

**Niko Jestoi**

**PUMPPAUSPROSESSIN AUTOMATISOINTI JA  
SOVELLUSSUUNNITTELU**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2015**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

|   |                              |                              |
|---|------------------------------|------------------------------|
| <b>Yksikkö</b><br>Kokkola-Pietarsaari   | <b>Aika</b><br>Toukokuu 2015 | <b>Tekijä</b><br>Niko Jestoi |
| <b>Koulutusohjelma</b><br>Tietotekniikan koulutusohjelma  |                              |                              |
| <b>Työn nimi</b><br>Pumppausprosessin automatisointi ja sovellussuunnittelu   |                              |                              |
| <b>Työn ohjaaja</b><br>Hannu Ala-Pönttiö  |                              | <b>Sivumäärä</b><br>28 + 10  |
| <b>Työelämäohjaaja</b><br>Tuomas Savolainen   |                              |                              |
| <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua ABB:n 800xA-automaatiojärjestelmään sekä automatisoida pumppausprosessi Centria-ammattikorkeakoulun prosessilaboratorioon. Tavoitteena oli myös tehdä tarvittava sovellussuunnittelu sekä operointikuva pumppausprosessille. Pumppausprosessia tullaan käyttämään automaatioon suuntautuvien oppilaiden opetukseen sekä yrityksillä on mahdollisuus käyttää pumppausprosessia testaus- ja koulutuskäytössä.</p> <p>Työssä tehtiin pumppausprosessin automatisointi alusta alkaen, joten työ sisälsi kenttälaite-suunnittelua, instrumentointi- ja sähkösuunnittelua, laitteiden johdotusta sekä sovellus- ja valvomosuunnittelua. Instrumentointi- ja sähkösuunnittelussa käytettiin AutoCAD Electrical -ohjelmistoa. ABB:n Control Builderia käytettiin sovellussuunnitteluun ja Graphics Builderia operointikuvan tekemiseen.</p> <p>Lopputuloksena saatiin toimiva pumppausprosessi, jota voidaan ohjata varsin selkeästä operointikuvasta sekä helposti luettavat dokumentit instrumentoinnista ja sähköistyksestä, jotka voivat olla apuna tulevassa käytössä.</p> |                              |                              |

**Asiasanat**

ABB 800xA, automaatiojärjestelmä, automatisointi, sovellussuunnittelu

## ABSTRACT

|   |                         |                              |
|---|-------------------------|------------------------------|
| <b>Unit</b><br>Kokkola-Pietarsaari  | <b>Date</b><br>May 2015 | <b>Author</b><br>Niko Jestoi |
| <b>Degree programme</b><br>Information Technology   |                         |                              |
| <b>Name of thesis</b><br>Automatizing and application engineering for a pumping process   |                         |                              |
| <b>Instructor</b><br>Hannu Ala-Pöntiö   |                         | <b>Pages</b><br>28 + 10      |
| <b>Supervisor</b><br>Tuomas Savolainen  |                         |                              |
| <p>The purpose of this thesis was to familiarize with the ABB system 800xA and to automate a pumping process in the process laboratory of Centria University of Applied Sciences. The aim was also to implement necessary application engineering and operating picture for the pumping process. The pumping process will be used in education of automation-oriented students and companies have an opportunity to use the process for testing and training.</p> <p>Automatizing of the pumping process was carried out from the very beginning, so the job included field equipment design, instrumentation and electrical design, wiring devices, application engineering and operator display design. AutoCAD electrical was used for the instrumentation and electrical design, ABB Control Builder for the application engineering and Graphics Builder for the operator display.</p> <p>The result was a working pumping process which can be controlled from a clear operator display and documents that are easy to read about instrumentation and electrification to facilitate the upcoming use.</p> |                         |                              |

**Key words**

ABB 800xA, automation system, automatizing, application engineering

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**SISÄLLYS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 JOHDANTO</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT</b>                          | <b>2</b>  |
| 2.1 Ohjelmoitavat logiikat                               | 2         |
| 2.2 Prosessiautomaatiojärjestelmät                       | 2         |
| 2.3 Hajautetut automaatiojärjestelmät                    | 3         |
| <b>3 KENTTÄVÄYLÄT</b>                                    | <b>4</b>  |
| 3.1 Profibus DP  | 4         |
| 3.2 Optical ModuleBus                                    | 4         |
| <b>4 SYSTEM 800xA</b>                                    | <b>6</b>  |
| 4.1 AC 800M  | 6         |
| 4.2 Operators workplace                                  | 7         |
| 4.3 Engineering workplace                                | 10        |
| <b>5 LAITEVALINNAT</b>                                   | <b>11</b> |
| 5.1 Mittaukset   | 11        |
| 5.1.1 Virtausmittaus                                     | 11        |
| 5.1.2 Painemittaus                                       | 12        |
| 5.1.3 Lämpötilamittaus                                   | 12        |
| 5.1.4 Pinnankorkeusmittaus                               | 12        |
| 5.2 Virtaus- ja pintakytkin                              | 12        |
| 5.3 Venttiilit   | 13        |
| 5.4 Pumppu   | 13        |
| <b>6 SOVELLUSSUUNNITTELU</b>                             | <b>14</b> |
| <b>7 VALVOMOSUUNNITTELU</b>                              | <b>22</b> |
| <b>8 POHDINTA</b>  | <b>27</b> |
| <b>LÄHTEET</b>   | <b>28</b> |
| <b>LIITTEET</b>  |           |
| <b>KUVIOT</b>  |           |
| KUVIO 1. Clusterit liitettynä yhteen duplex topologialla | 5         |
| KUVIO 2. Säättöpiirin faceplate korkeimmilla oikeuksilla | 8         |
| KUVIO 3. Hälytyslista                                    | 9         |
| KUVIO 4. Projektin rakenne Control Builderissa           | 15        |
| KUVIO 5. Data tyyppien nimeäminen IO_Typeen              | 16        |
| KUVIO 6. AIS-tyyppien määrittely                         | 17        |
| KUVIO 7. Pumpun PM-100 Connections-ikkuna                | 18        |
| KUVIO 8. Mittauspiirien liittäminen IO-kanavaan          | 19        |
| KUVIO 9. Mittausten alueiden sekä yksiköiden asettelu    | 19        |

|  |    |
|--|----|
| KUVIO 10. Taajuusmuuttajan lisääminen Hardwareen                     | 20 |
| KUVIO 11. PPO Type 4 –connections                                    | 21 |
| KUVIO 12. Graphics Builderin käynnistäminen                          | 22 |
| KUVIO 13. Graphics Builder päänäkymä                                 | 23 |
| KUVIO 14. Symbol factory properties –ikkuna                          | 24 |
| KUVIO 15. Pinnankorkeusmittauksen tietojen haku Element Explorerista | 25 |
| KUVIO 16. Valvomonäyttö  | 26 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Centria-ammattikorkeakoulun Kokkolassa sijaitsevan tekniikan ja liiketalouden yksikön prosessilaboratoriossa. Työn tarkoituksena oli tutustua ABB:n 800xA automaatiojärjestelmään, joka asennettiin Chemplant-pilottitehtaaseen vanhan automaatiojärjestelmän tilalle. Uutena rakennettiin samoihin tiloihin pumppausprosessi, jota tullaan käyttämään automaatioon suuntautuvien oppilaiden opetuskäytössä sekä johon yrityksillä on mahdollisuus tulla testaamaan laitteita ja kouluttamaan niiden käytössä. Pumppausprosessi kuuluu samaan automaatiojärjestelmään Chemplantin kanssa ja sen yhteydessä on käytössä etä-I/O. Opinnäytetyö pitää sisällään pumppausprosessin automatisoinnin sekä sovellussuunnittelun.

Työssä valitaan aluksi käytettävät kenttälaitteet, tehdään instrumentointi- ja sähkösuunnittelu pumppausprosessille sekä asennetaan ja johdotetaan käytetyt laitteet. Asennusvaiheen jälkeen on tarkoitus tutustua ABB:n automaatiojärjestelmään ja tehdä tarvittava ohjelmointi, jotta pumppausprosessi saadaan ajettavaan kuntoon. Lisäksi tehdään selkeä ja helpokäyttöinen operointikuva prosessille.

Opinnäytetyössä on tarkoitus käydä sovellussuunnitteluun ja valvomosuunnitteluun liittyvät vaiheet läpi, joten opinnäytetyö voi toimia apuna tulevassa opetuskäytössä. Lopuksi tarkastellaan, miten työ onnistui sekä käydään mahdolliset ongelmakohdat läpi. Lisäksi piirretyt instrumentointi- ja sähkökuvat liitetään työhön mukaan.

## **2 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT**

Automaatiojärjestelmien avulla pyritään ensisijaisesti parantamaan tuotantolaitoksen tehokkuutta, parantamaan lopputuotteen laatua ja suorittamaan yksinkertaiset sekä vaaralliset työvaiheet koneiden avustuksella. Automaatiojärjestelmällä voidaan tarkoittaa yksittäistä ohjelmoitavaa logiikkaa, kuin myös suuren tuotantolaitoksen ohjaukseen tarkoitettua järjestelmää. (Asp, Tuominen & Hyppönen.)

Automaatiojärjestelmien avulla kootaan prosessista saadut mittaustiedot valvomopäätteelle operaattorin nähtäville. Järjestelmä hoitaa kerättyjen mittaustietojen perusteella tarvittavat laskennat ja ohjaa prosessia automaattisesti tai vaihtoehtoisesti tarvittavat ohjaustoimenpiteet voidaan suorittaa käsin. Automaatiojärjestelmien avulla kerätään myös historiatietoja prosessista ja tuotetaan niiden avulla raportteja. (ABB 2007.)

### **2.1 Ohjelmoitavat logiikat**

Logiikkajärjestelmien käyttö on yleistä, koska ne ovat luotettavia sekä logiikoiden laajentaminen erilaisilla tulo- ja lähtökorteilla omaan käyttöön sopivaksi on helppoa. Logiikoita käytetään varsinkin kappaletavara-automaatiossa, jossa on paljon digitaalituloja- sekä lähtöjä. Logiikoiden ohjelmointi on valmistajasta riippumatta hyvin samankaltaista keskenään ja ohjelmointi tehdään suurimmaksi osaksi loogisten operaatioiden sekä ajastimien ja laskureiden avulla. (Sivonen 2008, 179–180.)

### **2.2 Prosessiautomaatiojärjestelmät**

Prosessiautomaatiojärjestelmät on suunniteltu erityisesti prosessiteollisuuden käyttöön sopivaksi. Kun puhutaan suurista laitoksista, on helpompaa toteuttaa niiden automatisointi prosessiautomaatiojärjestelmillä jo pelkästään niiden graafisen ympäristön takia. Muita hyviä

puolia logiikoilla toteutettuun järjestelmään verrattuna ovat prosessiautomaatiojärjestelmien paremmat tiedonkeruu- sekä raportointimahdollisuudet, suurempi I/O-kapasiteetti ja parempi hallittavuus. (ABB 2007; Sivonen 2008, 179.)

### **2.3 Hajautetut automaatiojärjestelmät**

Prosessiautomaatiojärjestelmät ovat usein hajautettuja järjestelmiä. Tällöin prosessiasemat voidaan viedä lähelle prosessia, tai vaihtoehtoisesti sijoittaa erilliseen elektroniikkatilaan, jolloin laitteet eivät joudu yhtä kovalle koetukselle ympäristön suhteen. I/O-yksiköt voidaan myös viedä lähelle kenttälaitteita, jolloin kaapelointi yksiköille on mahdollisimman lyhyt. Kommunikointi I/O-yksiköiden ja prosessiasemien välillä tapahtuu väyläratkaisujen avulla. Hajautetut prosessiasemat kykenevät itsenäisesti hoitamaan mittaustiedot, mahdolliset laskennat sekä ohjaukset, jolloin tietoja ei tarvitse lähettää eteenpäin laskentaa varten. (ABB 2007; Sivonen 2008, 179–181.)



### **3 KENTTÄVÄYLÄT**

Kenttäväylät ovat tehtaalle meneviä ohjausväyliä, joilla liitetään valvomotietokoneet yhteen kentällä sijaitsevien ohjausyksiköiden tai yksittäisten toimilaitteiden kanssa. Kenttäväylien avulla säästetään kaapelointikustannuksissa huomattavia summia, koska tällöin ei tarvitse kaapeloida tuloja ja lähtöjä prosessiasemalle asti, vaan voidaan käyttää hajautettua I/O:ta. Kenttäväyliä on niin kuparisilla johdinpareilla kuin myös valokuidulla toimivia. (ABB 2007; Asp, Tuominen & Hyppönen.)

Tämän opinnäytetyön yhteydessä käytössä on Profibus DP sekä optinen ModuleBus väylä.

#### **3.1 Profibus DP**

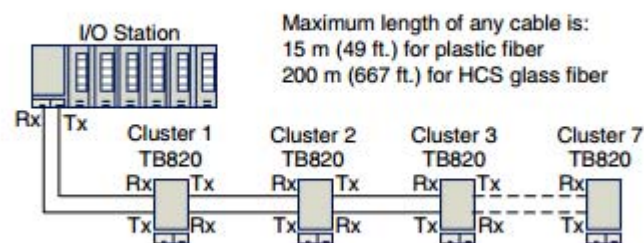
Profibus DP on suunniteltu erityisesti kommunikointiin automaatiojärjestelmän sekä hajautettujen järjestelmien ja laitteiden välillä. Profibus DP:ssä kommunikointi protokollana käytetään tyypillisesti RS485-sarjaliikennöintiä. Kaapelina käytetään tällöin kierrettyä ja kuparipalmikolla suojattua parikaapelia. Kun käytetään RS485-sarjaliikennöintiä, on käytössä yleensä väylä topologia, jolloin yhteen segmenttiin voidaan liittää 32 laitetta ja segmenttejä liittäessä yhteen voidaan laitteiden maksimimäärä kasvattaa 126:een. Profibus DP kenttäväylään liitetyt laitteet tarvitsevat erillisen käyttöjännitteen. (PROFIBUS Nutzerorganisation 2010.)

#### **3.2 Optical ModuleBus**

Optinen ModuleBus väylä on ABB:llä varsin yleisesti käytössä kommunikoitaessa prosessiaseman sekä Clustereiden ja niiden I/O:n välillä. ModuleBus-clustereita voidaan kytkeä yhteensä kahdeksan peräkkäin, joista yksi on Base Cluster prosessiaseman yhteydessä ja

lopun seitsemän hajautettujen I/O-yksiköiden luona. Kahden Clusterin etäisyys voi olla käytettäessä muovista valmistettua valokuitua enintään 15 m ja lasista valokuitua käytettäessä enintään 200 m. (ABB 2010.)

Clustereiden välinen kommunikointi tapahtuu tässä opinnäytetyössä duplex topologiaa hyödyntäen (KUVIO 1), jolloin uusien Clustereiden liittäminen tapahtuu suoraan viimeiseksi lisätyn perään. Duplex kommunikointia käytettäessä yhteys on kaksisuuntainen, ja mahdollinen kaapelin katkeaminen vaikuttaa vain prosessiasemalta katsoen katkoskohdan jälkeen oleviin Clustereihin. Kommunikointi voidaan rakentaa myös rengas- tai tähti-topologiaa käyttäen. (ABB 2010.)



KUVIO 1. Clusterit liitettynä yhteen duplex topologialla (ABB 2010).

## 4 SYSTEM 800xA

System 800xA on ABB:n tarjoama kattava prosessiautomaatiojärjestelmä. 800xA järjestelmä eroaa perinteisestä ohjausjärjestelmästä siten, että siinä on lisätty kaikki automaatioon liittyvät toiminnot yhteen operointi- ja suunnitteluympäristöön. (ABB 2013.)

Perusta 800xA-järjestelmän tuotteille ja järjestelmäratkaisuille on Aspect Object -arkkitehtuuri. Se mahdollistaa laajan tiedon saannin, selailun ja ohjauksen yhtenäisellä tavalla. Kaikki tieto saadaan yhteen integroituun ympäristöön, jota voidaan muokata eri käyttäjille sopivalla tavalla, oli kyseessä sitten operaattori tai suunnittelija. Tällöin jokaiselle saadaan omaan näkymään vain tarpeelliset toiminnot, joten käyttäjä löytää tarvittavat asiat vaivattomammin. (ABB 2013.)

Aspect Object kuvaa esimerkiksi jotain tiettyä fyysistä prosessin osaa, kuten moottoria, venttiiliä tai reaktoria. Aspect Objecteista saatavia tietoja kutsutaan aspekteiksi. Näitä tietoja voivat olla esimerkiksi ohjaukseen liittyvät toiminnot, operaattorille näkyvät graafiset kuvat tai laadunvalvontaan liittyvät raportit. (ABB 2013.)

### 4.1 AC 800M

AC 800M on tehokas, modulaarinen prosessiasema, joka kuuluu 800xA järjestelmään. AC 800M prosessiasemaa sopii hyvin käytettäväksi, oli kyseessä sitten sovellus jossa on vain kourallinen tai jopa tuhansia I/O:ta. (ABB 2013.)

Kaikki yleiset kenttäväylät ja kommunikointiprotokollat, kuten RS-232C, Ethernet, Profibus, Profinet, Foundation Fieldbus, HART sekä IEC 61850 sopivat käytettäväksi AC 800M -prosessiaseman kanssa. Ulkoiset kommunikointi moduulit kytetään prosessoriyksikön vasemmalle puolelle CEX bus -liitännällä. (ABB 2013.)

Yleisimmin käytetty I/O-korttityyppi on S800 I/O. S800-sarjan I/O-kortit on helppo asentaa, ja kaapelointi niiltä kentälaitteille on helppoa selkeän riviliitinpinnan ansiosta. I/O-kortit on mahdollista asentaa ja yhdistää useilla eri tavoilla käytettävissä olevan tilan mukaan. S800-sarjan kortit on ennalta määritelty AC 800M -prosessiasemaan käytettäessä sisäistä ModuleBus väylää tai Profibus kenttäväylää, joten korttien liittäminen järjestelmään on helppoa. (ABB 2013.)

## 4.2 Operators workplace

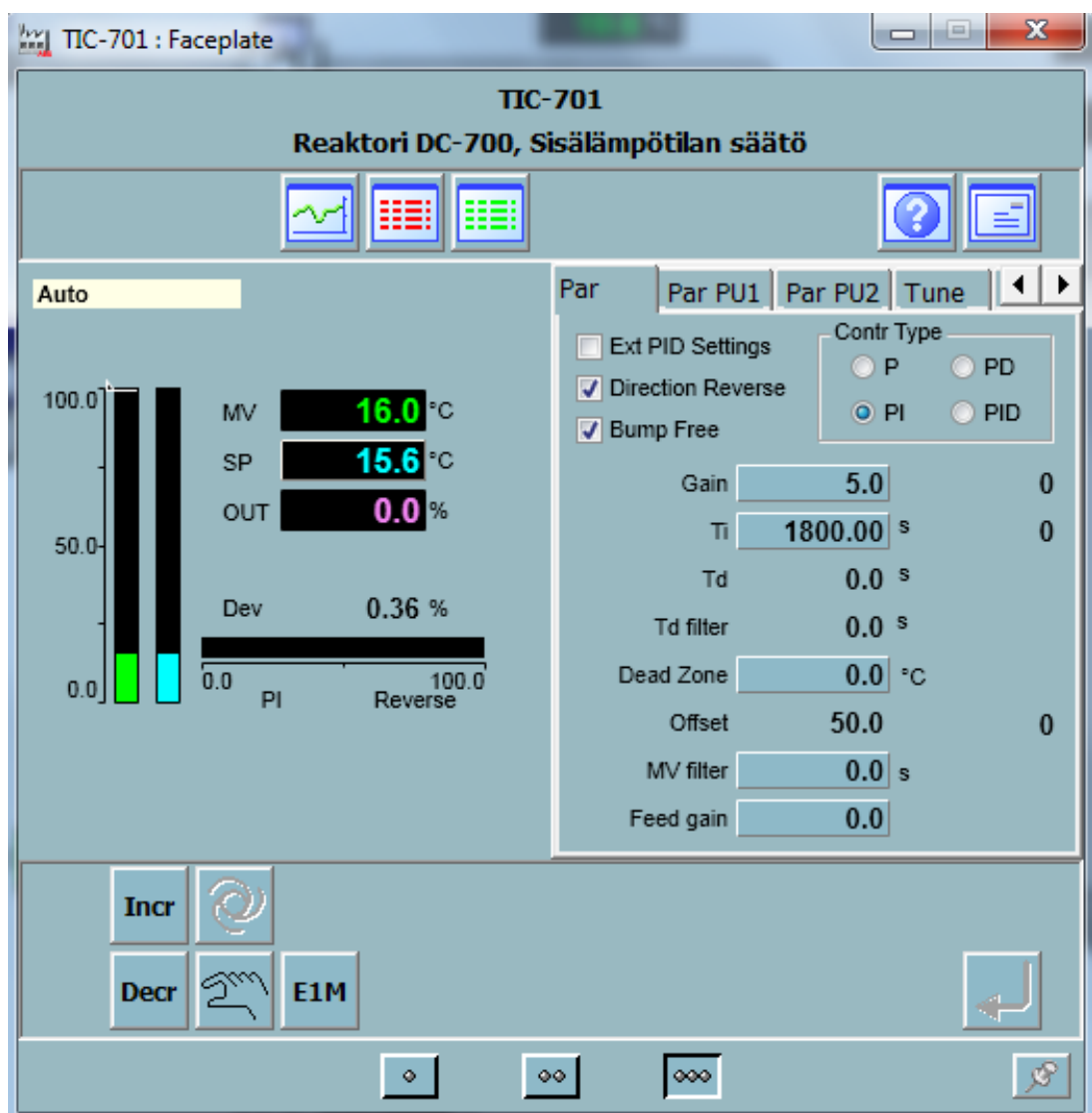
Operators workplacessa hallitaan ja ohjataan eri prosesseja. Sen tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- Graafiset näytöt
- Faceplatet prosessin objekteille
- Hälytyksien ja tapahtumien hallinta
- Trenditiedot
- Excel-pohjainen raportointi
- Järjestelmän tila -näyttö
- Sequential Function Chart -näyttö

(ABB 2013.)

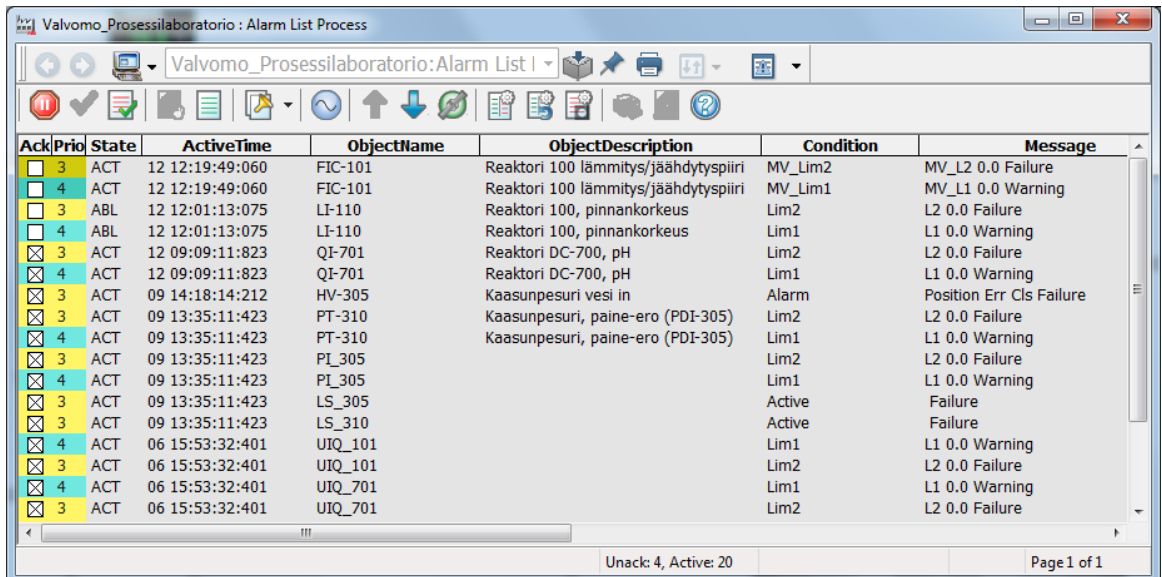
Operators workplace -näkyvä jakautuu kolmeen pääalueeseen, jotka ovat yläosassa sovellus-palkki, keskellä graafinen alue ja alaosassa tila-palkki. Sovellus-palkissa voi näkyä esimerkiksi pikakuvakkeet hälytyslistoihin ja operointikuviin, Help-painike, hälytysten kuitauspainike sekä käyttäjän asettamat suosikit. Graafisella alueella näkyvät Graphics Builderilla tehdyt operointikuvat, joista saadaan aukeamaan faceplatet. Tila-palkki alareunassa on konfiguroitavissa ja se voi sisältää käyttäjän kirjautumistiedot, hälytys- ja tapahtumalistan, operaattorin viestirivin sekä kellon. (ABB 2013.)

Faceplatet on suunniteltu pääasiassa operaattoreille helpottamaan prosessin ohjausta. Jokaisella objektilla voi olla kolme erikokoista faceplatea riippuen objektin tarpeista ja käyttäjän oikeuksista. Säättöpiirin faceplatea tarkastellessa voidaan pienimmillä oikeuksilla valita ohjaus automaatin ja manuaalin välillä. Seuraavalle tasolle mentäessä pysyvät myös alemman tason toimenpiteet käytössä, lisäksi tulee merkittävimpana ominaisuutena hälytys-, asetusarvo- sekä ohjausarvo rajojen muokkaus. Korkeimmilla oikeuksilla voidaan faceplatessa syöttää säättöpiirille PID-parametrit sekä suorittaa säättöpiirin automaattinen viritys. (ABB 2013.)



KUVIO 2. Säättöpiirin faceplate korkeimmilla oikeuksilla.

Yksittäisen objektin hälytykset ja tapahtumat saadaan avattua faceplatesta. Kaikkien hälytysten tarkastelu onnistuu Operators Workplacen yläpalkista. Hälytyslistasta voidaan valita tarkastellaanko prosessista vai järjestelmästä tulevia hälytyksiä. Listasta nähdään milloin hälytys on tullut, objektin nimi ja selitys sekä onko hälytyksessä kyse esimerkiksi mittauksen hälytysrajasta tai viasta, kuten signaalikatkoksesta tai venttiilin rajatiedon uupumisesta. Yksittäiset hälytykset voidaan kuitata ikkunan vasemman reunan Ack-painikkeesta. Kaikki näkyvät hälytykset voidaan kuitata ikkunan yläpalkista Acknowledge all visible alarms -painikkeella. Hälytyslistan alapalkista nähdään, montako hälytystä on kuittaamatta ja montako on aktiivisena. (ABB 2013.)



| Ack                                 | Prio | State | ActiveTime      | ObjectName | ObjectDescription                    | Condition | Message                  |
|-------------------------------------|------|-------|-----------------|------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/>            | 3    | ACT   | 12 12:19:49:060 | FIC-101    | Reaktori 100 lämmitys/jäähdytyspiiri | MV_Lim2   | MV_L2 0.0 Failure        |
| <input type="checkbox"/>            | 4    | ACT   | 12 12:19:49:060 | FIC-101    | Reaktori 100 lämmitys/jäähdytyspiiri | MV_Lim1   | MV_L1 0.0 Warning        |
| <input type="checkbox"/>            | 3    | ABL   | 12 12:01:13:075 | LI-110     | Reaktori 100, pinnankorkeus          | Lim2      | L2 0.0 Failure           |
| <input type="checkbox"/>            | 4    | ABL   | 12 12:01:13:075 | LI-110     | Reaktori 100, pinnankorkeus          | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 12 09:09:11:823 | QI-701     | Reaktori DC-700, pH                  | Lim2      | L2 0.0 Failure           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ACT   | 12 09:09:11:823 | QI-701     | Reaktori DC-700, pH                  | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 09 14:18:14:212 | HV-305     | Kaasunpesuri vesi in                 | Alarm     | Position Err Cls Failure |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 09 13:35:11:423 | PT-310     | Kaasunpesuri, paine-ero (PDI-305)    | Lim2      | L2 0.0 Failure           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ACT   | 09 13:35:11:423 | PT-310     | Kaasunpesuri, paine-ero (PDI-305)    | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 09 13:35:11:423 | PI_305     |                                      | Lim2      | L2 0.0 Failure           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ACT   | 09 13:35:11:423 | PI_305     |                                      | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 09 13:35:11:423 | LS_305     |                                      | Active    | Failure                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 09 13:35:11:423 | LS_310     |                                      | Active    | Failure                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ACT   | 06 15:53:32:401 | UIQ_101    |                                      | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 06 15:53:32:401 | UIQ_101    |                                      | Lim2      | L2 0.0 Failure           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ACT   | 06 15:53:32:401 | UIQ_701    |                                      | Lim1      | L1 0.0 Warning           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | ACT   | 06 15:53:32:401 | UIQ_701    |                                      | Lim2      | L2 0.0 Failure           |

Unack: 4, Active: 20 Page 1 of 1

### KUVIO 3. Hälytyslista.

Trendinäytöt on yksi tärkeimmistä työkaluista operoitaessa ja analysoitaessa prosesseja. Kaikista faceplateista saadaan avattua trendit esille, joissa näkyvät piiristä riippuen mittausarvo, asetusarvo sekä ohjauksen arvo prosentteina. Kaikki arvot on kuvattu eri väreillä havainnoinnin helpottamiseksi. Trendiviivoja voidaan piilottaa ja ottaa jälleen näkyviin tarpeen mukaan. Trendinäytöistä voidaan tarkastella tietoja reaaliaikaisesti sekä historiasta valittuna ajanjaksona. Kun trendinäyttö on avattuna, nähdään siitä kaikki objektista saatavilla oleva tieto. (ABB 2013.)

### 4.3 Engineering workplace

Engineering-työkalut jakaantuvat seuraavasti:

**Standard Engineering Tools** – Sovellus- ja kunnossapitoinsinöörien käyttöön, ohjaus konfiguroinnin toteutukseen ja muokkaukseen.

**Professional Engineering Tools** – Tarkoitettu järjestelmäinsinöörien käyttöön, jotka optimoivat uudelleenkäyttöä hajautetussa ympäristössä, sekä sovellusten kehittäjille, jotka työskentelevät VB Scriptin ja Visual Basicin parissa.

Standard Engineering toolseja kutsutaan Engineering Workplaceksi. Se koostuu seuraavista työkaluista:

- Common features supporting Multi User and Distributed Engineering
- Control Builder Professional sekä Function Designer
- Engineerin Platform sisältäen Bulk Data Managerin
- Graphics Builder

Engineering Workplacen käyttö vaatii Microsoft Office Standardin. (ABB 2013.)

Engineering työkalujen tarkoitus on tarjota maksimaalista tehokkuutta suunnitteluun.

Kaikki Engineering työkalut ovat integroitu ja tukevat Aspect Object arkkitehtuuria. Työkalut jakautuvat yksinkertaisista ohjauksen konfigurointiin liittyvistä aina ohjelmistojen kehitykseen tarkoitettuihin työkaluihin asti. Työkaluja voidaan soveltaa koko tehtaan elinkaaren ajan suunnitteluvaiheesta käyttövaiheeseen asti. (ABB 2013.)

## 5 LAITEVALINNAT

Käytetyt kenttälaitteet on valittu sen mukaan, mitä Centria-ammattikorkeakoululta on löytynyt, ja ainoastaan virtausmittari on jouduttu tilaamaan tätä työtä varten. Pumppausprosessin I/O-yksikkö on sijoitettu kenttäkaappiin prosessin läheisyyteen, joten kaapelointi I/O:lta kenttälaitteille on lyhyt.

### 5.1 Mittaukset

Pumppausprosessissa on virtaus-, paine-, lämpötila- sekä pinnankorkeusmittaukset. Kaikki analogiamittaukset on toteutettu 4-20mA -virtaviestillä, jolloin pystytään huomaamaan mahdolliset katkokset mittauspiireissä. Lisäksi kaikki lähettimet ovat HART-yhteensopivia.

#### 5.1.1 Virtausmittaus

Virtausta mitataan pumpun jälkeen yläsäiliöön menevästä putkesta. Virtausmittauksessa käytetään Siemensin SITRANS F M MAG 5100 W -virtausmittaria sekä SITRANS F M MAG 5000 -vahvistinta, joka on asennettu kiinni virtausmittariin. Virtausmittarin toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Putken kummallekin puolelle asennetut sähkömagneetit synnyttävät magneettikentän. Kun sähköä johtava aine leikkaa magneettikentän, syntyy jännitettä, jota mitataan putken molemmin puolin asennetuilla elektrodeilla. Mitä enemmän putkessa on virtausta, sitä suuremmaksi jännite kasvaa.



### **5.1.2 Painemittaus**

Painemittauksia prosessiin tulee kaksi, joista toinen on vain paikallisnäyttö paineelle pum-  
pun jälkeen ja toisella mitataan yläsäiliön painetta. Yläsäiliön painemittaus on toteutettu  
Kamstrupin FlexBar HRT painelähettimeillä, joka mittaa painetta venymäliuskan avulla.  
Mittausalueeksi on asetettu 0..0,2bar.

### **5.1.3 Lämpötilamittaus**

Lämpötilaa mitataan aläsäiliöstä ja mittauksessa käytetään Pt100 vastusanturia ja lähetti-  
menä PR Electronicsin valmistamaa 2-johdimista älykästä nappilähetintä. Prosessin lämpö-  
tila pysyy melko tarkalleen samana, koska mitään erillistä lämmitintä ei ole. Lämpötilan  
mittausalue joudutaan kuitenkin virittämään melko suureksi, koska lähetintä tullaan käyttä-  
mään kalibrointi koulutuksissa, jolloin anturi kuumennetaan tiettyyn lämpötilaan siihen tar-  
koitetussa uunissa.

### **5.1.4 Pinnankorkeusmittaus**

Yläsäiliön pinnankorkeutta mitataan Endress + Hauserin Liquicap M FMI51 -kapasitiivi-  
sella pintalähettimeillä. Lähetin on saatavilla sauva- tai köysiversiona, tässä tapauksessa  
käytössä on sauva, jonka pituus on 750 mm.

## **5.2 Virtaus- ja pintakytkin**

Yläsäiliössä on VEGA:n pintakytkin säiliön ylärajana. VEGASWING 61 on värähtelevä  
pintakytkin, joka on tarkoitettu erityisesti nestesovelluksiin. Värähtely perustuu piezokitee-  
seen, joka saa anturin värähtelemään resonanssitaajuudellaan ja kun anturi on kosketuksissa  
nesteeseen, värähtely vaimenee.

Virtauskytkin on Endress + Hauserin Liquiphant M, jonka toiminta perustuu myös värähtelyyn. Virtauskytkin toimii tässä prosessissa pumpun tyhjäkäyntisuojauna.

### 5.3 Venttiilit

Venttiileitä on kaksi kappaletta, joista toinen on säätöventtiili, joka muodostaa säätöpiirin yhdessä virtausmittauksen kanssa. Säätöventtiiliä valittaessa laskettiin sille Kv-arvo, joka yksinkertaisesti on vakio, joka kuvaa venttiilin läpäisykykyä. Kv arvo kertoo venttiilin läpi virtaaman veden määrän kuutiometreinä tunnissa venttiilin ollessa täysin avoimena, kun sen yli vaikuttaa 1 baarin paine. Kv arvo saadaan laskettua kaavasta:

$$Q = Kv \sqrt{\frac{dp}{\rho}}$$

Säätöventtiiliksi valikoitui Neleksen V-aukkoinen segmenttiventtiili ja toimilaitteeksi Metson EC05 -kaksoiskalvotoimilaite. Asennoitin on myös Metson valmistama. On/Off-venttiili on Starlinen ja toimilaite Airtorquen valmistama. K-Controlsin rajapaketilta saadaan auki- ja kiinnirajat järjestelmään. Molemmat venttiilit ovat DN25/PN40 kokoa.

### 5.4 Pumppu

Pumppausprosessissa on käytössä Grundfosin CHI -sarjan pumppu. Pumppu ja moottori on integroitu yhteen kompaktiin pakettiin. Pumppu on valmistettu korroosiota kestävästä materiaalista, joten se sopii hyvin nestesovelluksiin. Moottorin nimellisteho on 0,8kW ja pumpun nimellisvirtaama 4,5m<sup>3</sup>/h.

Pumppua ohjataan ABB:n ACS355 taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttaja on liitetty automaatiojärjestelmään Profibus DP kenttäväylällä ja väylästä saadaan otettua järjestelmään pumpun momentti sekä teho.

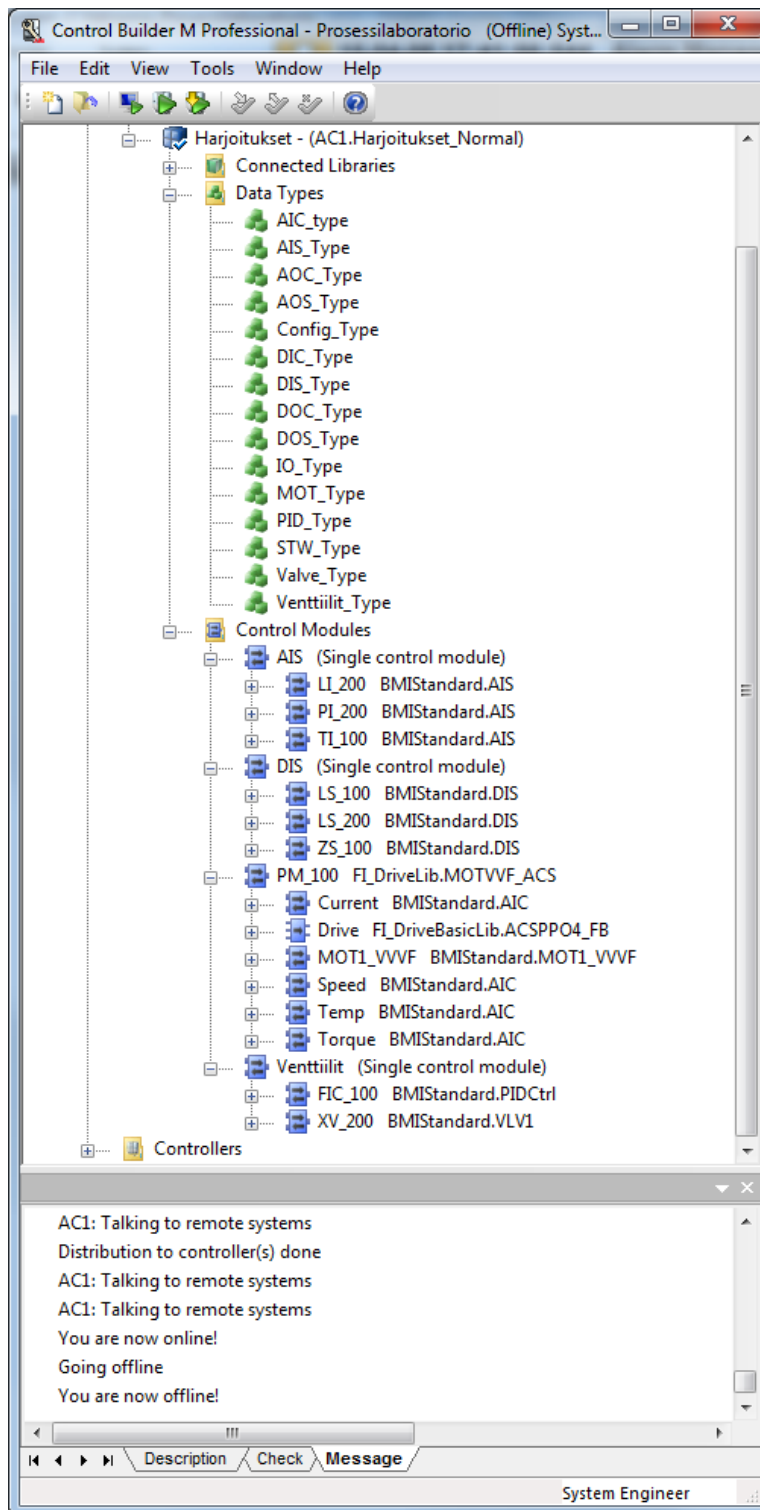
## 6 SOVELLUSSUUNNITTELU

Sovellussuunnittelu on tehty käyttäen Control Builder M ohjelmaa. Control Builderia käytetään varsinaisen ohjelmakoodin tekemiseen, hardwaren määrittelyyn, firmwaren lataamiseen, task connectionien määrittelyyn, applikaatioiden asettamiseen testi ja simulointi tilaan sekä applikaatioiden lataamiseen prosessiasemalle. Control Builder saadaan avattua Windowsin Käynnistä-valikosta. Control Builder M löytyy ABB Industrial IT 800xA -kansion sisältä löytyvästä Engineering-kansiosta.

Projekti voidaan avata sekä luoda File-valikosta. Olemassa olevaa projektia muokattaessa valitaan Open Project, jolloin esiin aukeaa ikkuna kaikista saatavilla olevista projekteista. Valitsemalla haluttu projekti ja painamalla Open, aukeaa se Control Builderiin muokattavaksi.

Control Builderin ylälaidan työkalurivistä löytyvät painikkeet toiminnoille, joita käytetään useasti. Näitä ovat esimerkiksi Test Mode -painike, jolla päästään testaamaan ohjelmaa offline-tilassa, Online-painike, jolla otetaan yhteys prosessiasemaan sekä Download-painike, jolla ohjelma saadaan ladattua prosessiasemaan ja automaattisesti päästään online-tilaan. Työkalurivistä löytyy myös Help-painike.

Projektit näkyvät Control Builderissa puurakenteena, joka koostuu kolmesta hakemistosta, jotka ovat Libraries, Applications ja Controllers. Libraries-kansio sisältää kaikki kirjastot, joita voidaan käyttää projekteissa. Kirjastot sisältävät tyyppimäärittelyjä esimerkiksi datatyypeille, function- ja function block -tyypeille sekä control module -tyypeille. Lisäämällä kirjasto projektiin saadaan sen sisältö haluttaessa käyttöön applikaatioissa. Kun uusi projekti luodaan, sisältää se aina automaattisesti Basic- ja Icon-kirjastot. Lisäksi löytyy suuri määrä erilaisia kirjastoja, joita voidaan lisätä käytettäväksi tarpeen mukaan. Tässä opinnäytetyössä tarvittiin käyttöön BasicLib-, BMICConstAndVar-, BMISstandard-, DriveLib sekä itse luotu CentriaAMK-kirjasto, johon luotiin omat datatyytit PID-säädölle sekä venttiileille. Lisäksi ABB:n taajuusmuuttajan lisäämiseen tarvittiin oma Hardware-kirjasto käyttöön.



KUVIO 4. Projektin rakenne Control Builderissa.

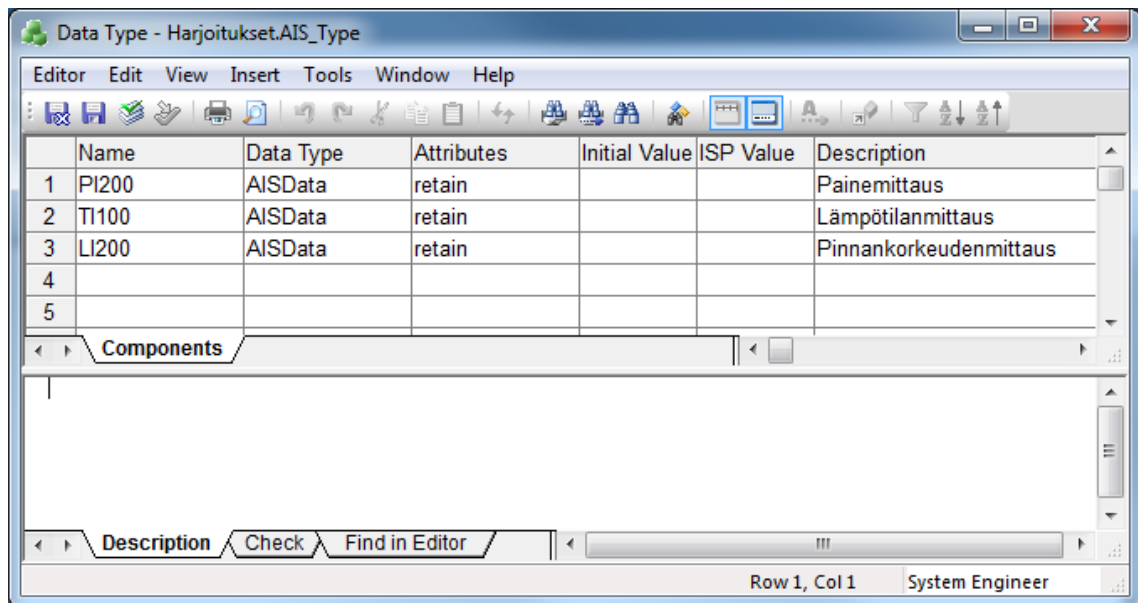
Varsinaiset applikaatiot luodaan Applications kansioon. Applikaation alle aukeaa Connected Libraries -, Data Types - sekä Control Modules -alavalikot. Connected Libraries - valikkoon liitettiin jo aikaisemmin mainitut kirjastot käytettäväksi.

Datatyypit tulee luoda kaikille erilaisille signaalityypeille, moottoreille, säätöpiireille sekä venttiileille. IO\_Typen alla määritellään kaikki käytettävät datatyypit, joten uusia datatyyppejä lisättäessä on muistettava nimetä ne myös IO\_Typen sisään (KUVIO 5).

|    | Name       | Data Type       | Attributes | Initial Value | ISP Value | Description |
|----|------------|-----------------|------------|---------------|-----------|-------------|
| 1  | AIC        | AIC_Type        | retain     |               |           |             |
| 2  | AIS        | AIS_Type        | retain     |               |           |             |
| 3  | AOC        | AOC_Type        | retain     |               |           |             |
| 4  | AOS        | AOS_Type        | retain     |               |           |             |
| 5  | DIC        | DIC_Type        | retain     |               |           |             |
| 6  | DIS        | DIS_Type        | retain     |               |           |             |
| 7  | DOC        | DOC_Type        | retain     |               |           |             |
| 8  | DOS        | DOS_Type        | retain     |               |           |             |
| 9  | MOT        | MOT_Type        | retain     |               |           |             |
| 10 | PID        | PID_Type        | retain     |               |           |             |
| 11 | Valve      | Valve_Type      | retain     |               |           |             |
| 12 | Venttiilit | Venttiilit_Type | retain     |               |           |             |
| 13 | Config     | Config_Type     | retain     |               |           |             |
| 14 | STW        | STW_Type        | retain     |               |           |             |

KUVIO 5. Datatyyppien nimeäminen IO\_Typeen.

AIS tyyppi on Analog Input Signal, DIS Digital Input Signal, AOS Analog Output Signal ja DOS Digital Output Signal. AIC-, DIC-, AOC- ja DOC-tyyppejä käytetään ohjelman sisäisesti esimerkiksi laskentaa toteutettaessa, eli ne eivät ole I/O-korteille kytkettäviä signaalitietoja. PID-tyyppi on säätöpiirejä varten, MOT liittyy moottorin ohjaukseen sekä STW moottorin ohjaukseen taajuusmuuttajan avulla ja Venttiilit datatyyppi venttiilien ohjauksiin. Config\_Typessä voidaan määritellä esimerkiksi applikaation hälytysluokka sekä mahdolliset hälytysviiveet.



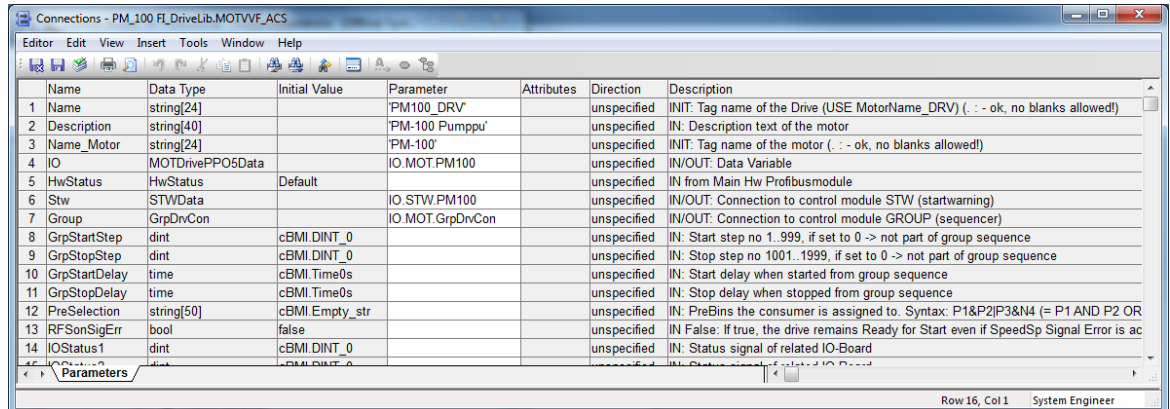
KUVIO 6. AIS-tyyppien määrittely.

Kuviossa 6 näkyy, kuinka mittaukset on määritelty AIS\_Typeen. Nimeksi voidaan antaa mittauksen positio, datatyyppiä valitaan kulloinkin käytössä oleva datatyyppi. Koska mittauksissa on kyse analogiasignaalista, tulee datatyyppiä valita AISData. Description kohtaan voidaan kirjoittaa tarkempi kuvaus, mistä mittauksesta on kyse.

Control Modules -valikkoon luodaan Single Control Moduleita helpottamaan piirien järjestystä. Single Control Moduleita voidaan luoda esimerkiksi prosessin eri osille, kuten reaktoreille, jolloin tiettyyn reaktoriin liittyvien piirien löytäminen on helpompaa. Single Control Moduleiden alle voidaan alkaa rakentamaan Control Moduleita piirien mukaan. Control Modulen nimeksi on hyvä antaa jälleen positio, kuten datatyyppiäkin luotaessa, koska tällöin tiedetään tarkasti, mistä piiristä on kyse.

Kun Control Module on luotu, aukeaa välittömästi esiin sen piirin Connections-ikkuna (KUVIO 7). Connections-ikkunassa määritellään piirin parametreja, esimerkiksi piirin nimi sekä selitys, jotka näkyvät faceplate-ikkunassa ja IO kohtaan määritellään yhteys datatyyppiin. Lisäksi voidaan asettaa hälytysluokka, hälytysten ylä- sekä alarajoja ja Config\_Tyypissä määritettyjä tietoja.

Parametrivalikko on melko pitkä, ja suurin osa parametreista on jo oletusarvona oikein, joten vasta erityistapauksissa on syytä perehtyä osaan parametreista tarkemmin.



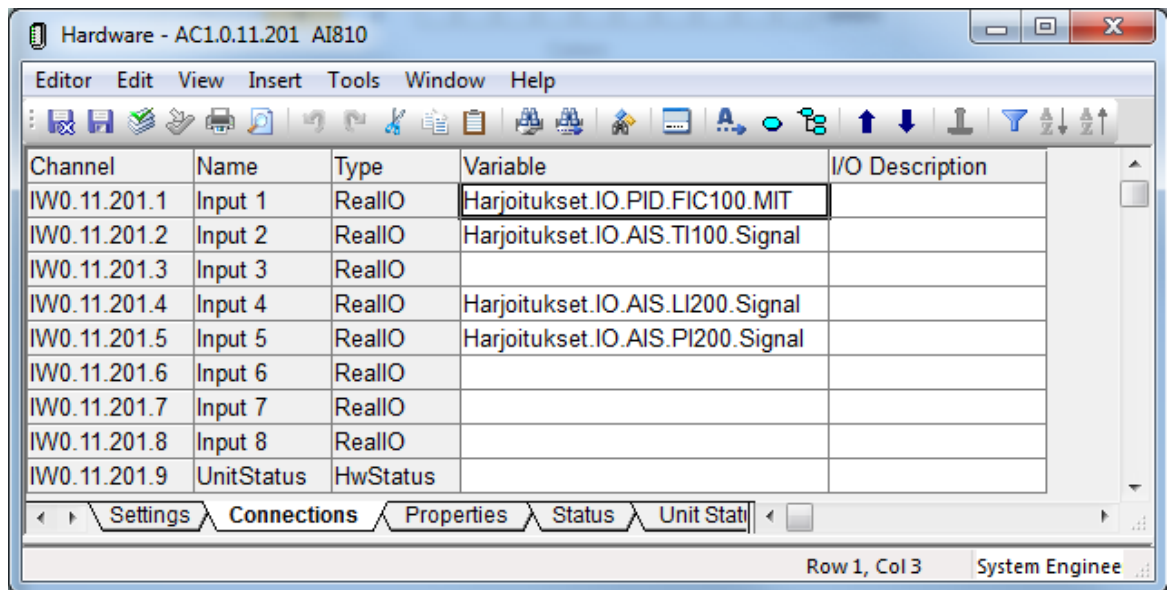
| Name             | Data Type        | Initial Value  | Parameter        | Attributes | Direction   | Description   |
|------------------|------------------|----------------|------------------|------------|-------------|---|
| 1 Name           | string[24]       |                | PM100_DRV'       |            | unspecified | INIT: Tag name of the Drive (USE MotorName_DRV) (: - ok, no blanks allowed!)            |
| 2 Description    | string[40]       |                | PM-100 Pumppu'   |            | unspecified | IN: Description text of the motor   |
| 3 Name_Motor     | string[24]       |                | PM-100'          |            | unspecified | INIT: Tag name of the motor (: - ok, no blanks allowed!)                                |
| 4 IO             | MOTDrivePPO5Data |                | IO.MOT.PM100     |            | unspecified | IN/OUT: Data Variable   |
| 5 HwStatus       | HwStatus         | Default        |                  |            | unspecified | IN from Main Hw Profibusmodule  |
| 6 Stw            | STWData          |                | IO.STW.PM100     |            | unspecified | IN/OUT: Connection to control module STW (startwarning)                                 |
| 7 Group          | GrpDrvCon        |                | IO.MOT.GrpDrvCon |            | unspecified | IN/OUT: Connection to control module GROUP (sequencer)                                  |
| 8 GrpStartStep   | dint             | cBMI.DINT_0    |                  |            | unspecified | IN: Start step no 1..999, if set to 0 -> not part of group sequence                     |
| 9 GrpStopStep    | dint             | cBMI.DINT_0    |                  |            | unspecified | IN: Stop step no 1001..1999, if set to 0 -> not part of group sequence                  |
| 10 GrpStartDelay | time             | cBMI.Time0s    |                  |            | unspecified | IN: Start delay when started from group sequence  |
| 11 GrpStopDelay  | time             | cBMI.Time0s    |                  |            | unspecified | IN: Stop delay when stopped from group sequence   |
| 12 PreSelection  | string[50]       | cBMI.Empty_str |                  |            | unspecified | IN: PreBins the consumer is assigned to. Syntax: P1&P2 P3&N4 (= P1 AND P2 OR            |
| 13 RFonSigErr    | bool             | false          |                  |            | unspecified | IN False: If true, the drive remains Ready for Start even if SpeedSp Signal Error is ac |
| 14 IOStatus1     | dint             | cBMI.DINT_0    |                  |            | unspecified | IN: Status signal of related IO-Board   |

KUVIO 7. Pumpun PM-100 Connections-ikkuna.

Hardware-määrittely tehdään Control Builderin Controllers-hakemistoon. AC1-prosessiaseman alle aukeaa Connected Applications -, Connected Libraries sekä Hardware AC 800M -valikot. Connected Applicationsin alle liitetään applikaatiot, jotka halutaan kyseisen prosessiaseman käyttöön. Connected Librariesiin liitetään Hardwaren tarvitsemat kirjastot, jotka liittyvät IO-kortteihin sekä Profibus väylään ja taajuusmuuttajiin.

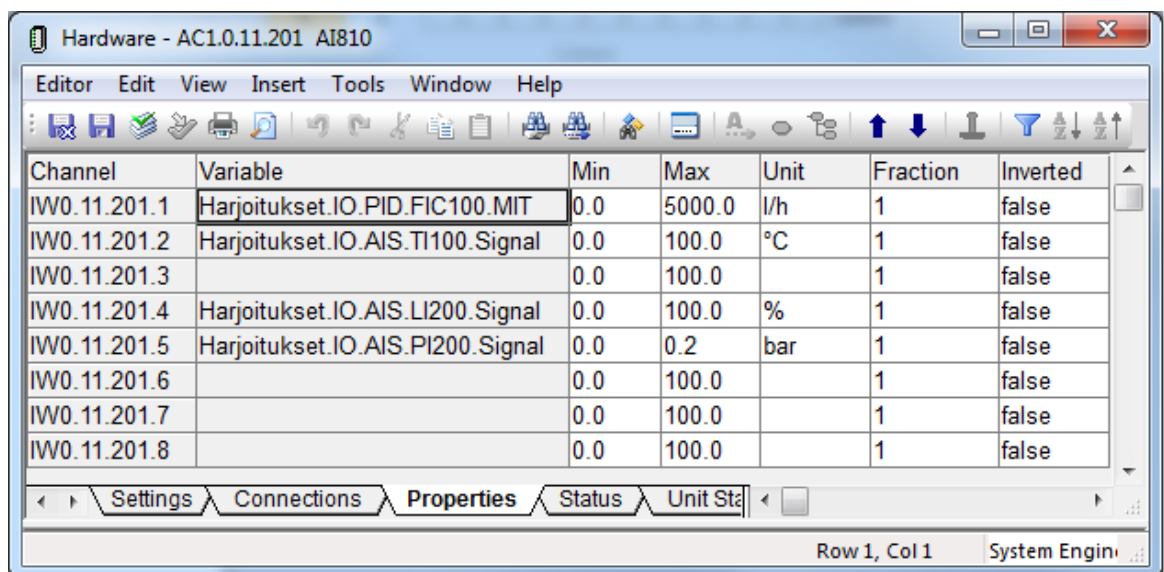
IO-korttien määrittely tehdään Hardware AC 800M -valikkoon. Koska kaikki IO-kortit ovat kytkettyinä ModuleBus:lla, määritetään kortit sen alle. Korttien numerointiin vaikuttaa Clusterilla valittu osoite. Prosessiaseman yhteyteen asennettujen korttien numerointi alkaa yhdestä. Tässä työssä käytetyn Clusterin osoitteeksi asetettiin 2, joten ensimmäinen kortti Clusterin vieressä on 201, toinen 202 ja niin edelleen.

Kun IO-kortit on määritetty, saadaan korttia painamalla auki ikkuna, jossa voidaan muuttaa kortin asetuksia. Connections-välilehdellä voidaan piiri liittää tiettyyn IO-kanavaan (KUVIO 8). Liittäminen tapahtuu kirjoittamalla kanavan kohdalle ensin applikaation nimi, IO, mikä datatyyppi on kyseessä, positio ja viimeiseksi, onko kyseessä minkä tyyppinen signaali tieto, esimerkiksi Harjoitukset.IO.AIS.TI100.Signal.



KUVIO 8. Mittauspiirien liittäminen IO-kanavaan.

Settings-välilehdellä voidaan AI-korteilla valita, mikä tyyppinen analogiaviesti on käytössä. Lisäksi kaikilla korttityypeillä voidaan ottaa kanavia käyttöön ja pois käytöstä. Kanavat on syytä ottaa pois käytöstä, mikäli niille ei ole kytketty mitään, jottei kortilta tule turhia hälytyksiä tai varoituksia. Status-välilehdellä voidaan pakottaa digitaalitulot ja -lähdöt vaihtamaan tilaa, sekä pakottaa analogituloihin ja -lähtöihin tietty arvo. Unit Status -välilehdellä voidaan tarkastella kortin tilaa ja tuleeko kyseiseltä kortilta hälytyksiä.

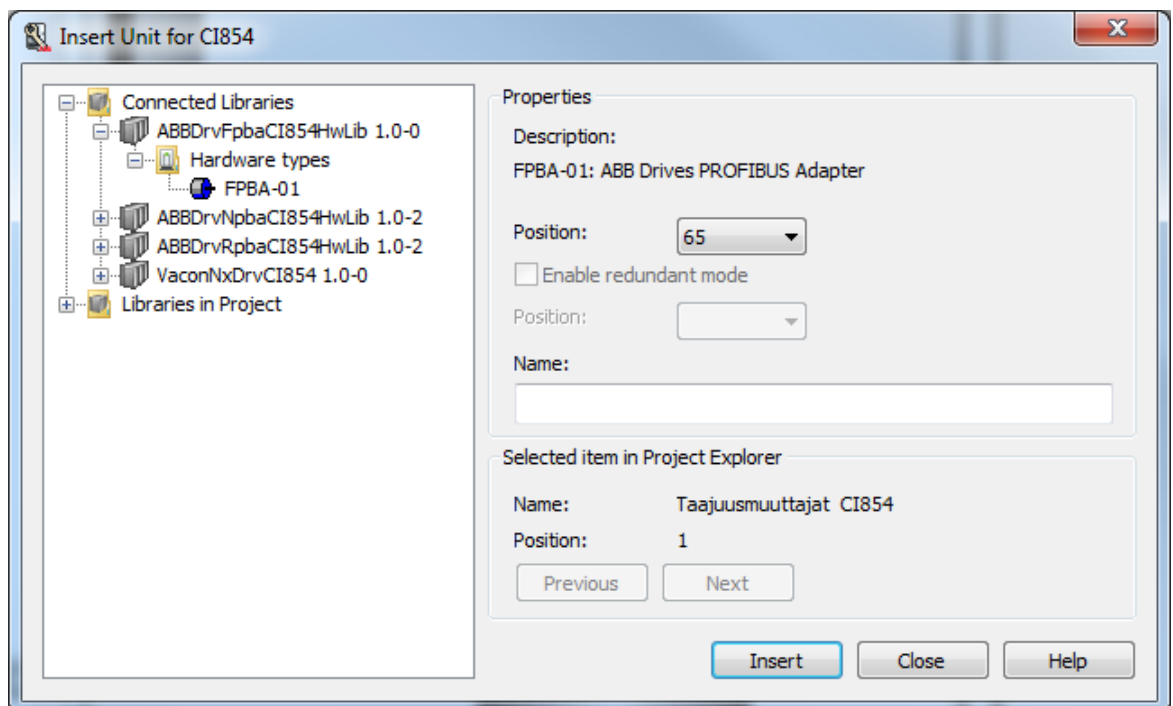


KUVIO 9. Mittausten alueiden sekä yksiköiden asettelu.



Analogiakorteilla voidaan Properties-välilehdellä asettaa mittausten alueet, jolloin esimerkiksi 4..20mA analogiaviestiiä käytettäessä 4mA vastaa aseteltua alarajaa ja 20mA ylärajaa. Lisäksi voidaan asettaa mittausten yksiköt, jotka tulevat näkyviin faceplate-ikkunoihin. (KUVIO 9.)

Taajuusmuuttajat lisätään Hardwareen Taajuusmuuttajat CI854 -valikkoon. CI854 on Profibus liitännämoduulin tyyppi. Taajuusmuuttaja lisätään painamalla CI854-valikkoa ja valitsemalla Insert Unit, jolloin aukeaa ikkuna, jonka Connected Libraries -valikosta haetaan lisäävän taajuusmuuttajan merkki ja Hardware tyypestä valitaan oikea adapteri. Position-kohdassa valitaan taajuusmuuttajan yksilöllinen Profibus-osoite, jonka jälkeen nimetään taajuusmuuttaja esimerkiksi pumpun tai moottorin positiolla ja painetaan Insert, jolloin taajuusmuuttaja tulee näkyville Hardwareen (KUVIO 10).



KUVIO 10. Taajuusmuuttajan lisääminen Hardwareen.

Kun taajuusmuuttaja on lisätty, sitä painamalla saadaan valittua Insert Unit, jolloin päästään lisäämään haluttu PPO-tyyppi. PPO tarkoittaa Parameter/Process Data Objectia ja ne ovat Profibus DP:n kommunikointiobjekteja. Tässä opinnäytetyössä käytettiin PPO type 4 (KUVIO 11), jolloin ensimmäinen IW on Status Word, joka sisältää taajuusmuuttajalta tulevaa tietoa. Toinen IW on Actual Speed, joka on pumpun oikea pyörimisnopeus. Lisäksi taajuusmuuttajalta otettiin järjestelmään pumpun vääntömomentti ja teho. Järjestelmästä taajuusmuuttajalle menee Control Word sekä Speed Ref, joka on nopeusohje.

| Channel     | Name         | Type     | Variable  | I/O Description |
|-------------|--------------|----------|---|-----------------|
| IW1.75.1.0  | Status       | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.StatusWord  |                 |
| IW1.75.1.1  | Speed Actual | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.ActualSpeed |                 |
| IW1.75.1.2  | Actual 3     | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.Torque      |                 |
| IW1.75.1.3  | Actual 4     | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.Power       |                 |
| IW1.75.1.4  | Actual 5     | DintIO   |   |                 |
| IW1.75.1.5  | Actual 6     | DintIO   |   |                 |
| QW1.75.1.6  | Command      | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.ControlWord |                 |
| QW1.75.1.7  | Speed Ref    | DintIO   | Harjoitukset.IO.MOT.PM100.Interface.SpeedRef    |                 |
| QW1.75.1.8  | Ref 3        | DintIO   |   |                 |
| QW1.75.1.9  | Ref 4        | DintIO   |   |                 |
| QW1.75.1.10 | Ref 5        | DintIO   |   |                 |
| QW1.75.1.11 | Ref 6        | DintIO   |   |                 |
| IW1.75.1.12 | UnitStatus   | HwStatus |   |                 |

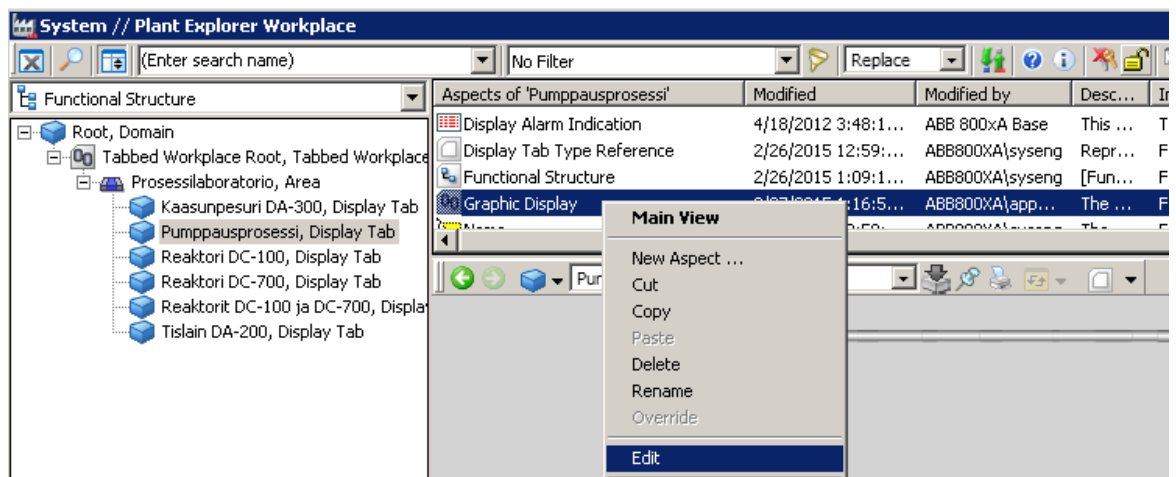
KUVIO 11. PPO Type 4 -connections.

Varsinaista ohjelmakoodia tähän opinnäytetyöhön tuli prosessin pienuudesta johtuen ainoastaan pumpun käynnistyksen estäminen, mikäli tyhjäkäyntisuoja ei tunnista putkistossa olevan vettä. Koodit tehdään Single Control Modulen alle. Single Control Modulea painamalla valitaan Editor, jolloin päästään kirjoittamaan ohjelmakoodia avautuvan ikkunan alaosan Code-alueelle.

## 7 VALVOMOSUUNNITTELU

Valvomokuvien tekemisessä käytetään ABB:n Graphics Builder -ohjelmaa. Graphics Builder mahdollistaa graafisten aspektien, kuten valvomonäyttöjen, graafisten elementtien ja fa- ceplate-elementtien muokkaamisen.

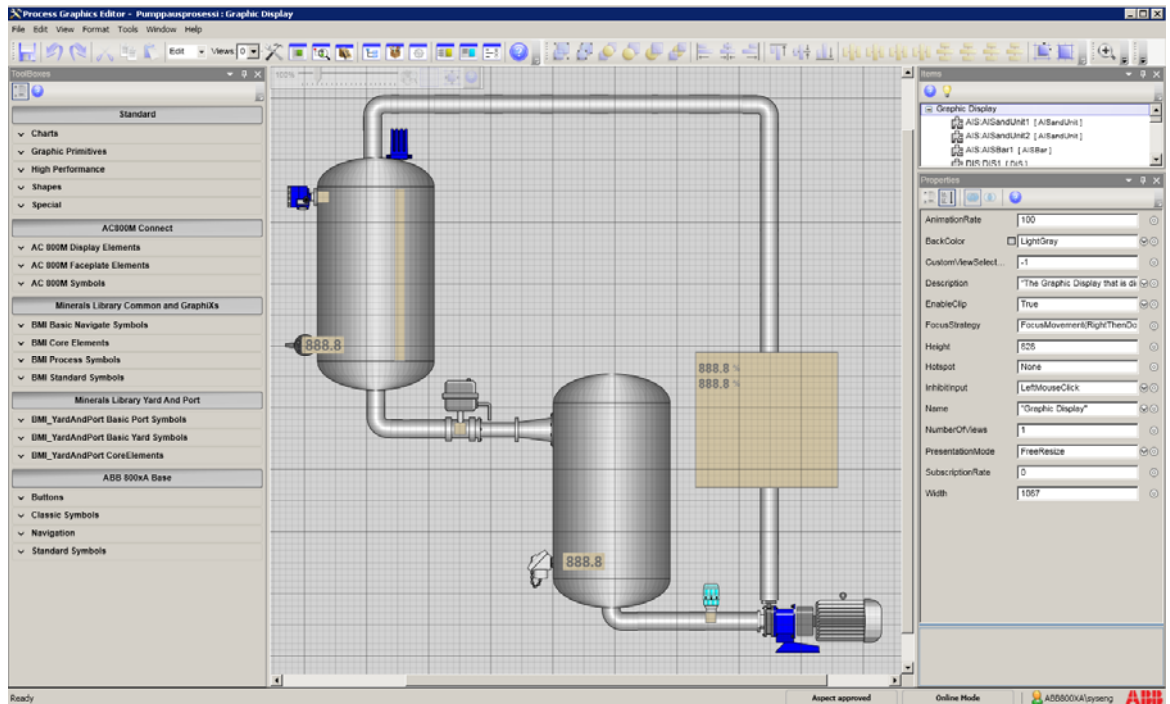
Graphics Builder ohjelma voidaan avata usealla tapaa. Yksi tapa on Plant Explorer Workpla- cesta etsiä vasemman reunan Functional Structure -valikosta prosessin osa, jonka valvo- mokuva halutaan muokata. Kun prosessi on valittu, aukeavat sen aspektit näkyville. Lis- tasta etsitään Graphic Display, jota painamalla hiiren kakkospainikkeella aukeaa valikko josta valitaan Edit, joka avaa Graphics Builderin.



KUVIO 12. Graphics Builderin käynnistäminen.

Graphics Builderin päänäytön keskellä on pohja, jolle kuvat luodaan. Näytön ylälaidasta löytyy tärkeimpinä tallennuspainike, View-valikko, josta voidaan valita esillä olevat pika- kuvakkeet ja Format-valikko, jonka toiminnoilla voidaan muokata esimerkiksi jotakin lisät- tyä objektia. Ylälaidasta aukeaa myös Help-ikkuna.

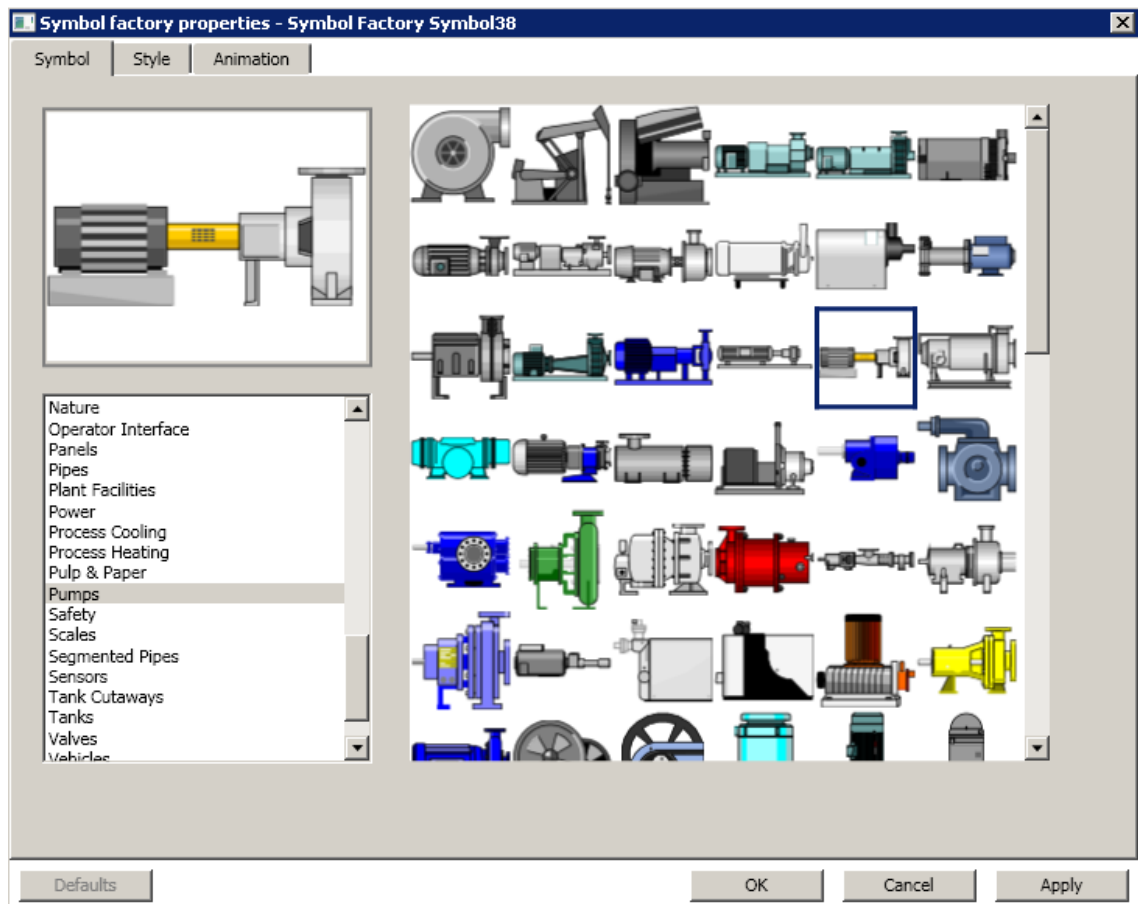
Näytön vasemmasta laidasta löytyy ToolBoxes-ikkuna, josta löytyy mm. painonappeja ja prosessisymboleja, joilla varsinainen operointikuva tehdään. Oikeasta laidasta löytyy Properties-ikkuna, jonka valinnoilla voidaan vaikuttaa kuvaan lisätyn symbolin ominaisuuksiin kuten esimerkiksi kokoon, väriin, näkyvyyteen ja nimeen. Esillä olevia ikkunoita voidaan kuitenkin vaihdella View-valikon avulla tarpeen mukaan.



KUVIO 13. Graphics Builder päänäkymä.

ToolBoxes-valikosta löytyy useasta alavalikosta käyttökelpoisia symboleja, joiden avulla operointikuvat saadaan luotua. Standard-kirjastosta löytyy Shapes-otsikon alta valmiita säiliöiden kuvia sekä putkilinjoja, joiden muokkaaminen on hyvin helppoa. BMI-kirjaston Process Symbol -valikosta löytyy hieman kattavampi valikoima symboleja, joita eri prosesseissa on käytössä, kuten erilaisia säiliöitä ja vaihtimia.

Graafisesti näyttävimmät symbolit löytyvät Standard-kirjaston Special-valikosta raahaamalla Symbol Factory Symbol piirtopohjalle. Aluksi pohjalle ilmestyy kuva pumpusta, jota painamalla hiiren kakkospainikkeella voidaan valita Edit, jolloin aukeaa Symbol factory properties -ikkuna.

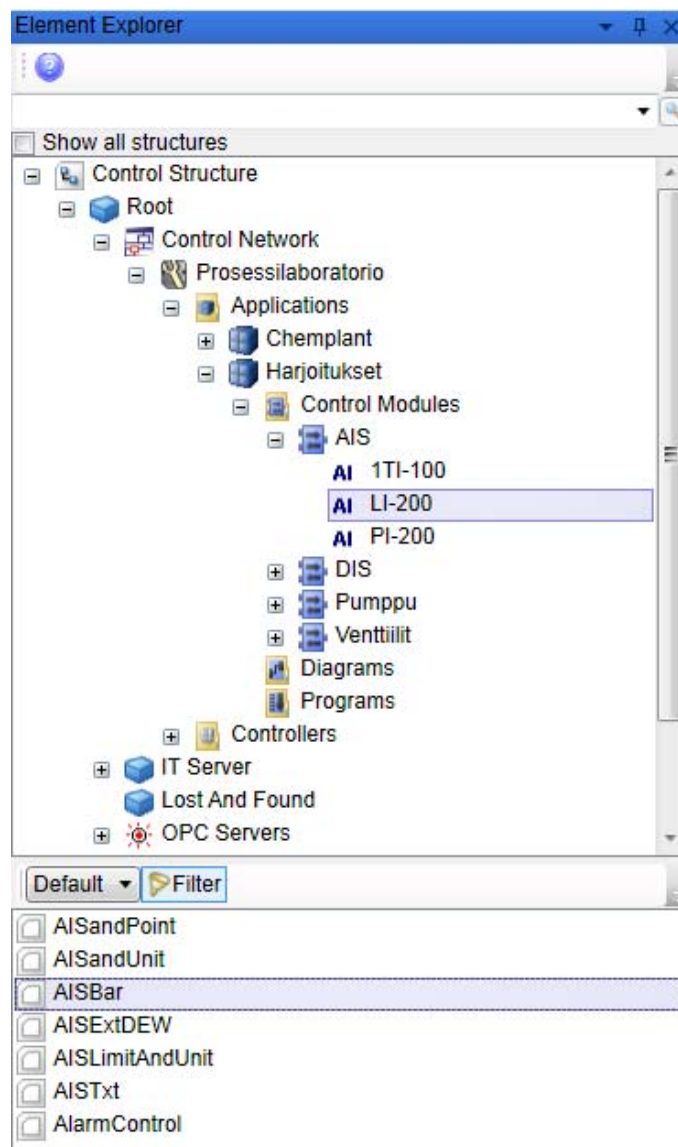


KUVIO 14. Symbol factory properties –ikkuna.

Ikkunan vasemman laidan vetovalikosta voidaan valita kategoria, jolloin oikean laidan näyttöön ilmestyvät kyseisen kategorian symbolit. Kategorioita on erilaisista putkista, pumpuista, venttiileistä, säiliöistä ja lähes kaikesta teollisuuteen liittyvästä aina kaivostoi-  
minnasta elintarviketeollisuuteen asti.

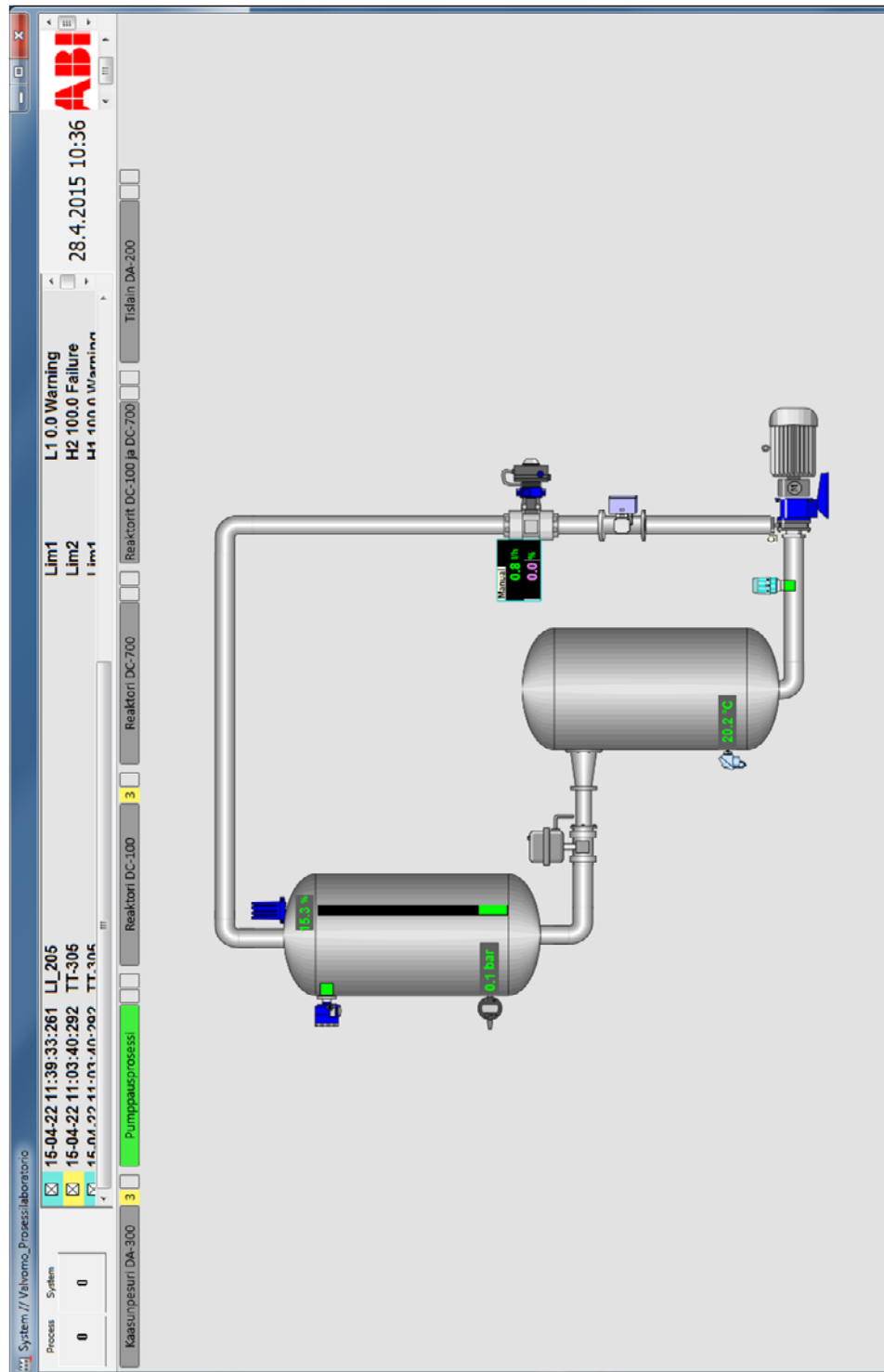
Kun haluttu symboli on valittu, voidaan sen ominaisuuksia muokata ikkunan välilehdistä. Style-välilehdestä voidaan kääntää symboli eri suuntiin, muuttaa symbolin väriä sekä asettaa Blink-mode käyttöön, jolloin symboli välkkyi halutunlaisesti. Animation-välilehdestä voidaan symboli asettaa vaihtamaan väriä tai välkkyämään analogiarvon mukaan tai jonkun bitin vaihtaessa tilaa.

Kun operointikuva on saatu piirrettyä valmiiksi, haetaan Control Builderillä tehdyt piirit Element Explorerin avulla operointikuvaan. Element Explorer aukeaa ylälaidan pikakuvakeesta. Element explorerissa etsitään Control Structuresta applikaatio, josta piirejä halutaan hakea. Applikaation Control Modulien alta löytyy kaikki piirit, jotka on luotu. Control Modulea painamalla, aukeaa ikkunan alalaitaan kaikki tiedot, jotka siitä voidaan tuoda. Esimerkiksi mittauksista voidaan tuoda pelkkä mittausarvo tai pylväsmallinen mittausarvon osoitus, joka soveltuu hyvin käytettäväksi pinnankorkeusmittauksissa. Kuviossa 15 on valittu tuotavaksi pylväsmallinen mittausarvon osoitus pinnankorkeusmittauksesta LI-200. Lisääminen onnistuu raahaamalla AISBar operointikuvaan.



KUVIO 15. Pinnankorkeusmittauksen tietojen haku Element Explorerista.

Pumppausprosessin operointikuvasta ja Chemplant-koetehtaan operointikuvista on luotu yhteinen valvomonäyttö. Valvomonäytön yläosassa on hälytyslista sekä painikkeet, joista päästään tarkastelemaan prosessista sekä järjestelmästä tulevia hälytyksiä. Hälytyslistan alapuolella on painikkeet, joilla pystytään siirtymään eri operointikuvien välillä.



KUVIO 16. Valvomonäyttö.

## 8 POHDINTA

Lähtökohdat opinnäytetyön tekoon olivat haastavat, sillä ABB:n automaatiojärjestelmä oli Centria-ammattikorkeakoulussa uusi, eikä sen käytöstä ollut ammattikorkeakoululla kokemusta. Juuri se olikin yksi syy, miksi päätin tästä aiheesta opinnäytetyön tehdä. Myös tulevaisuutta ajatellen ABB:n 800xA-järjestelmään perehtyminen oli hyvä ajatus, koska nyt on kokemusta yleisesti prosessiteollisuudessa käytössä olevasta järjestelmästä, eikä ABB:n suosio ole varmasti jatkossa vähenemään päin.

Opinnäytetyölle ei asetettu tiukkaa aikataulua, koska prosessi tarvittaisiin käyttöön vasta syksyllä 2015. Työn tekeminen aloitettiin marraskuun 2014 lopulla instrumentointi- ja sähkökuvia piirtämällä. Kaapelireittejä päästiin rakentamaan joulukuun loppupuolella, ja tammikuun alussa oli vuorossa laitteiden asentaminen sekä kaapeleiden vetäminen ja kytkeminen. Automaatiojärjestelmä saatiin käyttöön helmikuun loppupuolella, jonka jälkeen voitiin aloittaa sovellus- ja valvomosuunnittelu. Työ valmistui maaliskuun vaihteessa, ja opinnäytetyön kirjallisen osuuden viimeistelyyn kului huhtikuu.

Mitään suurempia ongelmia ei opinnäytetyötä tehtäessä ilmennyt, ja oikeastaan ainoat haasteet liittyivät ABB:n järjestelmään totutteluun. Työn alussa asetetut tavoitteet saavutettiin, ja lopputuloksena saatiin toimiva kokonaisuus opetuskäyttöön, joka vastaa hyvin sille asetettuja vaatimuksia. Tämän opinnäytetyön aikana opin ABB:n järjestelmän ja ohjelmistojen perusteet ja kaiken kaikkiaan olen lopputulokseen tyytyväinen.



## LÄHTEET

ABB. 2007. ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/24\\_Prosessiautomaatio.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/24_Prosessiautomaatio.pdf). Luettu 13.2.2015.

ABB. 2013. System 800xA. System Guide, Functional Description. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/898c17457d403304c1257b40002e8171/\\$file/3BSE038018-510\\_H\\_en\\_System\\_800xA\\_5.1\\_System\\_Guide\\_Functional\\_Description.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/898c17457d403304c1257b40002e8171/$file/3BSE038018-510_H_en_System_800xA_5.1_System_Guide_Functional_Description.pdf). Luettu 16.2.2015.

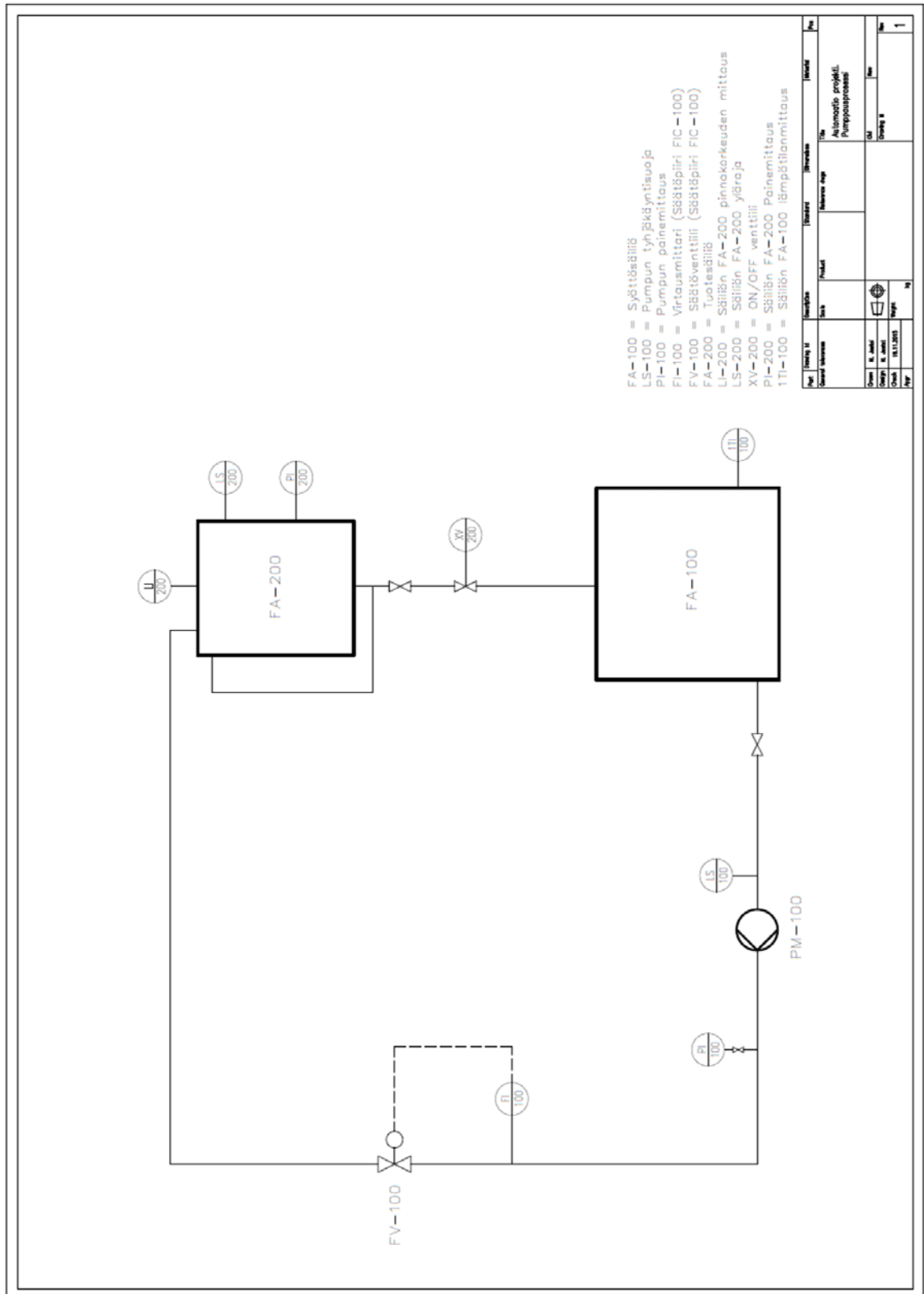
ABB. 2010. S800 I/O. Product Guide. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/2aa8c9d5fde1993ac125775f0000eb8c/\\$file/3BSE015969R5001\\_A\\_en\\_S800\\_I\\_O\\_Product\\_Guide.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/2aa8c9d5fde1993ac125775f0000eb8c/$file/3BSE015969R5001_A_en_S800_I_O_Product_Guide.pdf). Luettu 18.2.2015

Asp, Tuominen & Hyppönen. Automaatiojärjestelmä. Oppimateriaali. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka\\_a2\\_automatiojarjestelma.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a2_automatiojarjestelma.html). Luettu 13.2.2015.

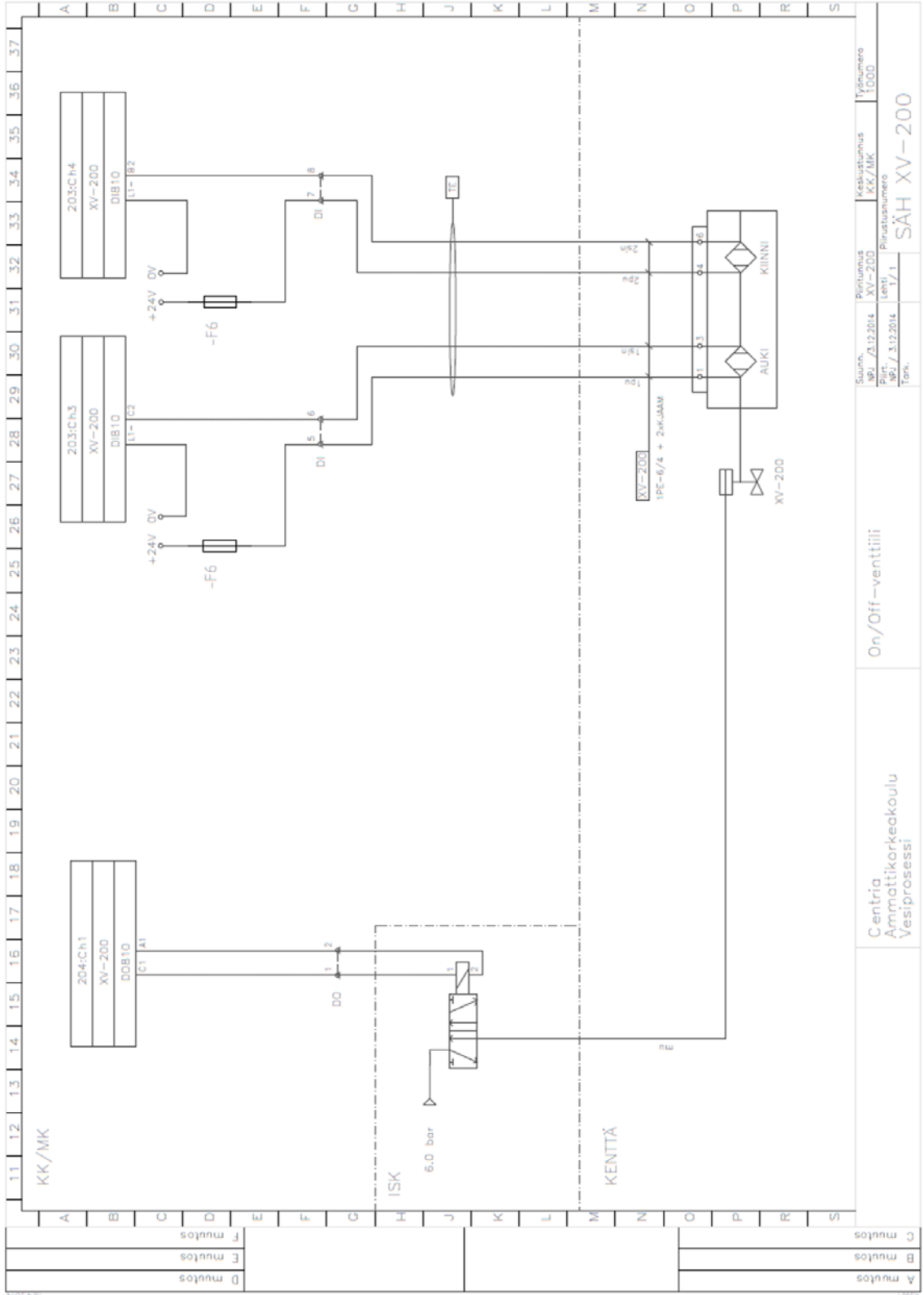
PROFIBUS Nutzerorganisation. 2010. PROFIBUS System Description. Technology and Application. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.profibus.com/nc/download/technical-descriptions-books/downloads/profibus-technology-and-application-system-description/download/14844/>. Luettu 16.2.2015.

Sivonen, M. 2008. Teollisuuden instrumentointi – Rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL.

PI-KAAVIO

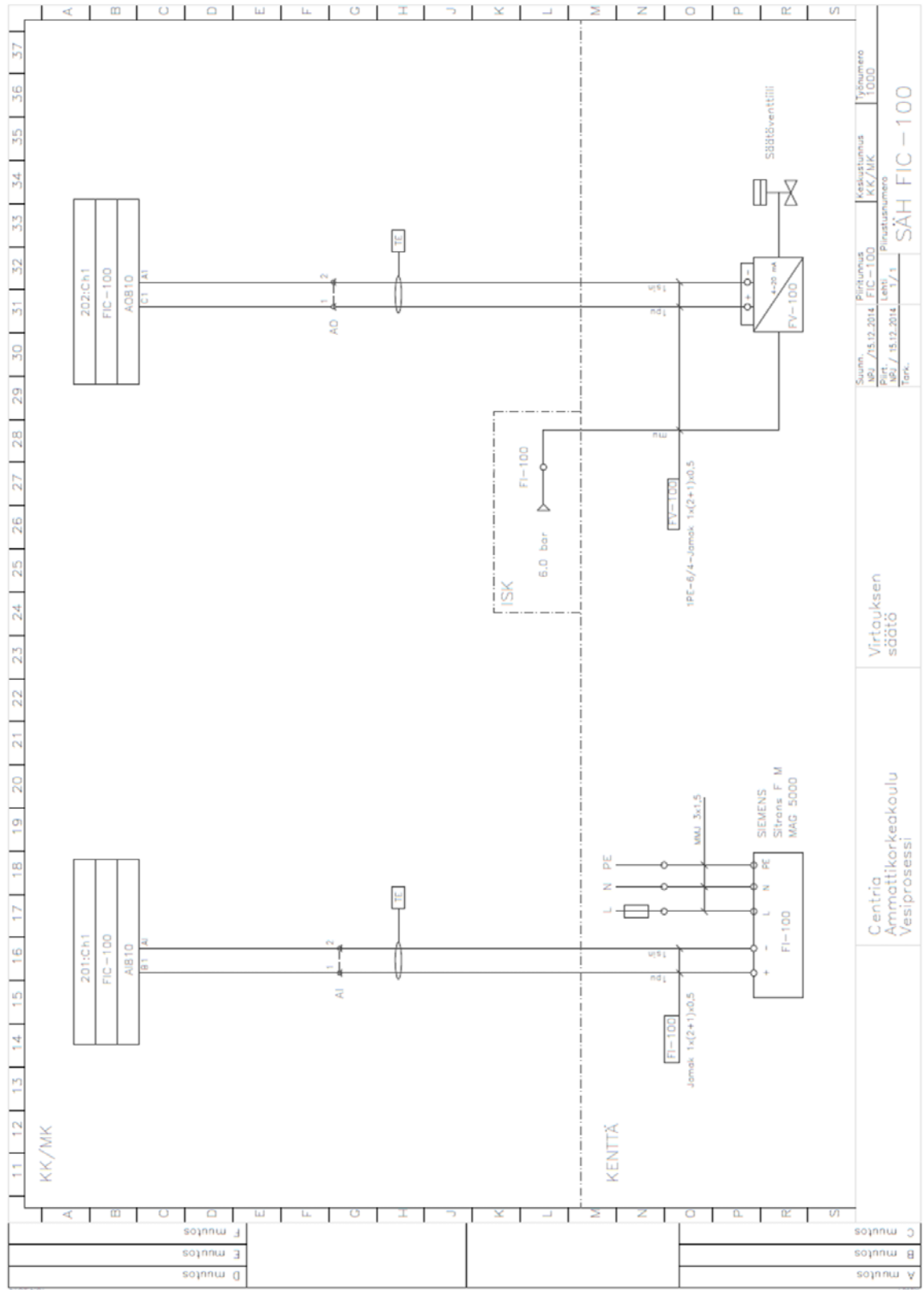


INSTRUMENTOINTIKUVAT



|          |  |                 |                        |                    |                     |                |
|----------|--|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| A muutos | Centria Ammatikorkeakoulu Vesiprosessi | On/Off-ventiili | Suunn. sp. / 3.12.2014 | Piirittynyt XV-200 | Keskustannus KK/AMK | Työnumero 1000 |
| B muutos |  |                 | Piir. sp. / 3.12.2014  | Lehti 1/1          | Piirustajamääritys  |                |
| C muutos |  |                 | Tark.                  |                    |                     | SÄH XV-200     |

INSTRUMENTOINTIKUVAT



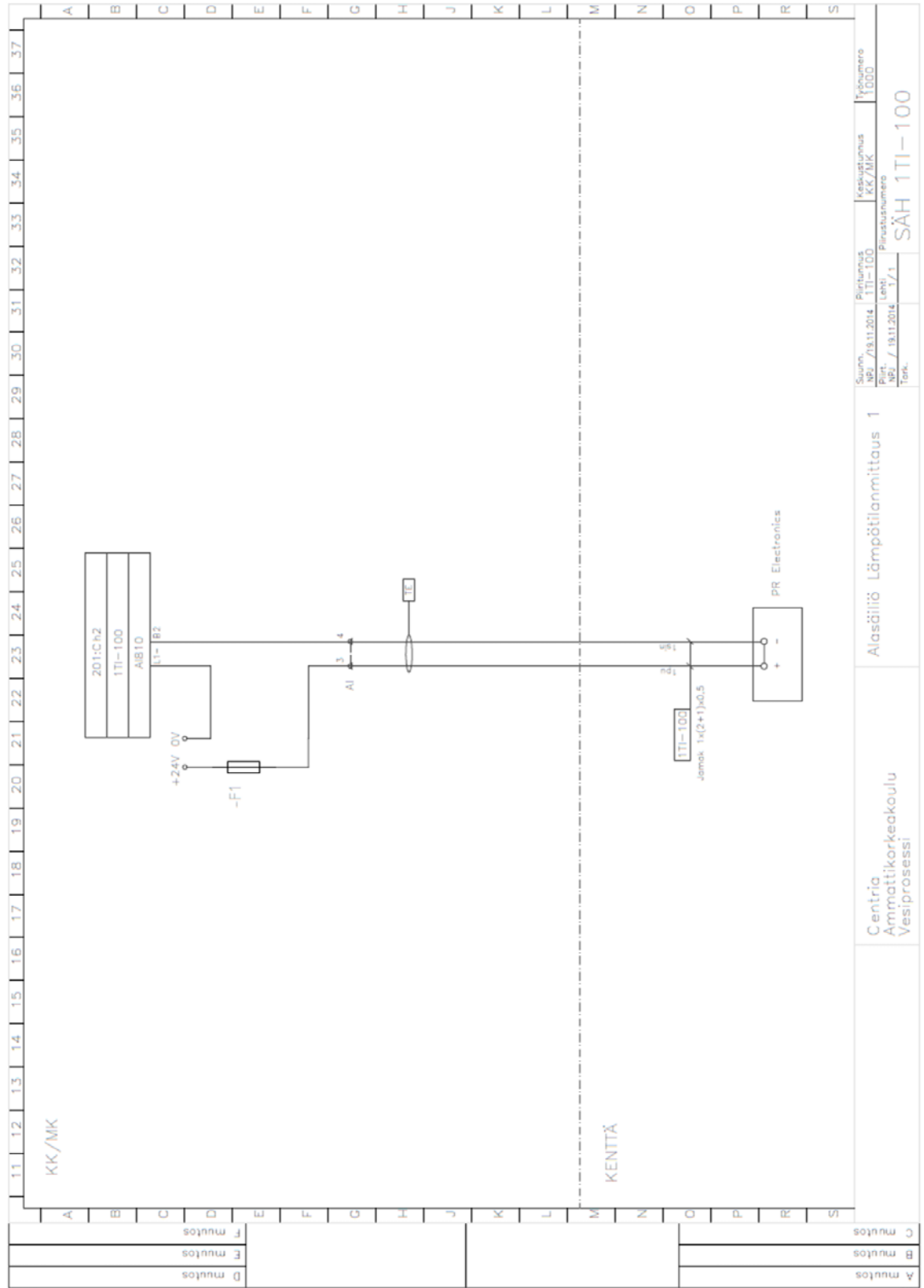
|   |        |  |
|---|--------|--|
| A | muitos |  |
| B | muitos |  |
| C | muitos |  |
| D | muitos |  |
| E | muitos |  |
| F | muitos |  |
| G | muitos |  |
| H | muitos |  |
| I | muitos |  |
| J | muitos |  |
| K | muitos |  |
| L | muitos |  |
| M | muitos |  |
| N | muitos |  |
| O | muitos |  |
| P | muitos |  |
| Q | muitos |  |
| R | muitos |  |
| S | muitos |  |

|                 |          |                |           |
|-----------------|----------|----------------|-----------|
| Scana           | Projekti | Kaistatunnus   | Töskumero |
| M2 / 15.12.2014 | FI-100   | KK/MK          | 1000      |
| M2 / 15.12.2014 | FI-100   | Plinattinumero |           |
| 1/1             |          |                |           |
| SÄH FI-100      |          |                |           |

Virtauksen säätö

Centria  
Ammattikorkeakoulu  
Vesiprosessi

INSTRUMENTOINTIKUVAT



|             |              |           |
|-------------|--------------|-----------|
| KK/MIK      | Keskusteluus | Yksimäärä |
| TTI-100     | TTI-100      | 1000      |
| 19.11.2014  | 19.11.2014   |           |
| 1/1         | 1/1          |           |
| SÄH 1TI-100 |              |           |

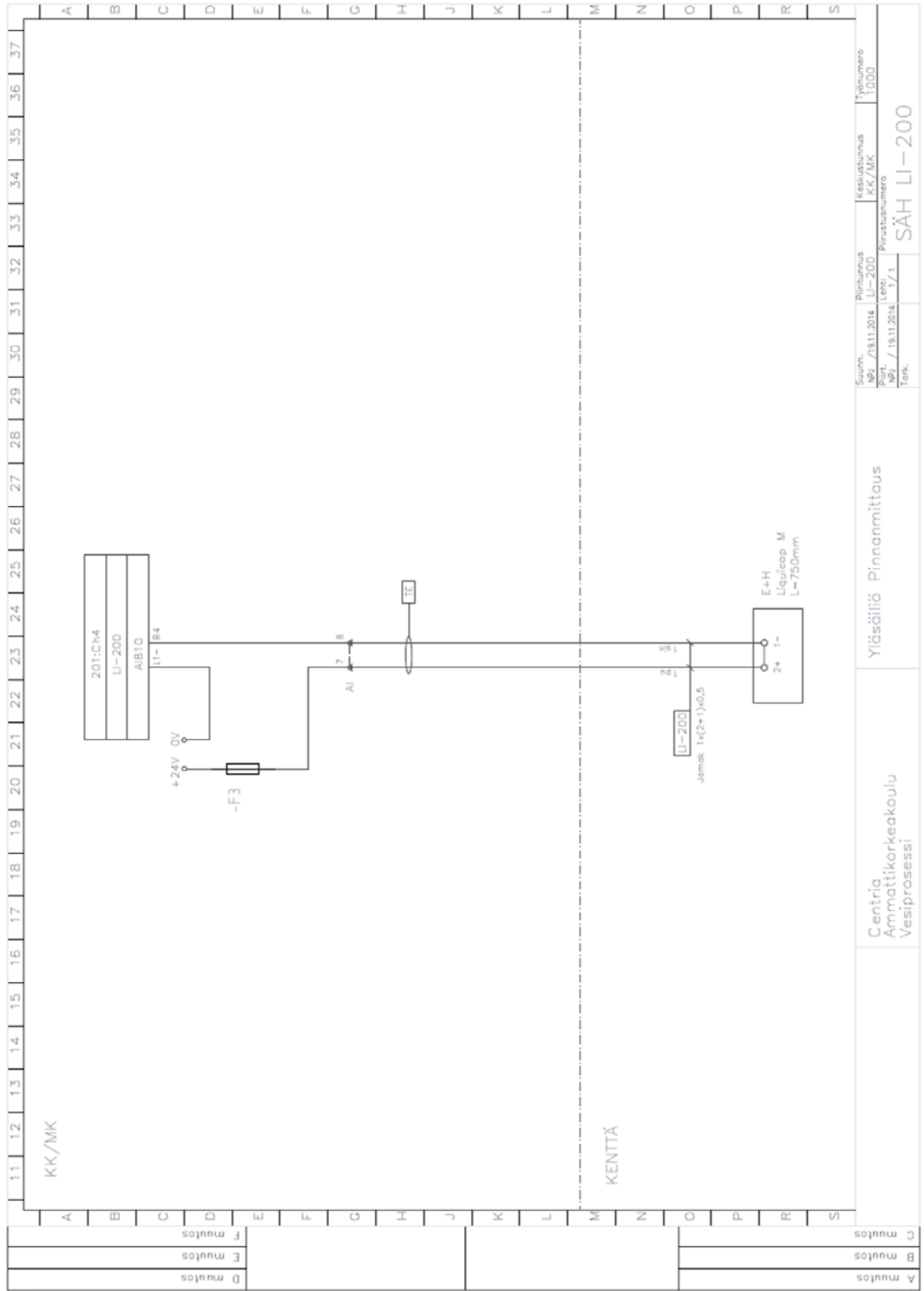
Alasäiliö Lämpötilanmittaus 1

Centria  
Ammattikorkeakoulu  
Vesiprosessi

|   |        |
|---|--------|
| A | muutos |
| B | muutos |
| C | muutos |
| D | muutos |
| E | muutos |
| F | muutos |

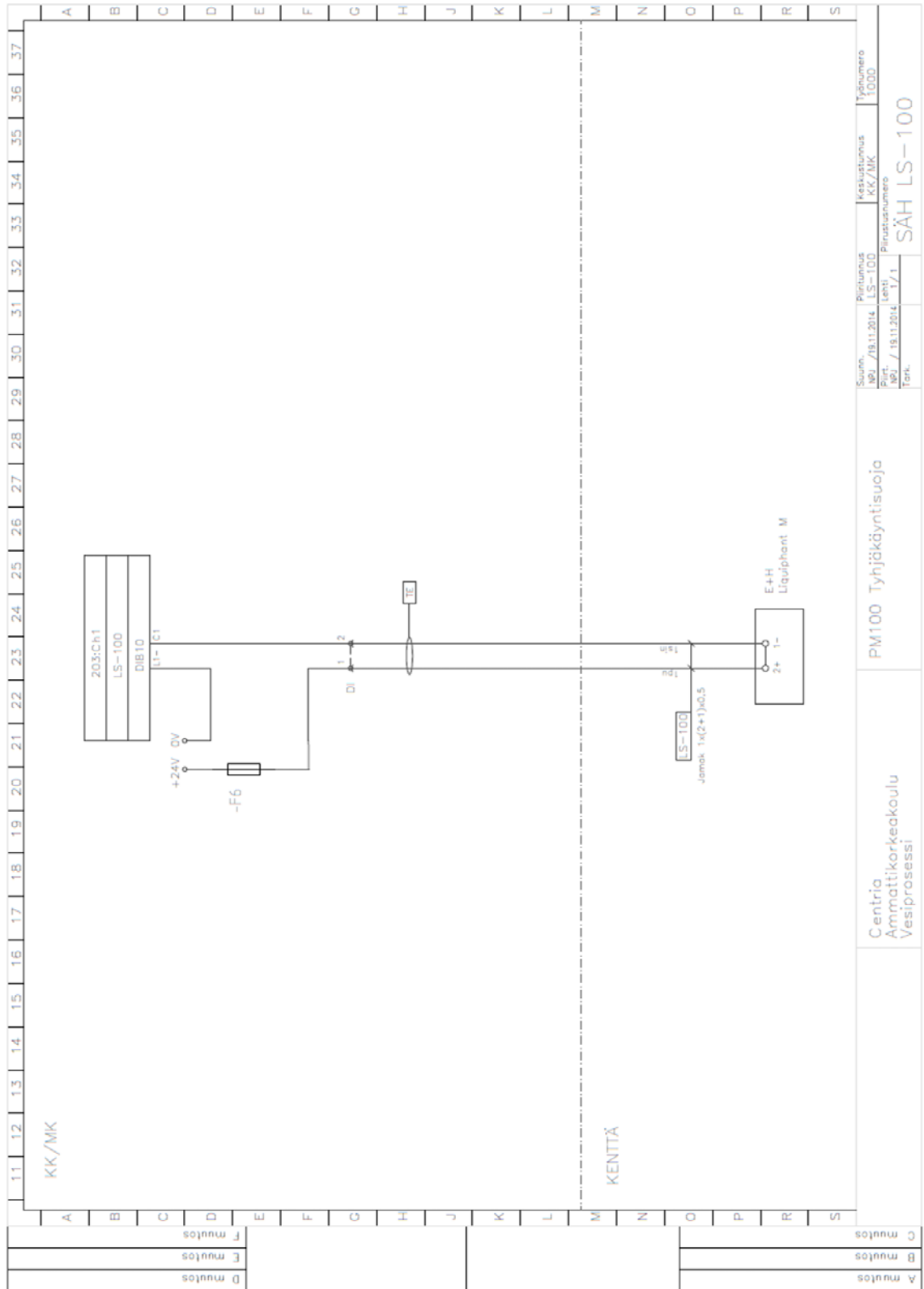
|   |        |
|---|--------|
| A | muutos |
| B | muutos |
| C | muutos |

INSTRUMENTOINTIKUVAT





INSTRUMENTOINTIKUVAT



|                   |           |                 |            |
|-------------------|-----------|-----------------|------------|
| Supp. /18.11.2014 | Piirustus | Keskusteluus    | Työnumero  |
| MPJ / 19.11.2014  | Lehti     | KK/MK           | 1000       |
| Taski             | 1/1       | Piirustusnumero |            |
|                   |           |                 | SÄH LS-100 |

PM100 Tyhjäkäyntisuoja

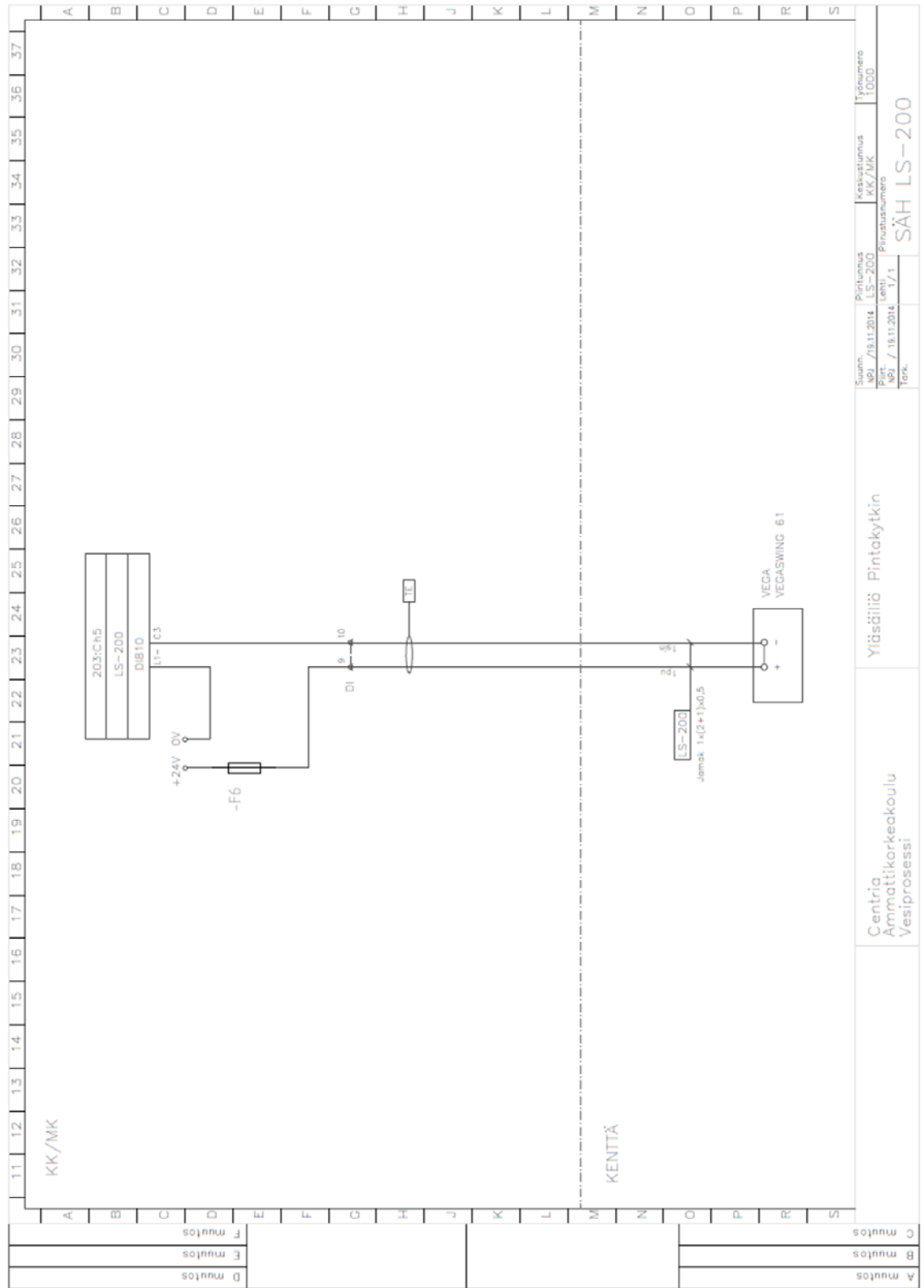
Centria  
Ammatikorkeakoulu  
Vesiprosessi

|          |
|----------|
| A muutos |
| B muutos |
| C muutos |
| D muutos |
| E muutos |
| F muutos |

|          |
|----------|
| A muutos |
| B muutos |
| C muutos |



INSTRUMENTOINTIKUVAT



|           |                  |          |        |             |       |       |      |
|-----------|------------------|----------|--------|-------------|-------|-------|------|
| Sheet No. | 102 / 18.11.2014 | Revision | LS-200 | Drawing No. | KK/MK | Scale | 1000 |
| Part No.  | 102 / 18.11.2014 | Sheet    | 1 / 1  | SÄH LS-200  |       |       |      |
| Task      |                  |          |        |             |       |       |      |

Yläsiiliön Pintakytkin

Centria  
Ammattikorkeakoulu  
Vesiprosessi

|             |  |
|-------------|--|
| A muutokset |  |
| B muutokset |  |
| C muutokset |  |
| D muutokset |  |
| E muutokset |  |
| F muutokset |  |



PERIAATEKUVA

ABB 800xA automaatiojärjestelmä, pumppausprosessi. Centria Ammattikorkeakoulu

