



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

JÄTEVESIPUMPPAAMON OHJAUS JA VALVONTA LOGIIKALLA

TEKIJÄ:

Petri Surkka

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Petri Surkka			
Työn nimi Jätevesipumppaamon ohjaus ja valvonta logiikalla			
Päiväys	10.5.2016	Sivumäärä/Liitteet	27/3
Ohjaaja(t) yliopettaja Harri Heikura ja lehtori Asko Tikanoja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Schneider Electric Finland Oy			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli uudistaa nykyisin käytössä oleva jätevesipumppaamon ohjaukseen ja seurantaan käytettävä laitteisto sekä laitteistoon kuuluvat ohjelmat. Vanha automatiikka on suunniteltu n. 20 vuotta sitten. Schneider Electric toivoi pumppaamoiden automatiikkaan nykyaikaisempaa vaihtoehtoa. Tarkoituksena oli suunnitella paketti, jota pystyttäisiin hyödyntämään useilla erilaisilla pumppaamoilla eli ohjelmaan piti saada joustavuutta esimerkiksi siten, että sitä voidaan käyttää pumppaamoilla, joissa on eri määrä pumppuja. Ohjaukseen ja valvontaan käytettävä automatiikka toteutettiin Modicon M171P -logiikalla, jota ohjelmoidaan Schneider Electricin SoMachine HVAC -ohjelmalla. Automatiikka suunniteltiin vanhan, pumppaamoilla käytössä olevan automatiikan perusteella. Ohjelman pohjana käytettiin Kallion jätevesipumppaamolla ennen käytettyä TAC:n Menta-ohjelmalla tehtyä ohjelmaa. Pumppaamo sijaitsee Kiuruvedellä. Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin joustava, pumppaamoja ohjaava ja seuraava automatiikka. Samaa ohjelmaa voidaan käyttää usealla eri pumppaamolla. Automatiikka voidaan jakaa kolmeen osaan: logiikkaohjelma, logiikan käyttöliittymä sekä selainpohjainen seurantasivusto, johon päästään käsiksi internetin kautta mikäli kohteessa on internetyhteys. Logiikkaohjelmaan kuuluu ohjaukset, seurannat sekä hälytykset. Automatiikka pystyy ohjaamaan samalla ohjelmalla sekä yhden että kahden pumpun pumppaamoita. Automatiikka seuraa käyntikertoja, käyntiaikoja, pumppujen tuottoa, energiankulutusta sekä ylivuotoa. Siihen pystyy asentamaan myös kaukohälytyksen, joka hälyttää vikatilanteesta pumppaamosta vastaavalle henkilölle.			
Avainsanat ohjelmoitava logiikka, jätevesi, pumppaamo			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Petri Surkka			
Title of Thesis Controlling and Monitoring a Sewage Pump Station with a Programmable Logic			
Date	10 May 2016	Pages/Appendices	27/3
Supervisor(s) Mr. Harri Heikura, Principal Lecturer and Mr. Asko Tikanoja, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Schneider Electric Finland Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to renew the current devices and programs used in controlling and monitoring a sewage pump station. The old automation system was designed 20 years ago. Schneider Electric wanted a more up-to-date automation system. The aim was to create a flexible system that can be used in various sizes and types of pump stations. Pump stations can vary in the amount of pumps.</p> <p>The controlling and monitoring were done with a Modicon M171P operating logic which is programmed with the SoMachine HVAC software made by Schneider Electric. The automation was designed based on the previous system used in the pump stations, which was made with TAC's Menta program. The base of the automation was an old system used in Kallio's sewage pump station. The pump station is in Kiuruvesi.</p> <p>The result of this thesis was a flexible automation system which controls and monitors a sewage pump station. The same program can be used in many different pump stations. The automation can be divided into three parts: the program of the logic, the user interface of the logic and a web browser based monitoring website that can be accessed through the Internet if the target location has an Internet connection. The program of the logic includes controlling, monitoring and alarming. The automation can control pump stations with one or two pumps with the same program. The automation monitors how many times the pump has been used, how long the pump has been used, how much sewage water the pump has pumped, how much energy the pump station has used and how much sewage water has gone into the overflow pipe. A remote alarm can be installed in the automation. If the pump station has some failure, the remote alarm can alert the person responsible of the pump station.</p>			
Keywords programmable logic, sewage water, pump station			
Public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TAUSTATIETOJA	7
2.1	Vesihuolto	7
2.1.1	Puhdas vesi	7
2.1.2	Jätevesi	7
2.2	Schneider Electric	8
2.2.1	Schneider Electric Finland Oy	8
2.2.2	Modicon M171P.....	9
2.2.3	SoMachine HVAC.....	11
3	LOGIIKKAOHJELMA	14
3.1	Ohjaukset.....	14
3.2	Seurannat	14
3.2.1	Käyntikerrat.....	14
3.2.2	Käyntiaika.....	15
3.2.3	Tuotto	15
3.2.4	Energiankulutus	15
3.2.5	Ylivuoto	16
3.3	Hälytykset	16
3.3.1	Pinnankorkeushälytykset	16
3.3.2	Ohjaushälytykset.....	16
3.3.3	Käyntiaikahälytykset.....	17
3.4	Valvonnat.....	17
4	KÄYTTÖPANEELI	19
5	SELAINPOHJAINEN KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	22
6	TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	24
6.1	Testaaminen.....	24
6.2	Käyttöönotto.....	24
7	JATKOKEHITYS	25
8	YHTEENVETO.....	26
	LÄHTEET	27
	LIITE 1: KÄYTTÖLIITTYMÄN PUUSTO	28

LIITE 2: LOGIIKAN I/O-LISTA	31
LIITE 3: LOGIIKAN KYTKENTÄKAAVIO	32

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella erikokoisissa pumppaamoissa toimiva automatiikka jäteveden siirtoa varten. Tavoitteena on, että sama logiikka sekä sen ohjelmat toimivat oikealla tavalla riippumatta siitä, onko pumppaamolla yksi vai kaksi pumppua. Pumppujen ohjaamisen lisäksi automatiikka laskee ja seuraa pumppaamon toimintaa sekä hälyttää vikatilanteesta pumppaamosta vastaavalle henkilölle. Pumppaamoilla nykyisin käytössä oleva automatiikka on 20 vuotta vanha. Uudistettu automatiikka voidaan liittää nykyisin käytettävään valvomo-ohjelmaan.

Työn idea tuli Schneider Electric Finland Oy:n Kuopion toimistolta, koska yrityksessä oli tarve uusia vanhoja pumppaamojärjestelmiä nykyaikaisempiin vaihtoehtoihin. Sillä ei myöskään ollut kokemusta kyseisestä laitteesta eikä ohjelmasta, joten yritys toivoi näiden osaamista myös omalle toimistolleen. Tarkoituksena on työn valmistuessa opastaa Schneider Electricin työntekijöitä niiden käyttöön.

Automatiikan toteuttamisessa käytettiin Modicon M171P -ohjelmoitavaa logiikkaa. Logiikkaa ohjelmoidaan Schneider Electricin SoMachine HVAC -ohjelmistolla. SoMachine HVAC on ilmainen ohjelmisto, jota käytetään Modicon M171/172 -laitteiden ohjelmointiin.

Schneider Electric on maailmanlaajuinen yhtiö. Sillä on 170 000 työntekijää ympäri maapalloa. Schneider Electricillä on Suomessa yli 600 työntekijää yli 20 paikkakunnalla. Kuopiossa Schneider Electric työllistää 15 henkilöä. Schneider Electricin tuotevalikoimaan kuuluu useita erilaisia sähkö- ja automaatiotekniikkaan liittyviä laitteita ja järjestelmiä.

Vesihuollon tarkoitus on toimittaa puhdasta käyttövettä käyttäjille sekä toimittaa käyttäjiltä syntyvä likainen vesi puhdistettavaksi jätevedenpuhdistamolle. Jätevesipumppaamot ovat käytännössä kaivoja, joihin voidaan varastoida jätevettä. Kun jätevettä on pumppaamolla tarpeeksi, toimitetaan sitä eteenpäin jätevesilinjaa pitkin seuraavalle pumppaamolle, niin kauan kunnes se on puhdistamolla.

2 TAUSTATIETOJA

2.1 Vesihuolto

Vesihuolto voidaan jakaa kahteen osaan: puhtaaseen ja likaiseen veteen. Puhtaan veden puolelle kuuluu juomakelpoisen veden toimittaminen käyttäjälle ja likaisen veden puolelle kuuluu käytetyn veden toimittaminen pois kiinteistöltä sekä riittävän hyvä puhdistaminen, jotta vaikutus ympäristölle olisi riittävän pieni, kun se lasketaan takaisin luontoon. Vesihuolto on erittäin tärkeää yhteiskunnalle: se parantaa ihmisten terveyttä sekä minimoi ympäristölle aiheutuvia haittoja.

Suomessa vesihuolto on aloitettu jo 1800-luvun loppupuolella Helsingissä. Kaupungin ensimmäisen vesijohdon rakentaminen aloitettiin 1870-luvulla. Ensimmäinen yleinen viemäri rakennettiin vuonna 1875. Vuonna 2010 Suomessa keskivertokotitalous kulutti vettä vuorokaudessa n. 128 litraa asukasta kohden. Suurin osa vedenkulutuksesta kuluu henkilökohtaiseen hygieniaan sekä WC:n huuhteluun. (Vesilaitosyhdistys 2012.)

2.1.1 Puhdas vesi

Talousvedellä tarkoitetaan ruoan valmistukseen sekä juomiseen riittävän puhdasta vettä. Talousvesi otetaan joko pinta- tai pohjavedestä ja sitä joudutaan sen laadun mukaan yleensä puhdistamaan eri tavoilla ennen sen johtamista käyttäjille. Pintavedestä otettua vettä joudutaan usein puhdistamaan enemmän kuin pohjavettä. Pohjavesi olisi usein riittävän puhdasta käyttäjille sellaisenaan mutta vaatii yleensä käsittelyä verkoston kestävyuden parantamiseksi. Pohjavesi on usein liian hapanta, mikä syövyttää verkostoa. Pohjavesiin voi myös rankkasateiden aikana kulkeutua haitallisia mikrobeja. Pintavesi vaatii aina tehokkaan käsittelyn sillä siihen päätyy likaa ja haitallisia aineita niin ympäristöstä kuin ihmisen toiminnan vuoksi. (Pelto-Huikko ja Vieno 2009.)

Suomessa käyttövesi on laadultaan erinomaista. UNESCO:n julkaiseman raportin mukaan Suomen veden laatu on maailman parasta. (UNESCO 2003.)

2.1.2 Jätevesi

Jätevedellä tarkoitetaan nesteenä käytettyä, käytöstä poistettavaa vettä. Yhdyskuntajätevedellä tarkoitetaan kotitalouksien sekä jätevedenpuhdistamon alueen verkkoon kuuluvan teollisuuden jätevesiä. Kiinteistöissä jätevesi voidaan jakaa kahteen osaan: mustaan veteen, jolla tarkoitetaan WC:n huuhteluun käytettävää vettä sekä harmaaseen veteen, jolla tarkoitetaan keittiössä ja pesemisessä syntyvää jätevettä. Suurin osa ympäristölle haitallisista aineista on mustassa vedessä, kun taas suurin osa jäteveden määrästä on harmaata vettä.

Jätevesi on haitallista ympäristölle sellaisenaan, joten sitä täytyy puhdistaa ennen sen laskemista takaisin luontoon. Vesihuollon tarkoitus on toimittaa tämä vesi käyttäjältä ensin puhdistamolle ja puhdistamolta puhdistettuna takaisin luontoon.

Jätevedenpuhdistamon tarkoituksena on puhdistaa jätevedestä ympäristölle haitalliset aineet. Jätevedestä puhdistetaan mekaanisesti kiinteät ja orgaaniset aineet, hiekka ja rasva. Lisäksi puhdistetaan joko kemiallisesti tai biologisesti ympäristölle haitalliset aineet kuten fosfori ja typpi.

2.2 Schneider Electric

Schneider Electric on ranskalainen kansainvälinen yhtiö. Yhtiö on perustettu vuonna 1836 ja se työllistää n. 170 000 työntekijää ympäri maailmaa. Schneider Electricin pääkonttori sijaitsee Ranskassa, Rueil-Malmaisonin kunnassa. Yhtiön toimitusjohtaja on Jean-Pascal Tricoire. Yhtiön liikevaihto vuonna 2015 oli 26,6 miljardia euroa. Schneider Electricin tuotevalikoimaan kuuluu mm. ohjelmoitavat logiikkajärjestelmät, anturitekniikka, taajuusmuuttajat, varavirtajärjestelmät, sulakkeet sekä paljon muita sähkö- ja automaatiotekniikkaan kuuluvia tuotteita. (Schneider Electric 2016.)

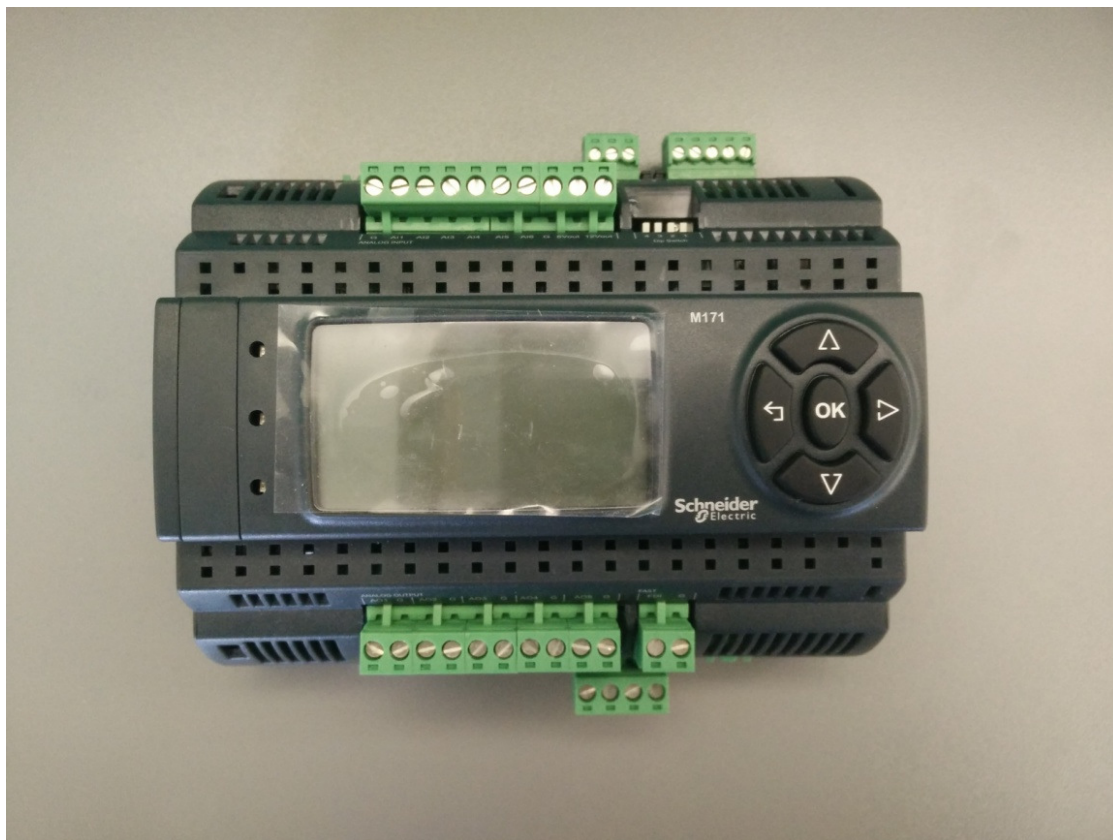
Jätevesipumppaamoilla ennen käytössä olleet laitteet ja ohjelmat olivat TAC:n valmistamia. TAC on nykyään Schneider Electricin tytäryhtiö. TAC keskittyi pääosin rakennusautomaatioon, joten aikaisemmin pumppaamosovelluksissa käytetyt laitteet ovat paremmin soveltuvia rakennusautomaatiokohteisiin. Tämä oli yksi syy miksi Schneider Electric halusi päivittää nämä laitteet nykyaikaisempiin.

2.2.1 Schneider Electric Finland Oy

Suomessa Schneider Electricillä on yli 600 työntekijää yli 20 paikkakunnalla ympäri maata. Schneider Electric Finland Oy:n pääkonttori sijaitsee Espoossa. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2014 hieman yli 70 miljoonaa euroa. Kuopiossa Schneider Electric työllistää 15 henkilöä. Kuopion konttorin työnkuvaan kuuluu pääasiassa rakennusautomaatio- sekä turvajärjestelmät. Rakennusautomaatioon kuuluu ilmanvaihto- sekä lämmönjakojärjestelmät ja turvajärjestelmiin kuuluu palo-, kulunvalvonta- sekä videojärjestelmät. (Schneider Electric 2016.)

2.2.2 Modicon M171P

Tässä työssä käytössä oli Modicon M171P -ohjelmoitava logiikka. Logiikka on tarkoitettu pääosin rakennusautomaatio- sekä pumppaamosovelluksiin.



KUVA 1. Modicon M171P -ohjelmoitava logiikka.

Logiikan käyttöjännitteenä käytetään joko 24 VAC tai 24 – 48 VDC. Logiikassa on yhteensä kuusi analogista sisääntuloa (AI = analog input), joista kaksi on tarkoitettu lämpötilanmittaukseen ja loput neljä voidaan ohjelmoida eri anturityypeille. Lisäksi logiikassa on yhteensä yhdeksän digitaalista sisääntuloa (DI = digital input), joista kahdeksan toimii joko 24 VAC:hen tai 48 VDC:hen asti, ja yksi nopea digitaalitulo, jota käytetään esimerkiksi energianmittauksessa pulssien laskentaan. Digitaalisia ulostuloja (DO = digital output) on yhteensä seitsemän, joista kaksi toimii vaihtokoskettimina ja loput viisi sulkeutuvina koskettimina. Analogisia ulostuloja (AO = analog output) on logiikassa yhteensä viisi, jotka voidaan ohjelmoida antamaan joko 0 – 10 V tai 4 – 20 mA viestiä.

Logiikassa on myös pieni näyttö, jonka käyttäjä voi ohjelmoida haluamallaan tavalla. Lisäksi näytön käyttöä varten on logiikassa painikkeet, jotka voidaan myös ohjelmoida toimimaan halutulla tavalla. Logiikan etupaneelissa on myös kolme LED-valoa, jotka voidaan ohjelmoida kiinni, käyntiin tai vilkkumaan.

Logiikkaan on myös saatavana erilaisia lisävarusteita. Esimerkkinä lisävarusteista on Ethernet-liitäntälaitte (kuva 2), joka oli käytössä tässä työssä. Toinen esimerkki on lisä-I/O-paketti (kuva 3),

jolla saadaan helposti lisättyä sisään- ja ulostuloja, mikäli kohde sellaisia vaatii. Tässä työssä ei lisä-I/O-pakettia tarvittu.



KUVA 2. Ethernet-liitäntälaite



KUVA 3. Lisä-Input/Output-paketti

2.2.3 SoMachine HVAC

SoMachine HVAC on ohjelmisto, joka on tarkoitettu Modicon M171/172 ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointiin. Ohjelmisto sisältää viisi eri ohjelmaa, joilla tehdään eri osa ohjelmoinnista. SoMachine HVAC on ilmainen ohjelma.

2.2.3.1 Application

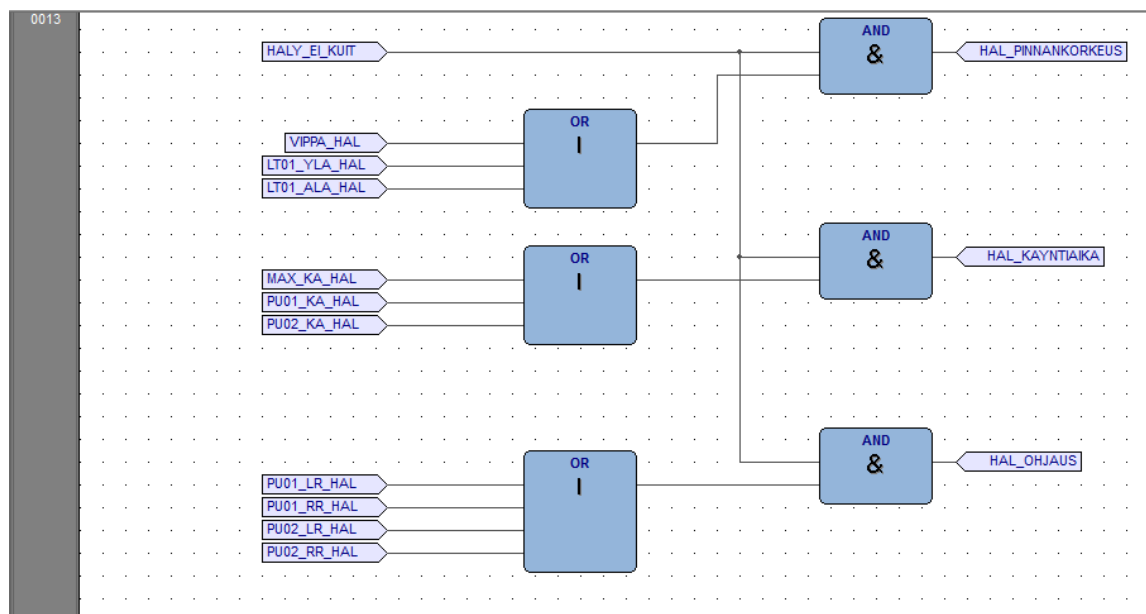
Application osa ohjelmasta on tarkoitettu varsinaisen logiikan ohjelman sekä siihen liitettävän selaimella käytettävän verkkokäyttöliittymän tekemiseen. Ohjelmassa pystyy ohjelmoimaan viidellä eri ohjelmointikielellä. Nämä ohjelmointikielet ovat Instruction list (IL), Function Block Diagram (FBD), Ladder diagram (LD), Structured text (ST) sekä Sequential function chart (SFC). Kaikki viisi ohjelmointikieltä ovat standardin IEC 61131-3 mukaisia ohjelmointikieliä. IEC 61131 on standardi ohjelmoitaville logiikoille. IL sekä ST ovat enemmän tekstipohjaisia ohjelmointikieliä, kun taas FBD, LD ja SFC ovat enemmän grafiikkaan perustuvia ohjelmointikieliä.

```

0001  PU01_TUOT_KV_RESET_RTRIG (clk:= PU01_TUOT_KV_RESET);
0002  PU02_TUOT_KV_RESET_RTRIG (clk:= PU02_TUOT_KV_RESET);
0003
0004  IF PU01_TUOT_KV_RESET_RTRIG.q
0005  THEN;
0006  PU01_TUOT_KV_0 := 0.0;
0007  PU01_TUOT_KV_1 := 0.0;
0008  PU01_TUOT_KV_2 := 0.0;
0009  PU01_TUOT_KV_3 := 0.0;
0010  PU01_TUOT_KV_4 := 0.0;
0011  PU01_TUOT_KV_5 := 0.0;
0012  PU01_TUOT_KV_6 := 0.0;
0013  PU01_TUOT_KV_7 := 0.0;
0014  PU01_TUOT_KV_8 := 0.0;
0015  PU01_TUOT_KV_9 := 0.0;
0016  PU01_TUOT_KV_10 := 0.0;
0017  PU01_TUOT_KV_11 := 0.0;
0018  PU01_TUOT_KV_12 := 0.0;
0019  PU01_TUOT_KV_13 := 0.0;
0020  PU01_TUOT_KV_14 := 0.0;
0021  PU01_TUOT_KV_15 := 0.0;
0022  PU01_TUOT_KV_16 := 0.0;
0023  PU01_TUOT_KV_17 := 0.0;
0024  PU01_TUOT_KV_18 := 0.0;
0025  PU01_TUOT_KV_19 := 0.0;
0026  PU01_TUOT_KV_20 := 0.0;
0027  PU01_TUOT_KV_21 := 0.0;
0028  PU01_TUOT_KV_22 := 0.0;
0029  PU01_TUOT_KV_23 := 0.0;
0030  end_if;
0031

```

KUVA 4. Esimerkki ST-ohjelmointikielestä



KUVA 5. Esimerkki FBD-ohjelmointikielestä

Application-ohjelmassa luodaan ja nimetään ohjelman käytössä olevat muuttujat ja parametrit. Muuttujille ja parametreille annetaan niiden käyttötarkoituksesta riippuen tyyppi ja sijainti. Esimerkiksi muuttuja pystyy olemaan kokonaisluku (Integer) ja sijaitsemaan paikallisissa muuttujissa (Local variables). Mikäli muuttujia tarvitaan muuallakin kuin ohjauksessa, ne pitää lisätä Modbus-väylän muuttujiksi. Modbus-väylän kautta käytettäviä muuttujia pystytään hyödyntämään esimerkiksi logiikan näyttöpaneelissa. Application-ohjelmassa rakennetaan myös logiikan sisäinen, selaimella käytettävä sivu. Jos logiikkaan ladataan HTML-sivu, siihen päästään käsiksi laitteen IP-osoitella.

Logiikan ohjelma voidaan jakaa pienempiin kokonaisuuksiin. Esimerkiksi tässä työssä ohjaukset, seurannat ja hälytykset olivat pienempiä ohjelman osia. Kohteessa ennen käytössä olleessa laitteessa, ohjelma tehtiin yhdeksi isoksi kaavioksi. Ohjelman jakaminen pienempiin osiin selkeytti ohjelman tekemistä huomattavasti. Eri ohjelman osille pystytään myös määrittämään, milloin logiikka käy tämän osan ohjelmasta läpi. Vaihtoehtoja ovat boot, init, background sekä timed. Mikäli ohjelman osa on tyyppiä boot, käy logiikka tämän osan ohjelmaa läpi vain kerran laitteen käynnistyessä. Mikäli ohjelma on tyyppiä init, käy logiikka tämän osan ohjelmaa läpi vain kerran joko laitteen käynnistyessä tai mikäli siihen ladataan uusi ohjelma. Background-tyypin ohjelmat käydään läpi pienemmällä prioriteetilla kuin timed. Timed-tyypin ohjelmat logiikka käy läpi ennalta asetetun väliajoin, tässä työssä käytetty arvo oli sata millisekuntia.

Käyttäjät pystyvät myös itse luomaan function blockeja. Tämä on käytännöllistä erityisesti silloin, kun sama toiminto pitää toistaa useassa paikassa. Tässä työssä function blockien luominen oli hyödyllistä, koska mikäli function block tehtiin oikein yhdelle pumpulle, voidaan samaa hyödyntää myös toisille pumpuille. Function blockiin määritellään sisään- ja ulostulot sekä toiminta sen sisällä. Samaa function blockia voitiin hyödyntää eri pumpuille tuomalla yhteen function blockiin pumpun 1 tiedot, kun taas samanlaiseen, mutta eri function blockiin pumpun 2 vastaavat tiedot.

2.2.3.2 Connection

Connection-ohjelma on tarkoitettu logiikkaan ladattavien ohjelmien kokoamiseen kokonaisuudeksi. Koska esimerkiksi logiikan ohjelma sekä logiikan näytön käyttöliittymä tehdään eri ohjelmilla, täytyy nämä eri ohjelmat yhdistää Connection-ohjelmalla, jotta ne pystytään lataamaan logiikkaan yhtäaikaaisesti. Myös mikäli samassa kohteessa käytetään useaa eri ohjelmoitavaa logiikkaa, pystytään ne liittämään samaan projektiin Connection-ohjelmalla.

2.2.3.3 Device

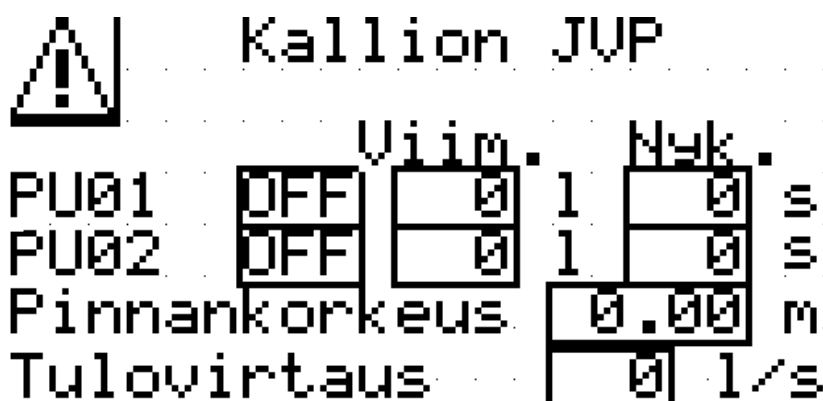
Device-ohjelmalla asetetaan logiikkaan liittyvät asetukset. Näitä ovat esimerkiksi yhteyden muodostamista varten tarvittavat asetukset, kuten yhteydessä käytettävä protokolla sekä osoite. Device-ohjelmalla muodostetaan yhteys tietokoneen ja logiikan välille. Jokainen ohjelma pystyy lataamaan oman osuutensa logiikkaan erikseen, mutta Device pystyy lataamaan kaikkien ohjelmien tiedot yhtäaikaaisesti. Device-ohjelmalla voidaan myös seurata logiikan tulojen ja lähtöjen arvoja reaaliaikaisesti, mikäli ohjelma on yhteydessä logiikkaan.

2.2.3.4 Simulation

Simulation-ohjelmalla pystytään testaamaan logiikan toimintaa ilman itse logiikkaa. Simulation-ohjelmaa ei hyödynnetty tämän työn aikana.

2.2.3.5 User Interface

User Interface -ohjelmalla ohjelmoidaan logiikan näyttö sekä sen käyttöliittymä ja toiminta. Tällä ohjelmalla luotiin kaikki käyttöliittymän sivut sekä puusto, jolla tarkoitetaan käyttöliittymän rakennetta eli sitä, kuinka sivut ovat rakennettu toimimaan keskenään.



The screenshot shows a terminal-style interface for 'Kallion JVP'. It features a warning icon (triangle with an exclamation mark) in the top left. The main content is organized into columns and rows. The first column lists variables: 'PU01', 'PU02', 'Pinnankorkeus', and 'Tulovirtaus'. The second column shows 'OFF' for the pumps. The third column, labeled 'Viim.' (previous), shows '0' for the pumps and '0.00' for the water level. The fourth column, labeled 'Nyk.' (current), shows '1' for the pumps and '0' for the water level. The fifth column shows units: 's' for pumps, 'm' for water level, and 'l/s' for flow rate.

	Viim.	Nyk.	
PU01	OFF	0	1 s
PU02	OFF	0	1 s
Pinnankorkeus	0.00	0	m
Tulovirtaus		0	l/s

KUVA 6. Esimerkki käyttöliittymän sivusta, aloitussivu

User Interface -ohjelmassa pystytään hyödyntämään Modbus-väylässä käytettäviä muuttujia. Esimerkiksi kuvassa 6 näkyy pumppujen tilatiedot, viimeisten pumppausten tuotto, nykyisten pumppausten käyntiaika sekä pumppaamon kaivon pinnankorkeus ja tulovirtaus (kuva 6). Kaikki nämä ovat Application-ohjelmassa määriteltäviä muuttujia, joille annetaan arvot ohjelmassa.

3 LOGIIKKAOHJELMA

3.1 Ohjaukset

Pumppaamon toimintaperiaate: Kaivon pinnankorkeutta mitataan kaivon pohjalta paineeseen perustuvalla mittauksella. Pumpuille annetaan toimintarajat, käyntiraja yhdelle pumpulle, käyntiraja toiselle pumpulle sekä pysäytysraja. Mikäli kaivon pinnankorkeus ylittää yhden pumpun käyttörajan, käynnistyy ensimmäinen pumppu. Yhden pumpun käyntirajan ylittyessä pumpuilla on käytössä vuorottelu, jossa ohjelma tarkistaa ensin kumman pumpun on vuoro käynnistyä. Tällä estetään toisen pumpun liiallinen kuluminen. Mikäli ensimmäinen pumppu on ollut käynnissä riittävän kauan yksin tai kaivon pinnankorkeus nousee yli kahden pumpun käyntirajan, käynnistyy toinen pumppu avuksi. Pumput pysähtyvät, kun kaivon pinnankorkeus on laskenut alle pysäytysrajan. Mikäli kaksi pumppua käynnistyvät tai pysähtyvät yhtäaikaisesti, voi käyttäjä asettaa toiselle pumpulle käynnistys- ja pysäytysviiveen, jolla vältetään suurien virtapiikkien syntyminen verkossa.

Pumppaamolla voi olla käytössä myös niin sanottu hörppäystoiminto. Hörppäystoiminnossa käynnistyvät molemmat pumput ja käyvät niin kauan kunnes kaivon pinnankorkeus alittaa hörppäystoiminnolle asetetun rajan. Hörppäystoiminnon käyttämä pysäytysraja on alhaisempi kuin normaali pysäytysraja. Hörppäystoiminto voidaan käynnistää käsin tai sille voidaan asettaa pumppujen käyntikertoihin perustuva raja. Hörppäystoiminnon tarkoitus on tyhjentää kaivo täysin, koska kaivon pohjalle kerääntyy ajan myötä kiinteää lietettä, joka hajoaa, kun se pumpataan eteenpäin. Tämä toiminto on kuitenkin hyvin harvoin käytössä. Hörppäystoiminnon aikana pumppaamon hälytykset eivät ole käytössä, koska sen pysäytysraja on alhaisempi kuin kaivon pinnankorkeuden alarajahälytys. Hörppäystoiminnon jälkeen hälytykset toimivat jälleen, kun kaivon pinnankorkeus on ylittänyt alarajahälytys-rajaa.

3.2 Seurannat

Logiikkaan ohjelmoitiin myös monia eri seurantoja, joilla voidaan seurata pumppaamon toimintaa sekä verrata eri aikajaksojen välisiä arvoja. Tässä työssä seurattavia arvoja olivat käyntikerrat, käyntiaika, tuotto, energian kulutus sekä ylivuoto. Monia seurantoja käytettiin hyväksi myös ohjelman muissa toiminnoissa.

3.2.1 Käyntikerrat

Käyntikertalaskuri laskee pumppujen käyntikertoja ja kirjaa ne joka kerta pumpun käynnistyessä. Pumppaamolla lasketaan erikseen molempien pumppujen käyntiajat. Tässä työssä pumppujen käyntikerrat lasketaan kuluvalle vuorokaudelle, edelliselle vuorokaudelle, kuluvalle kuukaudelle, edelliselle kuukaudelle. Lisäksi käytössä on kumulatiivinen laskenta, joka laskee pumpun käyntikerrat yhteen laskuriin. Kumulatiivinen laskenta ei nollaannu ilman, että käyttäjä nollaa sen itse. Kuluvan vuorokauden laskenta nollautuu aina vuorokauden vaihtuessa. Kuluvan kuukauden laskenta nollautuu aina kuukauden vaihtuessa. Käyntikertalaskuria käytetään myös hörppäystoiminnon

ohjaamiseen. Vuorokauden ja kuukauden vaihtuessa siirtyy kuluvan vuorokauden ja kuukauden mittaustiedot edelliselle vuorokaudelle ja kuukaudelle.

3.2.2 Käyntiaika

Käyntiaikalaskuri laskee pumppujen käyntiaikoja. Pumppaamalla lasketaan erikseen molempien pumppujen käyntiajat. Tässä työssä käyntiaika laskettiin viimeiselle pumppaukselle, kuluvalle vuorokaudelle, edelliselle vuorokaudelle, kuluvalle kuukaudelle, edelliselle kuukaudelle. Lisäksi käytössä on kumulatiivinen laskenta. Kumulatiivinen laskenta laskee pumpun käyntiaikaa yhteen eikä se nollaannu, mikäli käyttäjä ei sitä itse nollaa. Kumulatiivista laskentaa käytetään pumppujen huoltovälien seurantaan. Esimerkiksi pumpulla voi huoltoväli olla 10 000 tuntia ja kun ohjelman mukaan pumppu on käynyt 10 000 tuntia, automatiikka antaa huoltovälihälytyksen pumppaamon huoltajalle. Käyntiaikalaskentaa hyödynnetään myös pumpun tuottoa laskevassa laskurissa. Käyntiaikalaskuria käytetään myös kuivakäyntihälytyksessä sekä mittaamaan milloin toinen pumppu on käynnistettävä ensimmäisen avuksi.

3.2.3 Tuotto

Tuottolaskuri laskee pumppujen siirtämää jäteveden määrää. Pumppaamalla lasketaan erikseen molempien pumppujen tuotto. Tuotto lasketaan kaivon pinnankorkeuden muutoksen sekä tulovirtauksen perusteella. Mikäli pumput ovat käynnissä, oletetaan tulovirtauksen olevan sama koko pumppauksen ajan. Tässä työssä pumppujen tuotto laskettiin viimeiselle pumppaukselle, kuluvalle vuorokaudelle, edelliselle vuorokaudelle, kuluvalle kuukaudelle, edelliselle kuukaudelle. Lisäksi käytössä on kumulatiivinen laskenta. Tuotto laskettiin myös viimeisen vuorokauden aikana erikseen jokaiselle tunnille. Viimeisin pumppaus lasketaan litroina mutta muut mittaukset kuutioina.

3.2.4 Energiankulutus

Mikäli pumppaamalla on energiamittari, voidaan energiankulutuslaskuria hyödyntää pumppaamon energiankulutuksen laskentaan. Energiamittarilta tulee impulssiviesti, jota logiikka voi hyödyntää energianmittaukseen. Mittarilta tulee tietty määrä impulsseja yhtä kilowattituntia kohti, minkä suhteen käyttäjä voi itse määritellä logiikkaan. Energiankulutus laskettiin koko pumppaamolta. Energianmittaus erittelee päivä- ja yöaikaan tapahtuvan energiankulutuksen. Päivä- ja yösähkön erittely voidaan perustella sähköyhtiöiden käyttämien tariffien takia. Mikäli asiakkaalla on sähkösopius, jossa eritellään energian hinta päivän ja yön ajalle, tämän laskurin tietoja voidaan verrata energiayhtiön laskutukseen. Päiväsähköön lasketaan kulutus, mikä tapahtuu kello 07.00 ja 22.00 välisenä aikana ja yösähköön lasketaan kulutus mikä tapahtuu kello 22.00 ja 07.00 välisenä aikana. Tässä työssä energiankulutus laskettiin edelliselle vuorokaudelle, edelliselle kuukaudelle. Lisäksi käytössä on kumulatiivinen laskenta, jonka käyttäjä pystyy nollamaan.

3.2.5 Ylivuoto

Ylivuotolaskuri laskee pumppaamon ylivuotoputken menevän jäteveden tilavuutta. Mikäli pumppaamossa on ylivuotoputki, määrittelee käyttäjä sen korkeuden. Mikäli kaivon pinnankorkeus ylittää ylivuotoputken pinnankorkeuden, ohjelma olettaa, että kaikki kaivoon tuleva tulovirtaus menee ylivuotoputkeen. Ylivuotolaskenta olettaa, että kaivon tulovirtaus on sama niin kauan, kunnes kaivon pinnankorkeus alittaa ylivuotoputken rajan. Tässä työssä ylivuoto lasketaan kuluvalle vuorokaudelle, edelliselle vuorokaudelle, kuluvalle kuukaudelle ja edelliselle kuukaudelle.

3.3 Hälytykset

Pumppaamolla on myös erilaisia hälytyksiä. Mikäli hälytys kestää riittävän kauan, aktivoituu logiikassa kaukohälytys-ulostulo, joka yleensä on kytkettynä GSM-lähettimeen, joka lähettää hälytyksestä tekstiviestin pumppaamosta vastaavalle henkilölle. Pumppaamon hälytykset jaetaan kolmeen eri osaan: pinnankorkeushälytykset, ohjaushälytykset sekä käyntiaikahälytykset.

Tässä työssä logiikan etupaneelissa olevat ledit ohjelmoitiin palamaan seuraavasti: vihreä ledi palaa yhtäjaksoisesti, mikäli järjestelmässä ei ole hälytyksiä päällä eikä kuittaamatta, keltainen ledi palaa, mikäli järjestelmässä on kuittaamattomia hälytyksiä ja punainen ledi palaa, mikäli järjestelmän jatkohälytys-lähtö on aktivoitunut.

3.3.1 Pinnankorkeushälytykset

Pinnankorkeushälytyksiä on neljä erilaista. Alarajahälytys aktivoituu, mikäli pumppaamon pinnankorkeus alittaa käyttäjän asettaman alarajan. Ylärajahälytys aktivoituu, mikäli pumppaamon pinnankorkeus ylittää käyttäjän asettaman ylärajan. Vippahälytys aktivoituu, mikäli kaivossa sijaitseva erillinen mekaaninen pinnankorkeuden rajakytkin aktivoituu. Mekaaninen rajakytkin tarvitaan pinnankorkeusanturin rikkoutumisesta aiheutuvan tulvimisen estämiseksi. Anturihälytys aktivoituu, mikäli pinnankorkeusmittauksessa käytettävä anturi menee rikki tai sen johdin irtoaa logiikasta.

3.3.2 Ohjaushälytykset

Ohjaushälytyksiä on kahta erilaista. Lämpörehälytys aktivoituu, mikäli pumpun ohjauksessa käytettävä lämpörele toimii ja se sulkee oman hälytyskoskettimensa. Ristiriitahälytys aktivoituu, mikäli pumpun käyttökytkin on automaattiasennossa ja pumppu käynnistetään ohjelmasta eikä käynnisty tai mikäli käyttökytkin on automaatti asennossa ja pumppu käy vaikka automaatiikka ei ohjaa sitä päälle. Pumpun käyntitieto saadaan sitä ohjaavalta kontaktorilta. Yleensä ristiriitahälytys johtuu pumppua ohjaavan kontaktorin jumiutumuksesta. Käyttäjä voi määrittää asetuksista, kuinka kauan ristiriita voi olla päällä ennen kuin siitä tulee hälytys.

3.3.3 Käyntiaikahälytykset

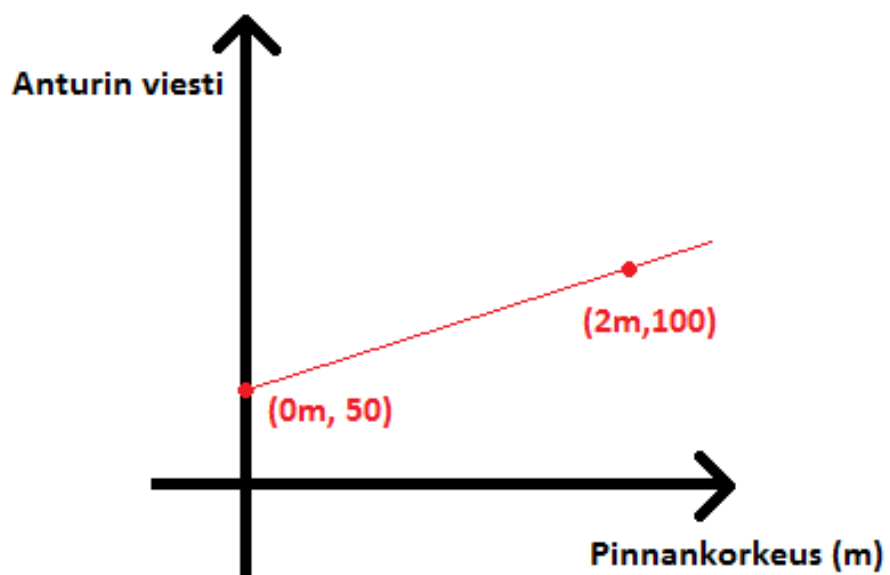
Käyntiaikahälytyksiä on kahdenlaisia. Huoltovälihälytys aktivoituu, mikäli pumpun käyntiaika ylittää pumpulle asetetun huoltovälin. Kuivakäyntihälytys aktivoituu, mikäli pumppu käy yhtäjaksoisesti yli käyttäjän asettaman rajan. Kuivakäyntihälytysraja asetetaan niin isoksi, että voidaan olettaa, että kaivossa ei ole enää vettä mutta pumppu käy silti.

3.4 Valvonnat

Logiikka valvoo myös useita erilaisia asioita, mutta ei tallenna niitä mihinkään. Logiikka laskee pumppaamolle tulovirtauksen. Tulovirtauksen laskenta perustuu kaivon pinnankorkeuden nousuun sekä kaivon pohjan pinta-alaan. Tässä mittauksessa oletetaan kaivon pinta-alan olevan sama koko kaivon syvyydeltä. Mikäli pumppu käy tai ylivuotoraja ylittyy, oletetaan tulovirtaus samaksi kuin se oli hetkellä ennen pumpun käynnistymistä tai ylivuotorajan ylittymistä. Tulovirtausta käytetään hyväksi pumppujen tuoton sekä pumppaamon ylivuodon laskennassa.

Logiikka voi myös mitata pumppujen kuluttamaa virtaa, mikäli pumppaamolla on virtamittarit sitä varten. Tässä työssä pumppujen virtamittari lähettää viestiä logiikan analogiatuloon, minkä käyttäjä voi itse skaalata näyttämään logiikassa oikeaa arvoa.

Sekä pinnankorkeusmittauksen että pumppujen kuluttaman virran antureiden skaalaus tapahtuu muodostamalla suora kahden mittauspisteen välille. Käyttäjä voi myös määritellä käytössä olevan anturin viestin tyyppin. Tässä laitteessa analogiatuloille voidaan määrittää kahdeksan erilaista anturityyppiä. Erilaiset anturityypit ovat: NTC(NK103), DI, NTC(103AT), 4 – 20 mA, 0 – 10 V, 0 – 5 V, PT1000, hO(NTC) sekä da0(PT1000). Esimerkiksi käyttäjä skaalaa pinnankorkeuden kahden pisteen välille siten, että valitsee ensin pinnankorkeudeksi 0 m:ä, katsoo anturin antaman viestin tässä syvyydessä, sitten upottaa anturin 2 m:n syvyyteen veteen ja katsoo anturin antaman viestin tässä syvyydessä. Näiden kahden pisteen avulla ohjelma laskee anturille sopivan suoran, jonka mukaan kaivon pinnankorkeus muodostuu. Kuvassa 7 näkyy esimerkki anturin skaalaamisesta: kun pinnankorkeus on 0 m:ä (anturi ei vedessä), antaa se viestin 50 logiikkaan ja kun anturi upotetaan 2 m:n syvyyteen, on anturin logiikalle antama viesti 100 (kuva 7).



KUVA 7. Esimerkki anturin skaalauksesta ja sen muodostamasta suorasta.

4 KÄYTTÖPANEELI

Toinen työn pääosa oli logiikan käyttöliittymän rakentaminen ja ohjelmointi. Käyttöliittymä ohjelmoidaan SoMachine HVAC User Interface -ohjelmalla. Käyttöpaneelille piti suunnitella puusto ja ohjelmoida se toimimaan halutulla tavalla.

Pieni osa käyttöliittymän puustosta:

Aloitussivu

Hälytykset

Pinnankorkeushälytykset

Ohjaushälytykset

Käyntiaikahälytykset

Hälytysrajat

Pinnankorkeushälytykset

Käyntiaikahälytykset

Seurannat

Käyntikerrat

Käyntiajat

Tuotto

Energiankulutus

Ylivuoto

Asetukset

Käynnistys ja pysäytysrajat

Kello

IP-asetukset

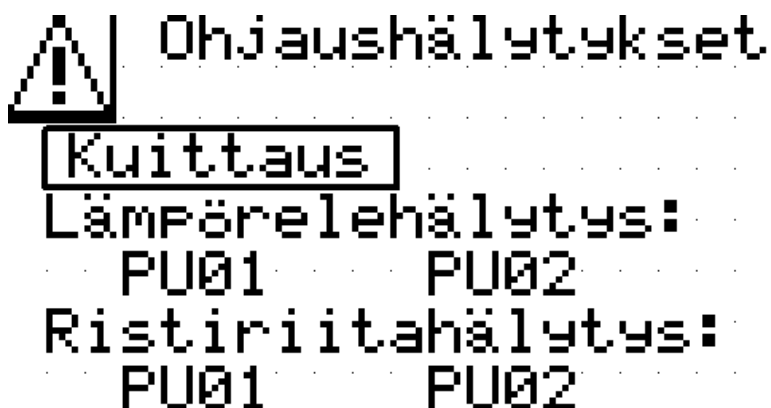
Käsi käyttö

Hörppäystoiminto

Skaalaus

Kaikki sivut ja koko puusto näkyvät liitteessä 1.

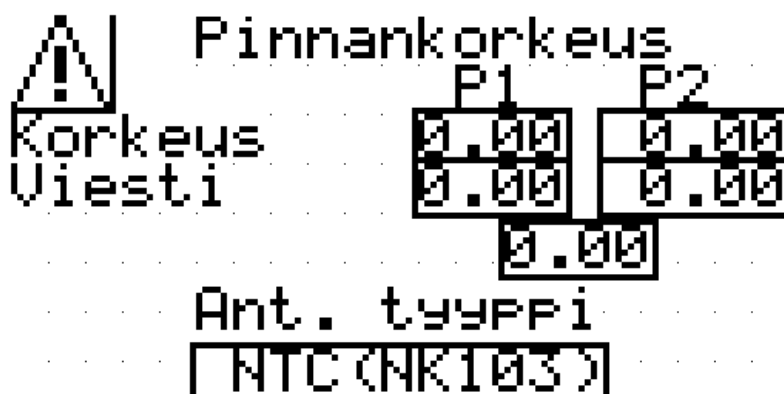
Käyttöliittymän sivuille pystytään määrittämään erilaisia tekstejä sekä kuvia. Tekstit ja kuvat pystytään asettamaan näkymään koko ajan tai ne voidaan sijoittaa johonkin muuttujaan. Esimerkiksi kuvassa 8 näkyvän ohjaushälytykset-sivun yläkulmassa oleva huomautusmerkki näkyy vain, mikäli pumppaamolla on kuitaamattomia hälytyksiä (kuva 8). Muut tekstit näkyvät ruudussa koko ajan. Esimerkiksi ohjaushälytykset-sivulla näkyvät tekstit "Lämpörehälytys" sekä "Ristiriitähälytys" koko ajan, mutta pumppujen tunnukset näkyvät vain silloin, kun kyseisellä pumpulla on tämä hälytys kuitaamatta.



KUVA 8. Ohjaushälytykset-sivu

Ohjaushälytykset-sivulla on myös painike "Kuittaus". Mikäli tätä painiketta painetaan, ilmoittaa käyttöliittymä ohjelmalle, että hälytykset on kuitattu ja mikäli hälytystila ei ole enää voimassa, häviää hälytysilmoitus ruudulta. Mikäli käyttöliittymän painike ohjaa jotain muuttujaa ja halutaan muuttujan palautuvan itsestään takaisin, pitää logiikan ohjelma toteuttaa niin, että käyttöliittymä ohjaa ensin muuttujan johonkin tilaan, minkä jälkeen Application-ohjelmalla tehty ohjelma palauttaa tämän muuttujan normaaliin tilaan. Painikkeet voidaan myös ohjelmoida aukaisemaan jokin tietty sivu käyttöliittymästä. Tällä periaatteella rakennetaan käyttöliittymän puusto.

Käyttöliittymään voidaan lisätä niin sanottuja Edit-laatikoita. Edit-laatikko voidaan asettaa joko RO- tai RW-tilaan. Mikäli laatikko on RO-tilassa, voidaan siitä vain lukea sille laatikolle määrätty muuttuja. Esimerkiksi kuvassa 9, viesti rivin alapuolella oleva Edit-laatikko on tyyppiä RO (Read only) ja kyseisessä laatikossa näkyy anturin antama viesti kyseisellä hetkellä (kuva 9). Mikäli laatikko on tyyppiä RW (read-write), voidaan kyseisen laadikon arvoa muuttaa myös itse. Esimerkiksi skaalauksivulla on useita RW-tyypin laatikoita, joihin käyttäjä voi syöttää skaalauksessa käytettävien pisteiden arvot.



KUVA 9. Pinnankorkeuden skaalaus –sivu

Muuttujille voidaan myös määrittää niiden numeeriseen arvoon perustuvat tekstit. Esimerkiksi kuvassa 9 näkyvä anturin tyyppi on oikeasti numeerinen arvo, mutta ennalta määrätyn taulukon perusteella ohjelma näyttää näytöllä sitä vastaavan tekstin (kuva 9).

TAULUKKO 1. Esimerkki numeerisen arvon ja tekstin välisestä taulukosta

Value	Description
0	NTC(NK103)
1	DI
2	NTC(103AT)
3	4-20 mA
4	0-10 V
5	0-5 V
6	PT1000
7	hO(NTC)
8	daO(PT1000)

Mikäli logiikan käyttöpainikkeita ei paineta, käyttöliittymä palaa aloitusruutuun askelittain kahden minuutin välein.

5 SELAINPOHJAINEN KÄYTTÖLIITTYMÄ

Application-ohjelmalla pystytään luomaan logiikalle tietokoneen tai mobiililaitteen selaimella käytettävä käyttöliittymä. Käyttöliittymän pohjana käytettiin SoMachinen mukana tulevaa Schneider Electricin pohjaa. Web Site -sivulle määritellään ensin aloitussivu sekä sen käyttämä pohja. Sivuja voi lisätä haluamansa määrän. Halutessaan eri sivut voidaan rakentaa eri pohjalle, mutta tässä työssä kaikkien sivujen laadintaan käytettiin samaa pohjaa. Lisätyt sivut näkyvät käyttöliittymässä välilehtinä. Kaikki sivut voidaan nimetä halutulla tavalla ja niille voidaan antaa otsikko.

Sivun rakentaminen tapahtuu lisäämällä haluttuja muuttujia sekä niiden kuvauksia sivulla näkyvään listaan. Punaisen laatikon sisällä kuvan 10 vasemmassa laidassa näkyvät kaikki käyttöliittymän sivut (kuva 10).

The screenshot shows the 'Resources' window with two panes. The left pane displays a tree view of resources, including Configuration, Modbus objects, Menus, I/O Mapping, Alarms, Web Site, and BACnet Objects. The 'Web Site' folder is expanded, and its contents are highlighted with a red box. The right pane shows the configuration for the 'Käyttö' web page, including a table of variables and their properties.

#	Name	Control	Label	Section
1	LT01_R	Text	Pinnankorkeus	
2	PU01_M_R	Text	Pumpun 1 virtä	
3	PU02_M_R	Text	Pumpun 2 virtä	
4	TULOVRTAUS	Text	Tulovirtaus	
5	HALY_KUITTAUS	Checkbox	Hälytysten kuittaus	Hälytykset
6	HALYTYSTEN_ESTO	Checkbox	Hälytysten esto	
7	LT01_ALA_HAL	Checkbox	Alarajahälytys	
8	LT01_YLA_HAL	Checkbox	Ylärajahälytys	
9	VIPPA_HAL	Checkbox	Vippahälytys	
10	MAX_KA_HAL	Checkbox	Kuivakäyntihälytys	
11	PU02_KA_HAL	Checkbox	PU02 huoltovälihälytys	
12	PU01_KA_HAL	Checkbox	PU01 huoltovälihälytys	
13	PU01_LR_HAL	Checkbox	PU01 lämpörelehälytys	
14	PU02_LR_HAL	Checkbox	PU02 lämpörelehälytys	
15	PU01_RR_HAL	Checkbox	PU01 ristiiritäjälytys	
16	PU02_RR_HAL	Checkbox	PU02 ristiiritäjälytys	

KUVA 10. Käyttöliittymän rakentaminen

Tässä työssä "Käyttö"-sivu on aloitussivu. Siihen on lisätty muuttujia sekä niiden selitykset. Sivulle voidaan lisätä myös alaotsikoita lisäämällä "Section"-riville alaotsikon nimi, kaikki tämän muuttujan alapuolella listassa olevat kuuluvat tämän alaotsikon alle, ellei lisätä uutta alaotsikkoa. Lisätyn muuttujan tyyppin mukaan, voitiin "Control"-osasta valita sen esitystapa. Esimerkiksi BOOL (TRUE/FALSE) tyyppin muuttujat, voitiin esittää "Checkbox"-tyyppisenä eli mikäli muuttujan arvo oli FALSE, oli muuttujan kohdalla tyhjä ruutu ja mikäli muuttuja oli TRUE, tuli ruutuun kuittausmerkki. Sen mukaan, oliko muuttuja tyyppiä RO tai RW, määrittyi käyttöliittymään automaattisesti voitiinko

muuttujaa vain lukea vai voitiinko sitä myös muuttaa. Kuvasta 11 näkee, että hälytykset-alaotsikon alla on sekä RO- että RW-tyyppisiä muuttujia (kuva 11).

Käyttö			
Hälytysrajat			
Käsitkäyttö			
Asetukset			
Skaalaukset			
Seurannat			
Käyttö			
Mittaukset ja tilatiedot			
Address	Name	Value	Um
8966	Pinnankorkeus	<input type="text"/>	m
9138	Pumpun 1 virta	<input type="text"/>	A
9140	Pumpun 2 virta	<input type="text"/>	A
9020	Tulovirtaus	<input type="text"/>	l/s
Hälytykset			
Address	Name	Value	Um
9128	Hälytysten kuittaus	<input type="checkbox"/>	
9027	Hälytysten esto	<input type="checkbox"/>	
8963	Alarajahälytys	<input type="checkbox"/>	
8968	Ylarajahälytys	<input type="checkbox"/>	
9022	Vipehälytys	<input type="checkbox"/>	
8969	Kuivakäyntihälytys	<input type="checkbox"/>	
9130	PU02 huoltovälihälytys	<input type="checkbox"/>	
9129	PU01 huoltovälihälytys	<input type="checkbox"/>	
8981	PU01 lämpölehdälytys	<input type="checkbox"/>	
9004	PU02 lämpölehdälytys	<input type="checkbox"/>	
8982	PU01 ristinähdälytys	<input type="checkbox"/>	
9005	PU02 ristinähdälytys	<input type="checkbox"/>	

KUVA 11. Esimerkki käyttöliittymän sivusta

Sivun yläreunassa olevat muuttujat ovat tyyppiä "Text", joten niiden osoittamissa laatikoissa näkyy muuttujan arvo tekstimuodossa. Mikäli näitä muuttujia halutaan muuttaa, tehdään se kirjaamalla laatikkoon muuttujalle uusi arvo.

6 TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Testaaminen

Logiikalle tehtiin myös testausympäristö, jossa sitä voitiin testata toimisto-olosuhteissa. Kaikille DI-tuloille asennettiin kytkimet, jotta voitiin testata mitä tapahtuu, mikäli tähän sisääntuloon tulee viesti. Kaikkiin ulostuloihin asennettiin apureleet, jotka kertoivat, mitkä ulostulot aktivoituivat missäkin tilanteessa. Testausympäristössä kaivoa esitti muovisanko, johon pinnankorkeusanturi upotettiin. Kaivon pinnankorkeutta pystyttiin muuttamaan nostamalla ja laskemalla anturia sangossa. Testausympäristöllä pystyttiin testaamaan pumppaamon normaalitoiminta sekä kaikki mahdolliset vikatilanteet.

6.2 Käyttöönotto

Ennen ensimmäistä käyttöönottoa käyttäjän täytyy mennä logiikassa läpi polku, jossa hän asettelee tärkeimmät parametrit ennen automatiikan kytkeytymistä ohjaamaan pumppuja tai lähettämään hälytyksiä. Tällä estetään pumppaamon vääränlainen toiminta. Mikäli pinnankorkeusanturia ei ole skaalattu oikein tai mikäli käynti- ja hälytysrajoja ei ole asetettu ennen ensimmäistä käyttöönottoa, ei pumppaamo voi toimia oikein. Kun käyttäjä on mennyt alkuparametrien asetusten polun läpi, antaa ohjelma logiikalle luvan ohjata pumppuja tai lähettää hälytyksiä tarpeen mukaan.

7 JATKOKEHITYS

Tällä hetkellä automatiikka toimii oikein riippumatta siitä, onko pumppaamolla yksi vai kaksi pumppua käytössä. Mikäli tuotetta halutaan kehittää lisää, voidaan hieman ohjelmaa muuttamalla sekä lisäämällä mahdollinen lisä-I/O-paketti logiikkaan saada pumppaamo toimimaan oikein myös kolmellakin pumpulla. Lisäksi logiikkaan voitaisiin suunnitella mahdollinen kielen vaihto, jossa logiikan käyttöliittymälle asetetaan mahdollisesti englannin tai ruotsinkielinen vaihtoehto.

Koska logiikassa on Modbus-väylällä muuttujia, voidaan ne lukea myös Schneider Electricin Struxureware-valvomo-ohjelmaan. Mutta koska tässä työssä ei jäänyt aikaa opetella tätäkin ohjelmaa uutena, jää se jatkokehitykseen. Valvomo-ohjelmassa saadaan pumppaamosta selkeämpi kuva sekä reaaliaikaisesti nähtäväksi kaikki tarvittavat arvot. Valvomo-ohjelma voi myös seurata, sekä tallentaa esimerkiksi kaivon pinnankorkeutta ja tehdä siitä käyrän, jossa näkyy, kuinka korkealla kaivon pinta on ollut missäkin tilanteessa. Valvomo-ohjelmaan on myös helppo liittää kaikki samalle huoltajalle kuuluvat pumppaamot.

Joillakin pumppaamoilla pumppujen ohjaukseen käytetään myös taajuusmuuttajia joko säätämään pumppujen pyörimisnopeutta tai toimimaan pehmokäynnistiminä. Käynnistyksessä pehmokäynnistimet nostavat pumppujen pyörimisnopeutta pikkuhiljaa kunnes pumppu pyörii nimellisoopeuttaan. Sammutuksessa ne laskevat pyörimisnopeutta pikkuhiljaa, kunnes pumppu on pysähdyksissä. Mikäli pumppaamolla on käytössä taajuusmuuttajia, voidaan ne liittää väylän välityksellä logiikkaan. Logiikka voi joko ohjata taajuusmuuttajia tai käyttää taajuusmuuttajien mittaustietoja hyväkseen omissa laskennoissa.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella sekä toteuttaa automatiikka jätevesipumppaamolle. Pumppaamoilla käytettävä automatiikka oli vanha, joten uusi automatiikka suunniteltiin vanhan pohjalta. Automatiikan toteuttamisessa käytettiin Schneider Electricin Modicon M171P -ohjelmoitavaa logiikkaa. Logiikkaa ohjelmoitiin Schneider Electricin SoMachine HVAC -ohjelmalla. Työn idea tuli Schneider Electric Finland Oy:n Kuopion toimistolta. Yrityksellä oli tarve uusia vanhoihin pumppaamoihin automatiikka ja se halusi siihen nykyaikaisemman vaihtoehdon.

Vanha automatiikka oli toteutettu TAC:n Xenta-laitteella, jota ohjelmoidaan TAC:n Menta-ohjelmalla. Uusi ohjelma logiikkaan tehtiin vanhan logiikkaohjauksen pohjalta. Logiikkaohjelmaan kuului pumppujen ohjaus, hälytykset sekä toimintojen seuranta. Lisäksi työhön kuului logiikan näytön sekä käyttöpainikkeiden suunnittelu ja ohjelmointi. Pumppaamolle suunniteltiin myös selainpohjainen käyttöliittymä, josta käyttäjä voi internetyhteyden välityksellä nähdä pumppaamon toimintaa sekä lukea tarvittavia seurantatietoja.

Pumppaamon seurantoihin kuuluivat käyntikerrat, käyntiaika, pumppujen tuotto, pumppaamon sähköenergian kulutus sekä mahdollisen ylivuodon laskenta. Pääosin mittaukset tallennettiin kuluvalle vuorokaudelle, edelliselle vuorokaudelle, kuluvalle kuukaudelle, edelliselle kuukaudelle. Lisäksi mittauksiin kuului kumulatiivinen laskenta, jonka käyttäjä pystyi itse nollaamaan.

Työ oli erittäin mielenkiintoinen, sillä logiikkaohjelmointi on aina kiinnostanut minua. Pumppaamoiden toiminta oli tietyltä osaa tuttu aihe, koska olen niiden kanssa ollut tekemisissä töiden puolesta ennenkin. Olen huoltanut jätevesipumppaamoita aina pienistä kiinteistöpumppaamoista kaupungin jätevedenpuhdistamoon saakka. Työ onnistui mielestäni erittäin hyvin, sillä pumppaamolle saatiin toimiva automatiikka sekä siisti ja selkeä käyttöliittymä.

LÄHTEET

KAUPPALEHTI 2016. [verkkosivu] [Viitattu 2016-4-20] Saatavissa:
<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/schneider+electric+finland+oy/01149018>

PELTO-HUIKKO, Aino ja VIENO, Niina 2009: Vesikoulu – Tietopaketti juomavedestä ja sen valmistuksesta Suomessa. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2016-4-26] Saatavissa:
http://www.vesikoulu.fi/assets/docs/vesikoulu_tietopaketti_juomavedesta.pdf

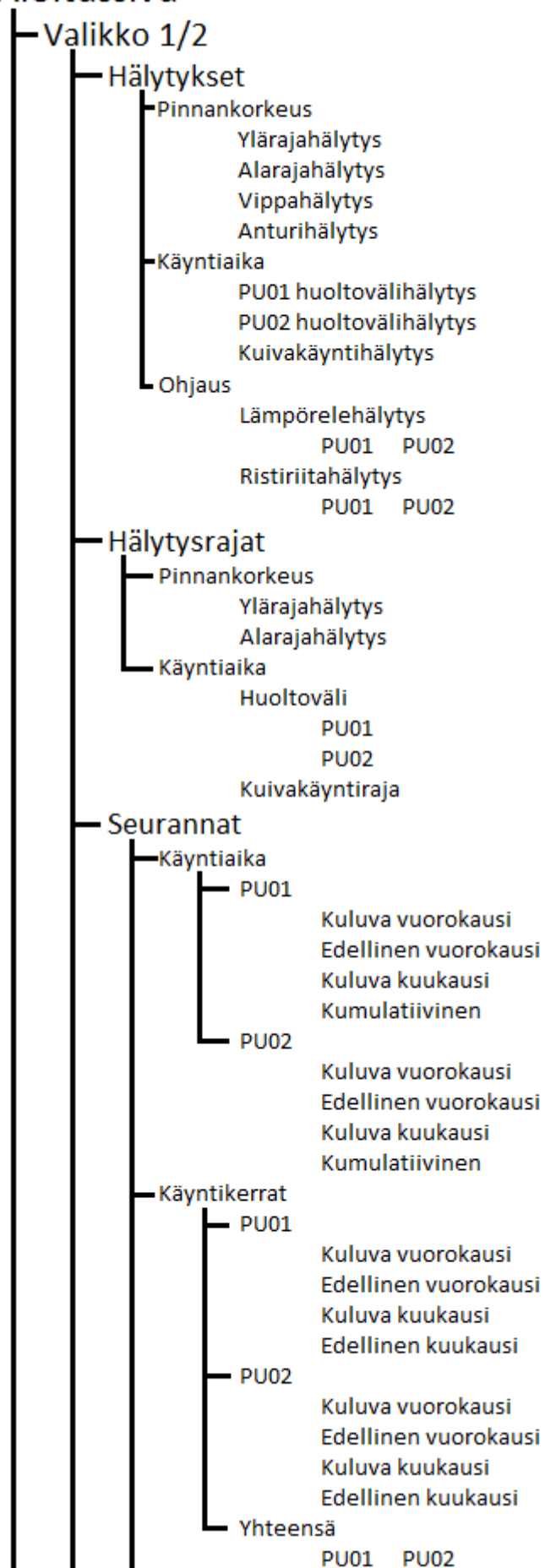
SCHNEIDER ELECTRIC 2016. Yrityksen verkkosivut [verkkosivu] [Viitattu 2016-4-20] Saatavissa:
<http://www.schneider-electric.com/ww/en/>

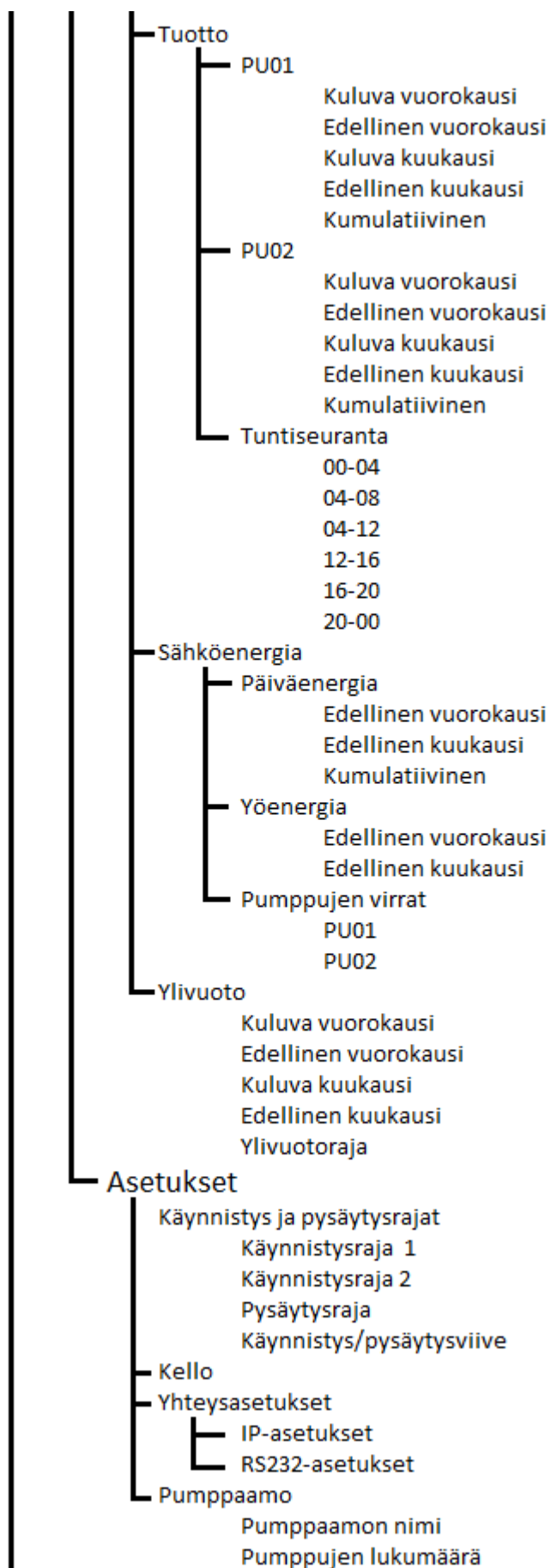
UNESCO 2003. Water for People - Water for life. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2016-4-20] Saatavissa:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf>

VESILAITOSYHDISTYS 2012. Välttämätön vesi. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2016-4-20] Saatavissa:
http://www.vvy.fi/files/2228/valttamaton_vesi_8_6_2012_netti.pdf

LIITE 1: KÄYTTÖLIITTYMÄN PUUSTO

Aloitussivu





Valikko 2/2

Käsi käyttö

PU01

PU02

Pysäytys

Hörppäystoiminto

Hälytysten esto

Hörppäystoiminto

Käytössä (kyllä/ei)

Pysäytysraja

Käyttökertaraja

Skaalaus

Kaivon pinta-ala

Virta

PU01

Mitattu virta (P1/P2)

Anturin viesti (P1/P2)

Anturin nykyinen viesti

Anturin tyyppi

PU02

Mitattu virta (P1/P2)

Anturin viesti (P1/P2)

Anturin nykyinen viesti

Anturin tyyppi

Pinnankorkeus

Mitattu pinnankorkeus (P1/P2)

Anturin viesti (P1/P2)

Anturin nykyinen viesti

Anturin tyyppi

Energianmittaus

Energianmittauksen pulssisuhde

LIITE 2: LOGIIKAN I/O-LISTA

#	Name	Variable	Type	Description
1	AIL1		INT	
2	AIL2		INT	
3	AIL3	LT01_M_AI	INT	Pinnankorkeusanturi
4	AIL4	PU01_M_AI	INT	PU01 virranmittaus
5	AIL5	PU02_M_AI	INT	PU02 virranmittaus
6	AIL6		INT	
7	DIL1	HS31_I	BOOL	Hälytysten esto kytkin
8	DIL2	LSA01_I	BOOL	Mekaaninen pinnankorkeuden rajakytkin
9	DIL3	PU01_H	BOOL	PU01 lämpörehälytys
10	DIL4	PU02_H	BOOL	PU02 lämpörehälytys
11	DIL5	PU01_I	BOOL	PU01 tilan indikointi
12	DIL6	PU02_I	BOOL	PU02 tilan indikointi
13	DIL7	PU01_SI	BOOL	PU01 kytkin automaatti -asennossa
14	DIL8	PU02_SI	BOOL	PU02 kytkin automaatti -asennossa
15	DOL1	PU01_O	BOOL	PU01 ohjaus
16	DOL2	PU02_O	BOOL	PU02 ohjaus
17	DOL3	JATKOHAL_O	BOOL	Jatkohälytys ohjaus
18	DOL4		BOOL	
19	DOL5		BOOL	
20	DOL6		BOOL	
21	DOL7		BOOL	
22	AOL1		INT	
23	AOL2		INT	
24	AOL3		INT	
25	AOL4		INT	
26	AOL5		INT	
27	FDI_counter		UDINT	
28	FDI_frequency		UDINT	
29	FDI_value	EIQ01_CNT	BOOL	Energianmittaus pulssi
30	FDI_reset_counter		BOOL	

LIITE 3: LOGIIKAN KYTKENTÄKAAVIO

