohjaustavan valinnan tagi. Asetuksiin laitettiin, että M-kirjain olisi vihreän värinen tagin ollessa kokonaislukuna välillä 0-1. Kun tagi muuttuisi kokonaislukuun 2, olisi M-kirjain taustan värinen. Samat asetukset tehtiin mustalle neliölle M-kirjaimen takana, mutta tagin ollessa 0-1 olisi neliön väri musta. Näillä asetuksilla ohjaustavan ollessa käsinohjauksella päälle tai seis, tulisi vihreä M-kirjain ja musta neliö indikoimaan laitteen olevan manual-tilassa. Samalla periaatteella oli tehty käyntitietojen ja pumpun valmiustietojen indikoinnit. Erona oli se, että niihin tulevat tagit olivat datatyypiltään Boolean. Running-tekstin ollessaan päällä Stop-teksti oli piilossa, ja päinvastaisesti. Sama päti Ready- ja Fault-tekstikentillä. Fault-teksti vilkkui myös ollessaan päällä, asettamalla tekstille Appearance-valikosta asetus Flashing: on. Seuraavaksi valittiin I/O-Field, johon tuli pumpun käyntiaika tunteina. I/O-Fieldin General-valikosta asetettiin tunneille tarkoitettujen tagien paikka Process Tag-kohtaan. Kenttään asetettiin mahtumaan tarpeeksi iso luku. Tagin tyyppiksi asetettiin Output, jolloin arvoja voitiin vain lukea.

Seuraavaksi tehtiin nappien asetukset. Events-valikosta laitettiin jokainen nappi asettamaan tietyn kokonaisluvun ohjaustavan paikan tagille. Tämä tapahtui valitsemalla toimintatavaksi Set Value. Auto-nappi asetettiin laittamaan kokonaisluvun 2, Start-nappi laittamaan kokonaisluvun 1 ja Stop-nappi laittamaan kokonaisluvun 0 ohjaustavalle varatulle tagille. Nappit asetettiin Appearance-valikosta näkymään vihreänä, niiden asettaman ohjaustavan ollessa päällä. Käsiäjolla käyntiin- ja seis-indikoinnit pystyi löytää ohjelmasta bittinä, mutta Auto-nappi asetettiin vihreäksi ohjaustavan ollessa kokonaisluku 2. Exit-napin Events-valikosta asetettiin toiminnoksi ResetBit, joka asettaa ohjausikkunan näkyvyyteen tarkoitettujen bitin arvosta 1 arvoon 0. Tätä tarvittiin sulkemaan ohjausikkuna. Lopuksi va-



littiin kaikki kohteet ja avattiin Visibility-valikko. Täältä asetettiin paikka tagille, jolla kaikki kohteet tulisivat näkyviin. Kohdat Bit ja Visible rastiettiin. Tällöin asettaessa ohjausikkunan näkyvyyteen tarkoitetun bitin boolean arvoksi 1, näkyisivät kaikki kohteet pääkuvassa. Tällöin voisi seurata ja ohjata kyseistä pumppea. Kuviossa 30 on esitetty muutamia ohjaustapoja ja tilatietoja pumpulta.



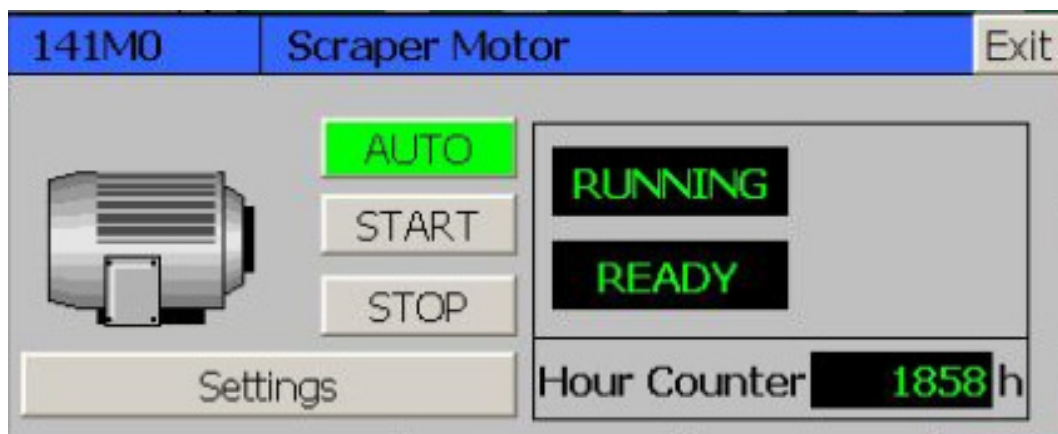
**Kuvio 30.** Pumpun ohjausikkunat eri tiloissa ja ohjaustavoissa.

Seuraavaksi tehtiin moottorin ohjausikkuna. Tämä oli toiminnoiltaan ja indikoinneiltaan aivan samanlainen kun pumpun ohjausikkuna. Ainoa ero oli, että vasemmassa reunassa ei ollut pumpun kuva vaan oikosulkumoottorin kuva. Esimerkkikuvio moottorinohjausikkunasta on kuviossa 31.



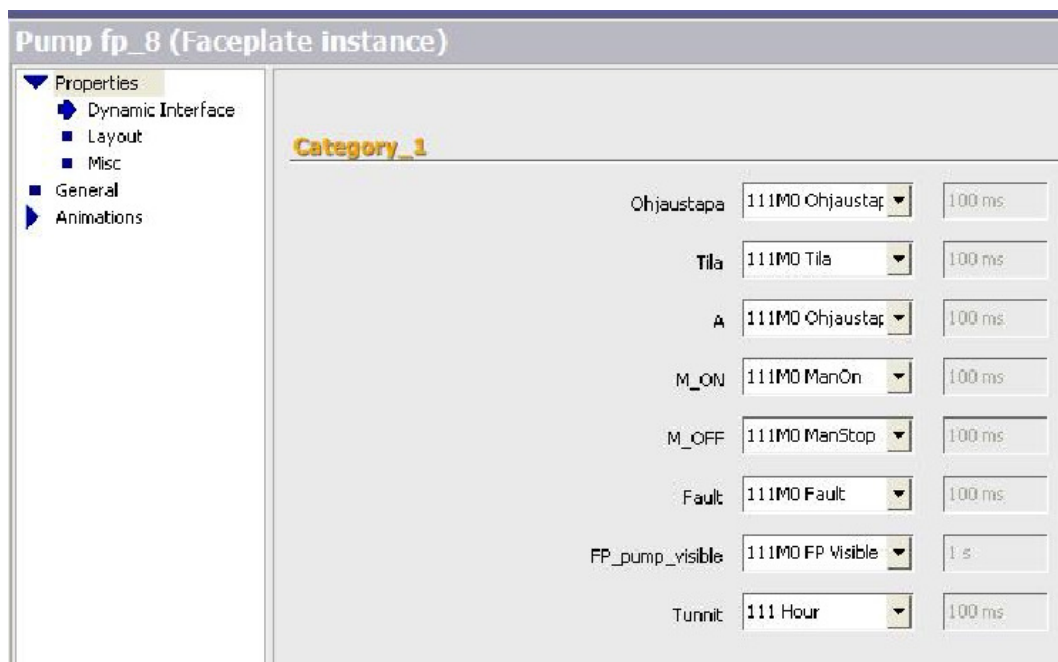
**Kuvio 31.** Moottorin ohjausikkuna.

Jotkut laitteet ja yksiköt sisälsivät omia asetuksia, jolloin niille tehtiin erillinen moottorihjausikkuna, joka sisälsi asetusikkunan avaavan napin. Tämä tapahtui lisäämällä moottorin kuvan ja Stop-napin alapuolelle uuden napin, johon laitettiin teksti Settings. Settings-napin Events-valikossa toiminnolla Set Bit asetettiin asetuksille varatun tagin boolean arvoksi 1. Tällöin Settings-nappia painettaessa avautuisi asetusten valikko, joista on kerrottu myöhemmin kohdassa 6.4.3. Kuviossa 32 on esitetty Settings-napilla varustettu moottorihjausikkuna.



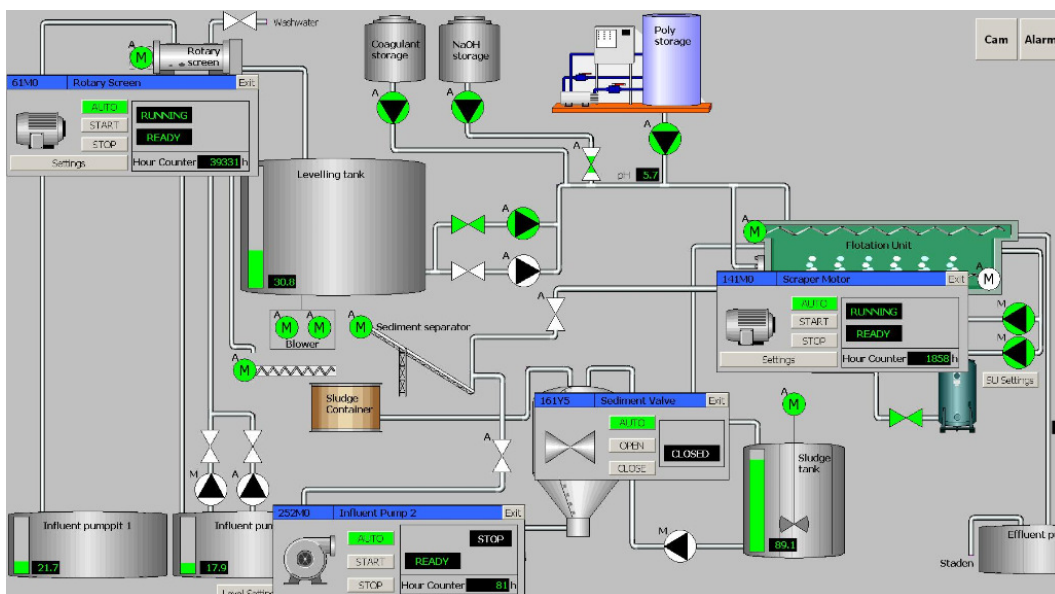
**Kuvio 32.** Settings-napilla varustettu moottorihjausikkuna.

Nyt pystyi pääkuvaan lisäämään kaikki moottorien ja pumppujen ohjausikkunat. Tagien laittaminen ohjausikkunaan oli kuvion 33 mukaista.



**Kuvio 33.** Tagien asetus oikeille paikoilleen ohjausikkunaan.

Ohjattavien laitteitten päälle laitettiin napit, joista ohjausikkunan saisi avattua pääkuvasta. Näille napeille laitettiin General-valikosta näkyvyysasetus Invisible, jolloin napista tuli näkymätön. Napin Events-valikkoon laitettiin toiminto Set Bit ja siihen tagi, joka asetti laitteen ohjausikkunan näkyväksi. Kuviossa 34 on useampi ohjausikkuna avattuna pääikkunassa yhtäaikaisesti.



**Kuvio 34.** Pääkuva, jossa on useampi ohjausikkuna avattuna.

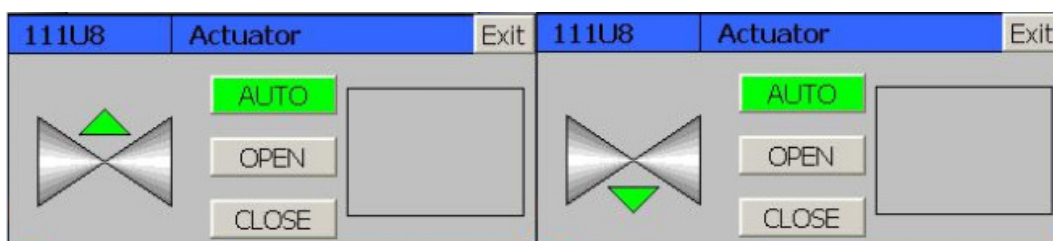
## 6.4.2 Venttiilit

Venttiilien ohjausikkunan luonti tapahtui pääosin samalla tavoin kuin pumppujen ja moottoreiden. Eroina automaattiventtiilien ohjaukselle oli se, että pumpun kuvan asemasta oli venttiilin kuva. Venttiileissä ei myöskään ollut vikatieta, joten kuvaan ei lisätty Fault- ja Ready-indikointeja. Pumppujen käyntitietojen tapaan tehtiin venttiileille tilatiedot, mutta ne olivat auki- ja kiinnitiedot (Open ja Closed). Samalla tavalla ohjaustiedot käsiajolla olivat auki ja kiinni, eli nappeihin kirjoitettiin Open ja Close. Valmis venttiilin ohjausikkuna oli kuvion 35 mukainen eri tiloissa.



**Kuvio 35.** Venttiilien ohjausikkunat eri asentotiedoilla ja ohjaustavoilla.

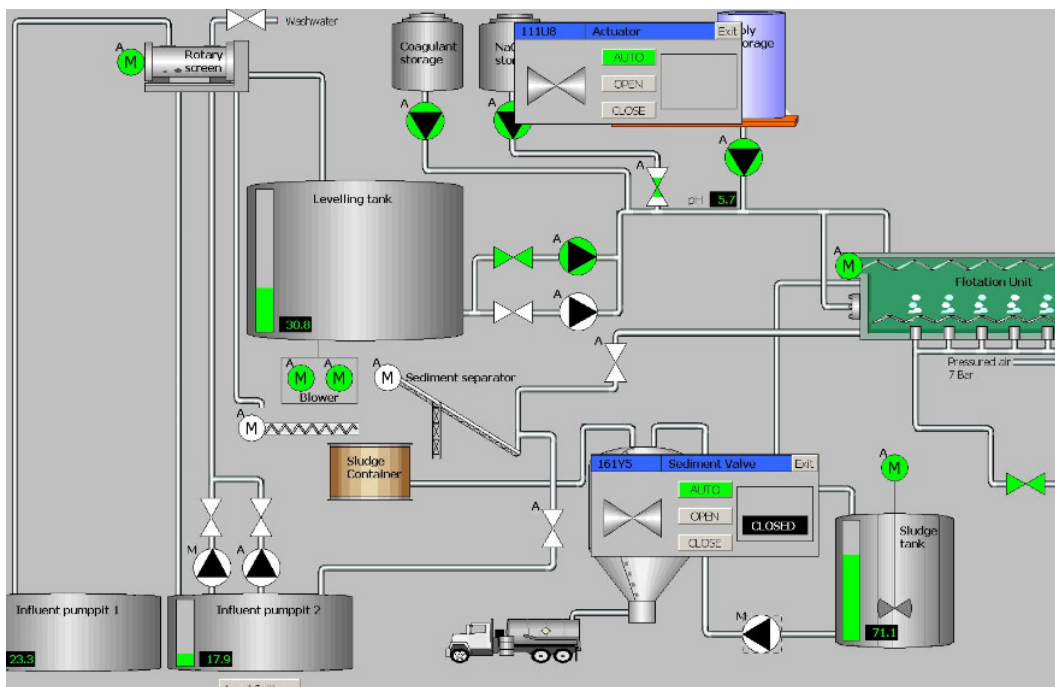
Eräs muista eroava venttiili pystyi olla muussa asennossa kun auki tai kiinni. Venttiilillä ei kuitenkaan ollut asentotietoa. Ohjausikkunassa ei näkynyt asentotietoa, kun venttiili oli pois auki- tai kiinnirajalta. Venttiilin kuvan ylä- ja alapuolelle laitettiin nuolet, jotka näkyivät riippuen venttiilin liikkeestä auki- tai kiinnisuuntaan. Nuolet asetettiin myös vilkkumaan. Nuolien näkyvyyden asettaminen tapahtui samoin, kun aikaisemmin luotujen toimintojen. Kuviossa 36 on esitetty kuva erikoisventtiilistä aukeamassa ja sulkeutumassa.



**Kuvio 36.** Actuator-venttiilin ohjausikkuna venttiilin ollessa liikkeessä.

Venttiilien ohjausikkunat lisättiin pääkuvaan, kun kaikki niiden ohjausikkunat olivat valmiit. Venttiilien ohjausikkunat lisättiin kuten aikaisemmin lisätyt pum-

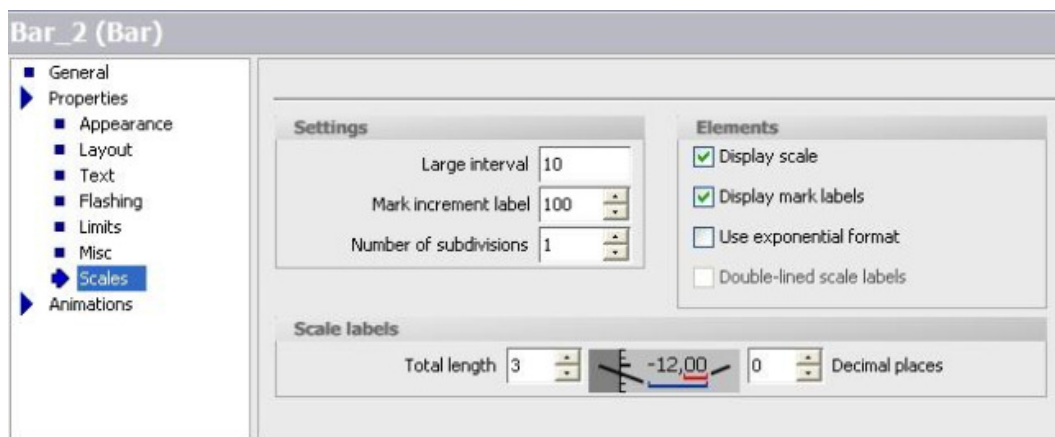
put ja moottorit. Kuviossa 37 on esitetty kahdentyyppiset venttiilien ohjausikkunat pääkuvassa.



**Kuvio 37.** On/Off- ja Actuator-venttiilien ohjausikkunat pääkuvassa.

### 6.4.3 Mittaukset ja asetukset

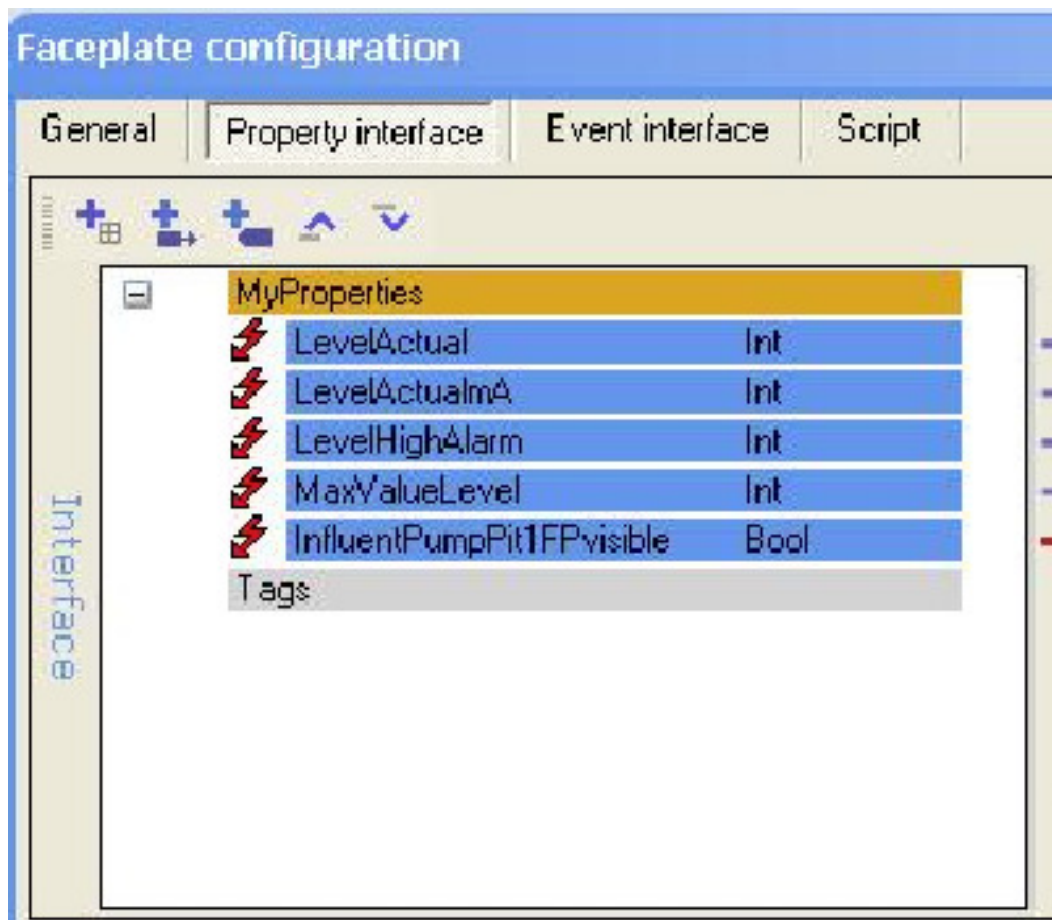
Mittausikkunoiden teko aloitettiin samalla tavalla, kun muidenkin laitteiden ohjausikkunoita. Aluksi lisättiin harmaa neliö, jonka ylälaitaan lisättiin kaksi sinistä neliötä. Neliöihin tuli position ja toimilaitteen nimen paikat sekä Exit-nappi. Mittapalkki Bar laitettiin harmaan neliön vasempaan reunaan kuvaamaan pinnan korkeutta, kun kyseessä oli pinnanmittausikkuna. Appearance-valikosta asetettiin aluksi mittapalkin täyttöväreiksi vihreä ja taustaksi harmaa. Seuraavaksi asetettiin Scales-valikosta kuvan 38 mukaiset asetukset, jolloin mittapalkista saatiin neliön sivuun sopivan pituinen mitta-asteikko.



**Kuvio 38.** Mittapalkin Scales-valikko.

Mittapalkin ulkoasun ollessa valmis lisättiin tarvittavan määrän I/O-Field-näyttöjä. Kosketusnäytön sovelluksesta otettiin mallia, jolloin tiedettiin, montako I/O-Fieldiä täytyi lisätä. Määrä ei ollut kaikilla mittauksilla sama. I/O-Fieldeillä kuvattiin mittauksen oloarvoa, tai siihen liittyviä asetuksia. I/O-Fieldeille lisättiin tekstikentät, jotka kertoivat mitä ne ilmaisivat. Näyttöjen perään lisättiin myös yksikkötiedot. I/O-Fieldien Appearance-valikosta asetettiin tekstin väriksi vihreä ja taustan väriksi musta. General-valikosta aseteltiin mittaustietojen tyyppiä Output, jolloin näytöstä pystyi vain lukemaan tietoa. Muutettavien asetusten asetuksiin laitettiin tyyppi Input/Output, jolloin asetuksiin pystyi kirjoittamaan ja lukemaan kyseistä tietoa.

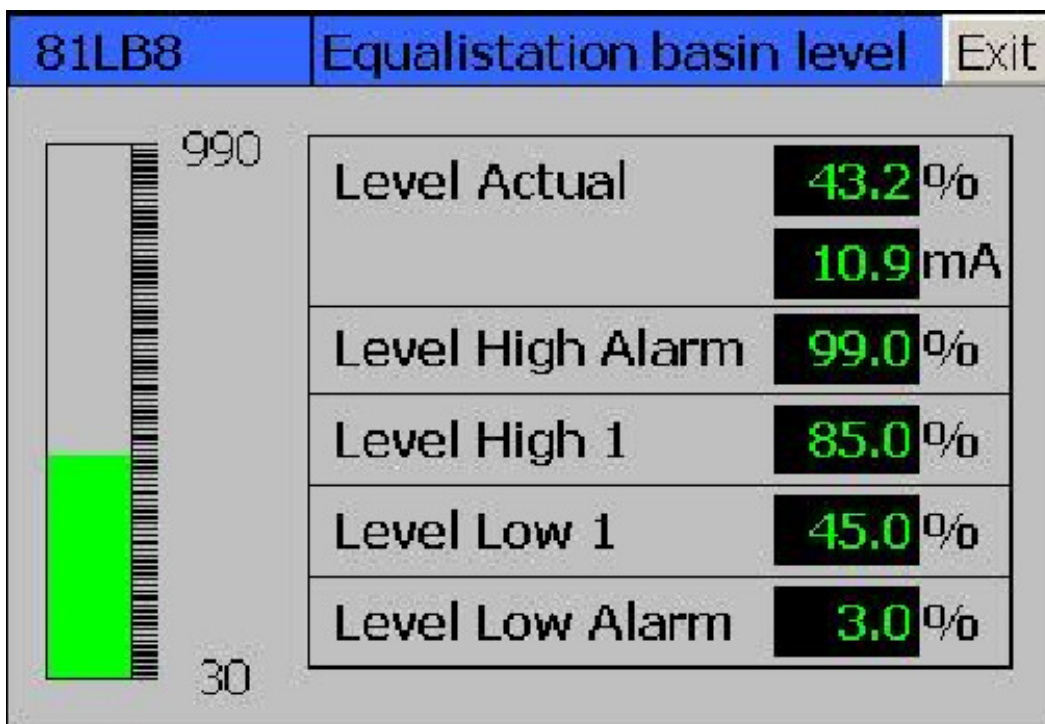
Pinnanmittaus tuli kokonaislukuna asteikolla 0...1 000 % ja 40...200 mA. Merkien määrä piti asetta sen mukaan, että mittaukset näkyivät arvoina 0...100 % ja 4...20 mA. Tämä tapahtui asettelemalla Format-valikosta Format Pattern-kohtaan tarpeeksi numeroita. Tämän asetuksen alapuolella pystyi myös asettamaan desimaalipilkun paikan toiminnolla Shift Decimal Point. Harmaat neliöt asetettiin loppuksi tekstikenttien ja I/O-Fieldien alle toiminnolla Move Selection To The Background. Tämä tehtiin kun edelliset asetukset oli tehty oikein kaikille I/O-Fieldeille. Saatua halutut asiat paikoilleen, alettiin tehdä paikkoja tageille, samoin kuin aikaisemmissakin kohdissa. Kuviossa 39 on esitetty erään pinnanmittausohjauksikkunan tagien paikat.



**Kuvio 39.** Influent Pumppit 1-pinnanmittausikkunan tagien paikat.

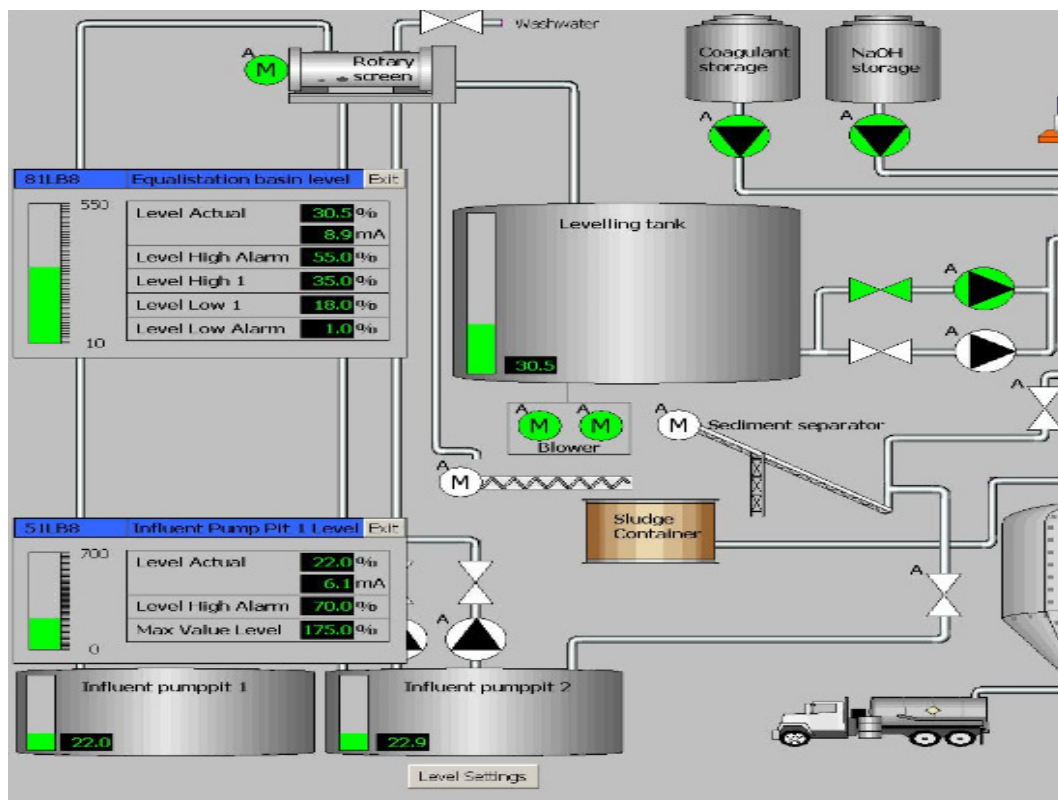
Aluksi lisättiin mittapalkkiin General-valikosta Process-kohtaan tagin paikka, johon mittausarvo tulisi skaalattuna. Saman valikon kohtiin Maximum Value ja Minimum Value tuli tagin paikat, jotka oli tarkoitettu ylä- ja alarajoille. Tällöin pystyttiin esittämään pinnanmittauksen oloarvo rajojen välissä. I/O-Fieldeihin lisättiin niille tarkoitetut tagit General-valikosta. Valmis pinnanmittausohjausikkuna oli ajossa kuvion 40 mukainen.





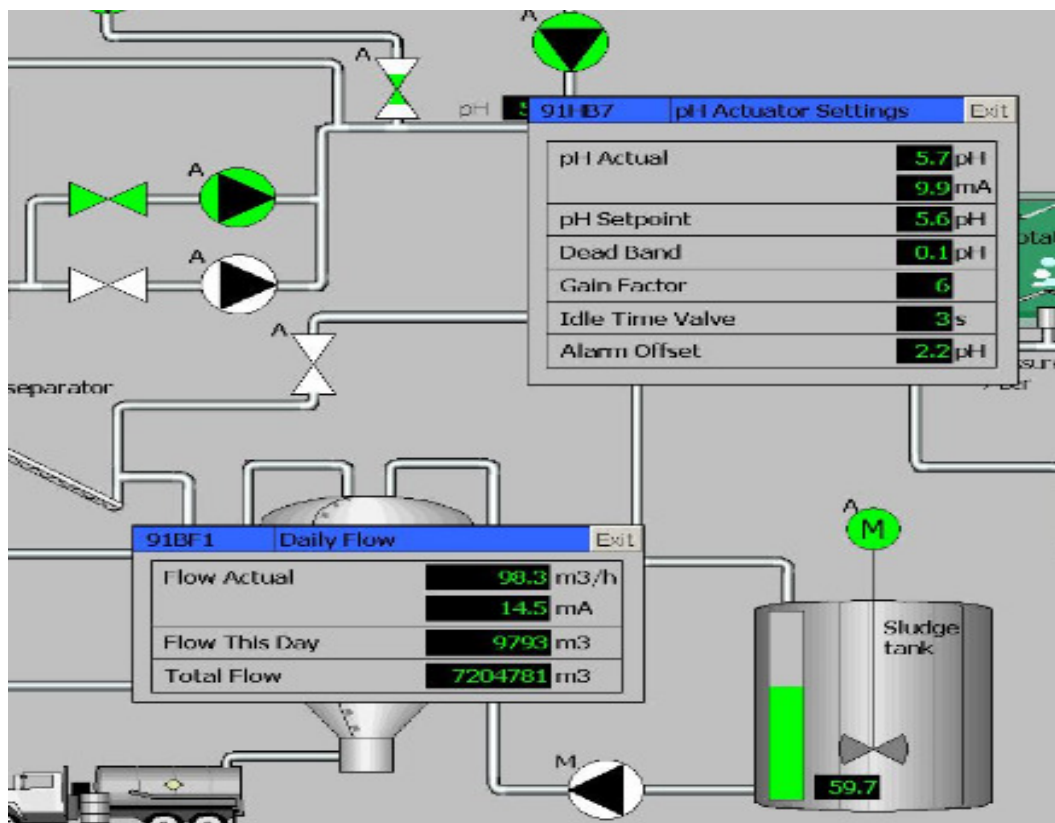
**Kuvio 40.** Valmis pinnanmittausohjaisikkuna.

Pinnanmittauspalkit erosivat toisistaan hieman, mutta luomisprosessi oli kaikissa lähes samanlainen. Pinnanmittaukset lisättiin avautumaan näkymättömillä napeilla samoin kun pumput, venttiilit ja moottorit. Nappi lisättiin päänäytön pinnanmittauspalkkien kohdalle. Kuviossa 41 on esitetty muutamia pinnanmittauksien ohjaisikkunoita pääkuvassa.



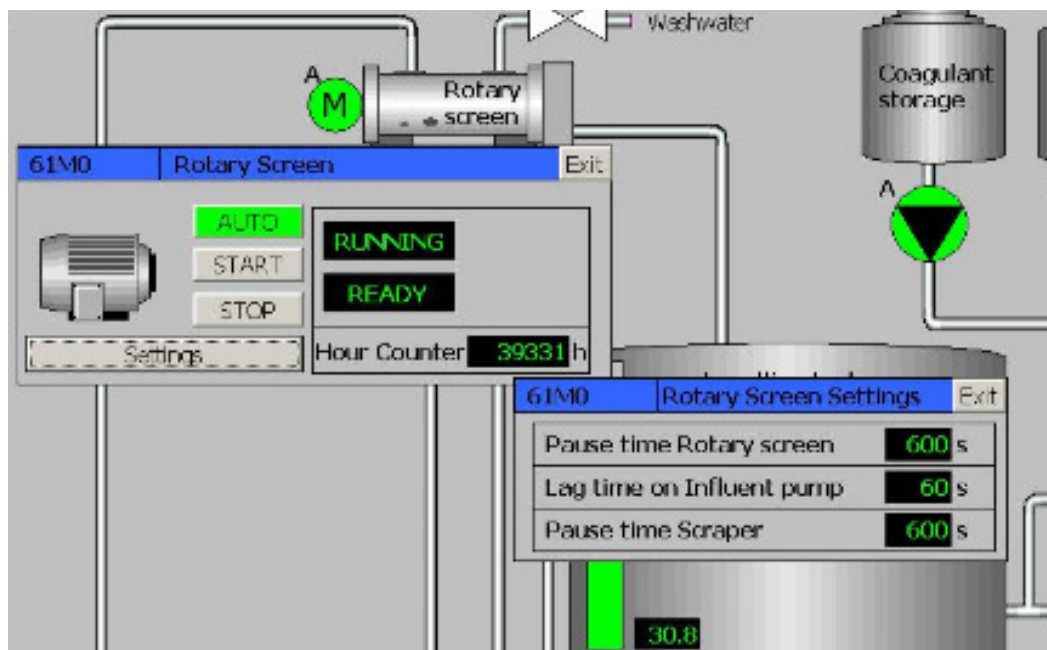
**Kuvio 41.** Pinnanmittauksien ohjausikkunoita pääkuvassa.

Projektissa oli myös muita mittauksia, mutta niissä ei tarvittu mittapalkkia. Nämä mittaukset tehtiin samalla tavalla kuin pinnanmittausohjausikkunat, mutta niistä jätettiin pois mittapalkki. Kuviossa 42 on päänäyttöön avatut pH-mittauksen ja virtausmittauksen ohjausikkunat.



**Kuvio 42.** Virtaus- ja pH-mittauksen ohjausikkunat.

Kuten kohdassa 6.4.1 kerrottiin, tietyillä laitteilla oli erillisiä asetuksia. Nämä asetusikkunat tehtiin samalla tavalla kun mittaukset. Näihin ikkunoihin ei tullut mitausarvoja, vaan kaikki asetukset olivat I/O-Fieldeissä tyyppiä Input/Output. Tällöin kaikkien asetusten muuttaminen oli mahdollista. Kuviossa 43 on esitetty eräs moottori ja siihen liittyvän laitteen asetusikkuna.



**Kuvio 43.** Settings-napilla varustettu moottorinohjausikkuna ja sen asetusvalikko.

## 6.5 Testaus

Tietokone, jossa oli WinCC Flexible Runtime-ohjelma, asetettiin MPI-väylällä kiinni PLC:n CPU-yksikköön. Connections-valikosta asetettiin väylän osoitteeksi 10. Osoite nähtiin Simatic Managerilla ohjelman Hardware-asetuksista. Käynnistäessä WinCC Runtimeen päänäyttö avautui. Aluksi tarkastettiin, että kaikki päänäytöllä näkyvät laitteet ja mittaukset näyttivät oikein.

Tämän jälkeen käytiin läpi mittauksia ja niiden asetuksia. Mittauksia ja asetuksia verrattiin valmiin kosketusnäytön mittauksiin ja asetuksiin. Asetuksia kokeiltiin myös vaihtaa, jolloin asetukset vaihtuivat päänäytöllä ja kosketusnäytöllä. Moottoreita, pumppuja ja venttiileitä pystyttiin nyt ajamaan ohjausnäytön avulla. Ohjaukset ja indikoinnit toimivat moitteetta. Avatessa hälytysikkuna, pystyttiin todeta sen toiminta vaihtamalla pumppuja käsisasennolle ja laukaisemalla käyttämättömän pumpun lämpörele. Kuittauspainike toimi samoin kun fyysinen ”Reset”-painonappi. Kokonaisuudessa laitos oli nyt helposti ohjattavissa ja monitoroitavissa.

## 7 LOPPUTULOS JA POHDISKELU

Valmis valvomosovellus toteutti tehtävänsä halutulla tavalla. Kaikki mitä pystyttiin tekemään vanhalla kosketusnäytön valvomosovelluksella, pystyi tekemään nyt myös PC-valvomolla. Tämän lisäksi pystyttiin seuraamaan ja käyttämään muutamaa toimilaitetta, jota alkuperäisessä valvomosovelluksessa ei ollut. Ohjattavuus oli nyt helppoa nopean toiminnan ja indikointien avulla. Päänäytöltä pystyi nähdä heti, mitkä asiat olivat niin kuin pitikin olla. Esimerkiksi samaan aikaan pystyi näkemään kaikkien säiliöiden pinnat ja muut mittaukset. Pumppujen ja moottorien käyntitiedot saatiin nopeasti selville ja niitä pystyttiin ohjaamaan siten, että niiden vaikutus nähtiin myös muussa prosessin osassa. Pumpun tai moottorin lämpöreleen lauetessa alkoi niiden kuvat vilkkua punaisella. Tällöin pystyttiin huomamaan välittömästi missä toimilaitteessa vika syttyi ja vikaan pystyttiin reagoimaan halutulla tavalla. Valvomosovellus tultiin asettamaan Snellman Oy:n lähiverkkoon virtuaalitietokoneelle. Järjestelmään lisättiin uusi verkkokortti, jolla saatiin liitettyä PLC lähiverkkoon Ethernet-kaapelilla. Nyt PLC:tä ohjattiin profinet-väylällä.

Valvomon tulevat käyttäjät olivat tyytyväisiä tulokseen. He pitivät tärkeänä sitä, että nyt koko prosessi mahtui samaan kuvaan ja, että ohjattavuus oli helppoa. Heitä auttoi myös pumppujen käyntituntien näkeminen. Prosessiin oli tuotu uusia mittauksia, moottoreita ja pumppuja. Näitä ei kuitenkaan oltu tuotu jätevedenpuhdistamon logiikkaan, jolloin näitä tietoja ei saatu valvomosovellukseen. Kunnossapitohenkilökunta olisi halunnut tulevaisuudessa myös nämä mittaukset, moottorit ja pumput näkyviin. Nämä toimilaitteet ja mittaukset olivat: Influent Pumppit-altaasta tuli kaksi pumppua ja Sludge tank-säiliön jälkeen oleva säiliön pinnanmittaus ja sekoittajamoottori.

Mahdollisia lisäyksiä valvomo-ohjelmaan voisi myös olla mittausten trendiviivat. Niiden tekeminen jätettiin kuitenkin pois, koska koko valvomon tekeminen oli jo työläs projekti ja trendiviivat eivät olleet niin tärkeitä tässä prosessissa. Toisaalta, jos valvomoon lisättäisiin lisää kohteita, pitäisi prosessikuva jakaa useammalle sivulle selkeyden vuoksi. Tällä hetkellä valvomokuva on selkeä, kun kaikki putkitukset ja säiliöt on saatu samaan kuvaan oikeille paikoilleen.

## LÄHTEET

- /1/ Nieminen, J. 2013. Vaasa. Valvomotoimintojen perusteet. Ohjaus- ja valvomojärjestelmät. Opiskelumateriaali. Sivut 1-22.
- /2/ Siemens ET200. Viitattu 31.12.2013.  
[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/hajautettu\\_io\\_et200.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/hajautettu_io_et200.php)
- /3/ Siemens Simatic Manager. Viitattu 31.12.2013.  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/en/step7/step7-professional/pages/default.aspx>
- /4/ Siemens TIA-portal (WinCC V11). Viitattu 31.12.2013.  
[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/ohjelmistot/tia\\_portal\\_wincc.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/ohjelmistot/tia_portal_wincc.php)
- /5/ Siemens WinCC Flexible. Viitattu 31.12.2013.  
[http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/ohjelmistot/paneelien\\_ohjelmointi\\_wincc\\_flexible.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/ohjelmistot/paneelien_ohjelmointi_wincc_flexible.php)
- /6/ Snellman Oy yritys. Viitattu 31.12.2013. <http://www.snellman.fi/fi/yritys>
- /7/ Snellmannin tarina 1951-2011. Viitattu 31.12.2013. <http://www.snellman.fi/fi/yritys/snellman-kertomus>
- /8/ Stork Aqua. 2004. Lichtenvoorde. Jätevedenpuhdistamon toimintaselostus.

