



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

POLTTOAINEENSYÖTTÖ- LAITTEISTON KÄYTTÖÖN- OTTO

TE -
KIJÄ:

Markus Piironen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Markus Piironen	
Työn nimi Polttoaineensyöttölaitteiston käyttöönotto	
Päiväys 02.03.2017	Sivumäärä/Liitteet 23/5
Ohjaaja(t) Jukka Huttunen, Markku Kosunen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee polttoaineensyöttölaitteiston käyttöönottoa Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiatutkimuskeskuksella.</p> <p>Varkauden tutkimuskeskuksen polttoaineensyöttölaitteistoon kuuluvat hihnakuljetin, polttoainekontit, tankopurkaimet, repijärullat ja kolakuljetin.</p> <p>Tähän työhön kuuluu mekaanisia ja sähköisiä asennuksia sekä polttoaineensyöttölaitteiston automaation ohjelmointi ja testaus. Ohjelmointi tehtiin ABB:n logiikkajärjestelmään CodeSYS-ohjelmalla.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu.</p>	
Avainsanat	
Polttoainejärjestelmä, käyttöönotto, energiatutkimuskeskus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Markus Piironen			
Title of Thesis Commissioning Of Fuel Feeding System			
Date	02.03.2017	Pages/Appendices	23/5
Supervisor(s) Jukka Huttunen, Markku Kosunen			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Savonia University of Applied Sciences. This study covers the commissioning of the fuel feeding system at Savonia's energy research center. The goal of this thesis was to make the fuel feeding system operational.</p> <p>The energy research center's fuel feeding system contains a belt conveyor, two fuel containers, floor scraper systems, shredder screws and scraper conveyor.</p> <p>This study focuses on mechanical and electrical installations. This study also includes the programming and testing of automation.</p> <p>Most of the equipment had been installed in advance. The programming was started from scratch. Programming was done with CodeSYS automation programming software to the ABB's programmable logic system.</p>			
Keywords			
fuel feeding, commissioning, energy research center			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta.....	7
1.2	Tavoitteet.....	7
1.3	Rajaukset	7
2	POLTTOAINEEN SYÖTTÖJÄRJESTELMÄT	8
2.1	Polttoainekontit.....	8
2.2	Polttoainekonttien kattoluukut	8
2.3	Tankopurkain	9
2.4	Repijärulla	10
2.5	Kolakuljetin	11
2.6	Hätäpysäytys.....	12
3	POLTTOAINEENSYÖTTÖLAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTON TEHTÄVÄT.....	13
3.1	Mekaaniset työt	13
3.1.1	Konttien glykoli-vesiputkien korjaus.....	13
3.2	Laitteiston asennukset.....	14
3.2.1	Tankopurkaimien käyttöönotto.....	14
3.2.2	Polttoainekonttien kattoluukkujen sähköistys	16
3.2.3	Hihnakuuljetin	16
3.2.4	Köysihätäpysäyttimien asennus	17
4	AUTOMAATION OHJELMOINTI	18
4.1	Käytettävät ohjelmistot	18
4.1.1	ABB Automation Builder.....	18
4.1.2	CODESYS.....	18
4.2	Kolakuljetin	18
4.3	Polttoainekontit.....	19
4.4	Pääohjelma	20
5	SUOSITUKSET	21
6	YHTEENVETO.....	21
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	23
	LIITE 1: PI-KAAVIO POLTTOAINEENSYÖTTÖ	24
	LIITE 2: PIIRIKAAVIO KOLAKULJETIN	25

LIITE 3: PIIRIKAAVIO SAVUNPOISTOLUUKKU VARASTOLLE 1.....	26
LIITE 4: PIIRIKAAVIO TANKOPURKAIN 2.....	27
LIITE 5: FUELHEATER -OHJELMA.....	28

TERMIT JA LYHENTEET

Radiaattori:

Radiaattori on ilmalauhdutin, jolla jäähdytetään tutkimuskattilassa syntyvää kuumaa vettä. Sellainen sijaitsee Varkauden tutkimushallin ulkopuolella.

Riviliitin:

Riviliitintä käytetään sähkökeskuksissa syöttöjen ja lähtöjen sekä kaapin oman johdotuksen välissä.

Välisiilon massa:

Välisiilossa olevan polttoaineen massa (kg).

Polttoaineen tiheys:

Käytettävän polttoaineen keskimääräinen tiheys (kg/m^3).

Polttoaineen osuus:

Kattilalle syötettävän polttoaineen osuus prosentteina (%).

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Savonia-ammattikorkeakoululle on rakentumassa Varkauden kampuksen yhteyteen energiateknologian tutkimusympäristö. Tutkimuskeskuksessa tulee olemaan valmiudet tutkia, kehittää ja testata kiertäyspolttoaineiden, hakkeen, turpeen, sekä pyrolyysiöljyn palamista sekä niistä muodostuvia päästöjä ja niiden hallintaa. Tutkimuskeskuksella voidaan myös tutkia materiaalien korroosiokäyttäytymistä. (Energiatutkimuskeskuksen blogi.)

Tämä työ liittyy KOLA-hankkeeseen, jonka toteuttavat yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulu ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Hankkeen tavoitteena on nopeuttaa pk-yritysten ja yliopistolähtöisten uusien teknologioiden ja innovaatioiden käyttöönottoa sekä tuoda toimijoiden käyttöön luotettavasti toimiva koeympäristö. (Energiatutkimuskeskus: hankkeet.)

1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on suorittaa polttoaineensyöttölaitteiston käyttöönotto ja testaus Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiatutkimuskeskuksessa. Lisäksi tavoitteena on oppia automaatiojärjestelmän ja ohjelmoinnin perusteet.

1.3 Rajaukset

Työ keskittyy polttoainekonttien ja kolakuljettimen käyttöönoton tehtäviin ja asennuksiin sekä polttoaineensyötön automatisoinnin ohjelmoimiseen.

2 POLTTOAINEEN SYÖTTÖJÄRJESTELMÄT

Polttoaineen syöttöjärjestelmän tarkoituksena on syöttää eri polttoaineita kuten pellettiä, haketta, turvetta tai kierrätyspolttoaineita kattilalle. Varkauden energiatutkimuskeskuksen polttoaineensyöttöjärjestelmä sisältää kaksi polttoainekonttia, joissa ovat tankopurkaimet. Tankopurkaimet purkavat polttoaineen kolakuljettimelle ja kuljetin kuljettaa polttoaineen välisiiloon, josta polttoaine painovoimaisesti tai syöttöruuvien avulla syötetään sulkusyöttimeen ja sen jälkeen leijupetikattilaan tai ryöstöpellin kautta arinakattilaan. (Tukiainen 2014.)

2.1 Polttoainekontit

Varkauden energiatutkimuskeskuksen polttoainevarastoina toimivat kaksi modifioitua 20 jalan merikonttia. Kontteihin mahtuu 3-4 vuorokauden tarve polttoainetta. Polttoaineen painoa ja määrää mitataan vaaoilla, jotka sijaitsevat konttien jalkojen alla. Myös konttien lämpötiloja mitataan. Kummankin kontin katolla on sähkömoottorilla avautuva luukku. Luukuista lisätään hinnakuljettimella polttoainetta kontteihin. Toinen kontti on tarkoitettu kierrätyspolttoaineelle ja toinen hakkeelle, turpeelle ja pelletille.

Konttien sisällä on betonivalulattia, jonka sisällä kulkevat lämmitysputket. Lämmitysputkissa kiertävä aine on vesiglykolia. Glykoli-vesiputkien tarkoitus on sulattaa jäinen polttoaine sekä kuivata sitä. Valun päällä makaavat tankopurkaimet, jotka liikuttavat polttoainetta konteissa. Tankopurkaimet työntävät polttoainetta kohti repijärullia ja kolakuljetinta.



KUVA 1. Polttoainekontit sekä kolakuljetin

2.2 Polttoainekonttien kattoluukut

Kummankin polttoainekontin katolla sijaitsee sähkömoottorilla avautuva kattoluukku. Luukkujen kautta lisätään polttoaine kontteihin. Luukut ovat tarkoitettu savunpoistoon eivätkä ole ideaaleja tähän

käyttötarkoitukseen. Luukun avausmekanismi sijaitsee keskellä luukua ja polttoainetta lisättäessä polttoaine voi mahdollisesti kasaantua sen päälle. Savunpoistoluukkujen käyttöön päädyttiin kustannussyistä.



KUVA 2. Polttoainekonttien luukun avausmekanismi

Luukkuja ohjataan omilla ohjauskeskuksilla (savunpoiston laukaisukeskus) ja ohjaus onnistuu vain paikallisesti. Luukun aukeamisesta saataisiin hälytys automaatiolle, mutta kirjoitushetkellä kaapelin veto puuttuu. Luukut avataan painamalla tulipalohälytyspainiketta ja suljetaan reset-painikkeesta. Savunpoistoluukut ovat Keraplast Oy:n toimittamat ja mallinimeltään ORIVENT 21-m. Ohjauskeskukset ovat tanskalaisen Actulux-nimisen yrityksen valmistamat. Ohjauskeskuksille tulee 230 V syöttö ja keskukset sisältävät akuston. Ohjauskeskukselta lähtee 24 V tasajännitesyöttö luukun sähkömoottorille.

2.3 Tankopurkain

Tankopurkain koostuu useasta kiilamaisesta kolasta, jotka eteenpäin liikkeessa työntävät polttoainetta. Taaksepäin liikkeessä kolat liukuvat polttoaineen alitse. Tankopurkaimia liikutetaan hydraulisesti ja ne käyttävät samaa hydraulikkapumppua. Tankopurkaimet liikkuvat vain vuorotellen laiterikojen välttämiseksi.

Tankopurkaimet liikkuvat hydraulikkasynterin työntämänä. Sylinterissä on etu- ja takarajakytkimet, jotka antavat automaatiolle käskyn pysäyttää tankopurkaimen liike. Kytkimet on asetettu pysäyttämään tankopurkaimen liike hieman ennen ääriasennon saavuttamista. Saavutettuaan ääriasennon tankopurkain voi liikkua vain toiseen suuntaan.

Tankopurkaimen liikkeessä rakenteisiin kohdistuu suuret voimat, joten perustusten sekä rakenteiden tulee olla vahvoja. Umpinaisen pohjarakenteen ansiosta tankopurkain ei syötä alleen, mutta tankopurkainvarastoa ei saada täysin tyhjäksi. (Energiateollisuus ry 2012, 13.)

2.4 Repijärulla

Repijärulla sijaitsee kontin polttoaineen purkupäässä lähellä kolakuljettimen syöttöaukkoa. Repijärulla repii polttoaineen pienemmiksi kappaleiksi ja edesauttaa polttoaineen purkamista kolakuljettimelle. Sillä vältetään polttoaineen paakkuuntuminen. Polttoainekontti 2:n repijärulla siirtää polttoainetta keskelle.



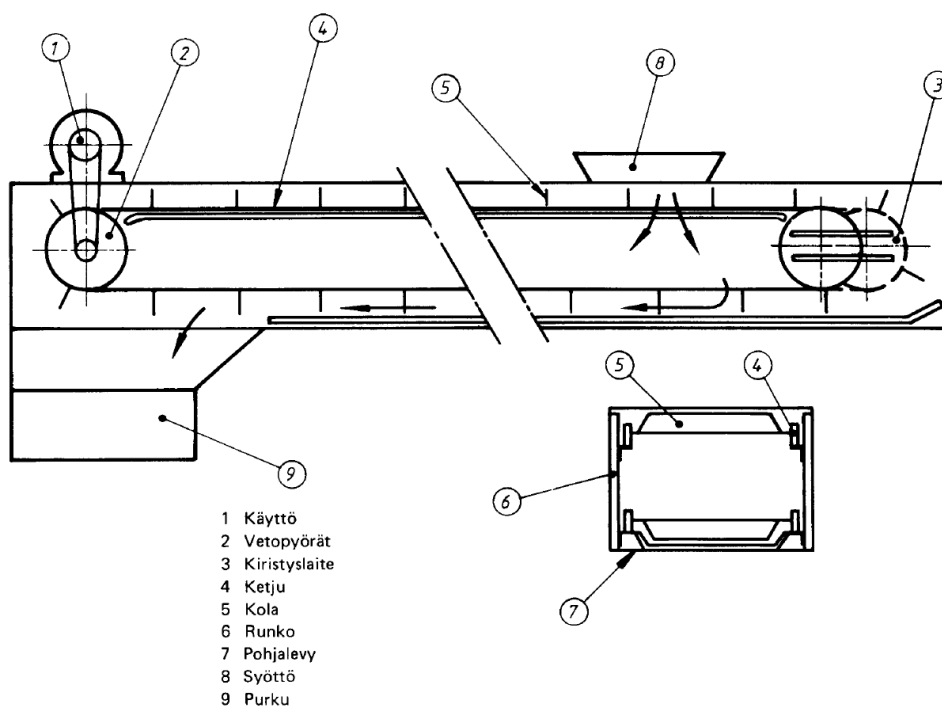
KUVA 3. Kontti 1 tankopurkain sekä repijärulla hakkeelle ja turpeelle.



KUVA 4. Kontti 2 repijärulla ja puupurua.

2.5 Kolakuljetin

Kolakuljettimessa (kuva 5) materiaalin siirtämiseen käytetään kuljetinketjua (4), johon on kiinnitetty kolia (5). Kolat työntävät materiaalia, tässä tapauksessa polttoainetta, useimmiten alemmalla tasolla (7). Polttoaine syötetään kuljettimelle yläkautta syöttöaukosta (8), josta kolat työntävät sen alapohjalla purkuaukolle (9), joka sijaitsee vetopään (2) alla. Purkuaukkoja voi olla eri käyttötarkoituksiin useampia kuin yksi. Kolakuljettimen taittopään (3) tehtävänä on muuttaa ketjun kulkusuuntaa sekä ylläpitää ketjun kireyttä. (SFS 4200, 15.)



KUVA 5. Kolakuljettimen rakenne (SFS 4200, 15.)

Kuljetin voi olla rakenteeltaan päältä avoin tai suljettu. Suljetulla rakenteella on se hyöty, että kuljetin saadaan silloin pölytiiviiksi. Muita kolakuljettimen etuja ovat korkea jopa 45 asteen nousukulma, helppo kuormaus ja purku. Kolakuljetin sopii myös hyvin erikokoisia paloja sisältäville ja rakeisille materiaaleille. Huonoina puolina voidaan pitää kuluviin osien paljoutta, korkeaa hintaa sekä suurehkoa tehontarvetta. (Energiateollisuus ry 2012, 13.)

Energiatutkimuskeskukselle kolakuljettimen toimitti Ferroplan Oy. Kuljetin ulottuu ulkoa konteilta tutkimushalliin sisälle, leijupetikattilan välisiilolle asti. Mittaa kuljettimella on noin 20 metriä ja leveyttä 600 mm. Sen kapasiteetti on noin 90 tonnia tunnissa. Kuljetin on rakenteeltaan suljettu ja siinä on neljä kappaletta kumilenkeillä suljettuja kansiä, joiden kautta voidaan poistaa tukoksia tai tehdä tarkastuksia, lisäksi kolakuljettimen veto- ja taittopäässä sijaitsevat tarkastusluukut. Kuljettimen rinnalla kulkee huoltotasot, joiden kautta kansiin päästään käsiksi. Kuljetinta liikuttaessa kansien tulee olla kiinni turvallisuussyistä.

Kuljettimessa on kaksi purkuaukkoa. Ennen välisiiloa on ryöstöpelti, jonka kautta polttoainetta voidaan ohjata arinakattilalle tai polttoaine voidaan purkaa välisiilolle, josta polttoainetta syötetään leijupetikattilalle. Kolakuljettimen ulos jäävään osaan on asennettu glykolivesiputket estämään jäätyksiä. Kolakuljettimen vieressä kulkee köysihätäpysäyttimet koko kuljettimen matkalta.



KUVA 6. Kolakuljettimen kansi sekä köysihätäpysäyttimen köysi. Kolakuljettimen oikealla puolella on ryöstöpelti ulosvedettynä.

2.6 Hätäpysäytys

Koneessa tulee olla yksi tai useampi hätäpysäytyslaite, jolla vaarallinen prosessi saadaan pysäytettyä. Hätäpysäyttimen on pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti. Hätäpysäytinlaitteen käytöstä voidaan poiketa koneissa, joissa se ei lyhentäisi pysäytysaikaa tai se ei mahdollistaisi erityistoimenpiteitä, joita riskin hallitsemiseen tarvitaan. Hätäpysäytyslaitteen on oltava varustettu selvästi tunnistettavilla ja näkyvillä ohjaimilla ja niiden on oltava nopeasti käytettävissä. Hätäpysäytyslaitteen pysäytyskäskyn on jäätävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla. Hätäpysäytyslaitteen lukituksen vapauttaminen ei saa käynnistää konetta uudelleen vaan ainoastaan tehdä uudelleenkäynnistäminen mahdolliseksi. Hätäpysäytystoiminnon on oltava koko ajan saatavilla ja toimintakunnossa. (Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas, 184.)

Hätäpysäytinlaitteena toimii yleensä painike tai köysi. Hätäpysäytyspainikkeen on oltava sienimäinen, punainen ja taustalla keltainen pohja. Hätäpysäytinpainikkeen lukituksen vapauttamisen kiertosuunta on merkittävä painikkeeseen. (Sundquist, Hätäpysäytys: standardit.)

3 POLTTOAINEENSYÖTTÖLAITTEISTON KÄYTTÖNOTON TEHTÄVÄT

3.1 Mekaaniset työt

Polttoaineensyöttöjärjestelmän mekaaniset asennukset olivat suurimmilta osin jo tehty. Jäljellä olivat konttien glykoli-vesiputkien korjaus sekä glykoli-vesiputkilinjan teko konteilta ja kolalta radiaattorille. Glykoli-vesiputkilinjan tekivät LVI-puolen opiskelijat Savon ammatti- ja aikuisopistosta.

3.1.1 Konttien glykoli-vesiputkien korjaus

Polttoainekonttien lattiavalun sisällä kulkevat 20 millimetrin muoviputket. Putkien oli tarkoitus kulkea valun alla koko matkalta. Valun alla kulkiessa putket eivät tule kolakuljettimen tielle. Konttien lattiavalua tehdessä tapahtui virhe ja putkien päät jäivät pystyyn kontteihin sisälle. Lisäksi putkien läpiviennit sijaittivat liian korkealla. Putket olisivat osuneet tankopurkaimeen ja rikkoontuneet.



KUVA 7. Kontin seinä ennen työn aloitusta

Työ aloitettiin irrottamalla kontin seinästä vanerilevyt putkien kohdalta. Seuraavaksi betonivalua piikattiin putkien juuresta, jotta niitä voisi liikuttaa. Valua piikattiin noin 10-15 cm kunkin putken pään juuresta. Piikkauksen jälkeen kontin seinän alareunasta piti leikata pala pois kulmahiomakoneella, koska putkien läpiviennit olisivat muuten tulleet liian korkealle. Leikatessa tuli olla varovainen, ettei vahingossa vahingoitettu muoviputkia, jotka sijaitsivat lähellä seinämää. Konttien seinämiin tuli tehdä uudet reiät putkien läpivientiä varten. Tarpeeksi suuren reiän tekoon ei ollut kunnollisia työkaluja ja jouduttiin käyttämään kartioporanterää noin 20 mm reiän poraamiseen. Putkien päät sijaitsivat hyvin lähellä läpivientiä ja niitä joutui taivuttamaan varovaisesti, etteivät muoviputket olisi taittuneet liikaa ja mahdollisesti rikkoutuneet, jotta ne saatiin rei'istä ulos.

Paikkausvalun jälkeen vanerilevyt kiinnitettiin uudelleen kontin seinään. Konttien seinämiin porattuihin läpivienteihin pursotettiin eristevaahtoa estämään kosteuden pääsy sisälle. LVI-alan opiskelijat Savon ammatti- ja aikuisopistosta kytkivät putket glykoli-vesilinjaan.



KUVA 8. Kontin seinä korjauksen jälkeen

3.2 Laitteiston asennukset

Suurin osa laitteistosta oli jo asennettu aiemmin ja jäljellä oli lähinnä kaapelin vetoa, kaapeleiden kytkemistä ja asennusten tarkastamista. Varsinkin asennusten tarkastus ja virheellisten asennusten korjaaminen aiheutti ylimääräistä työtä. Sähköasennuksista suurin osa on Savon ammatti- ja aikuisopiston sähköpuolen opiskelijoiden tekemiä.

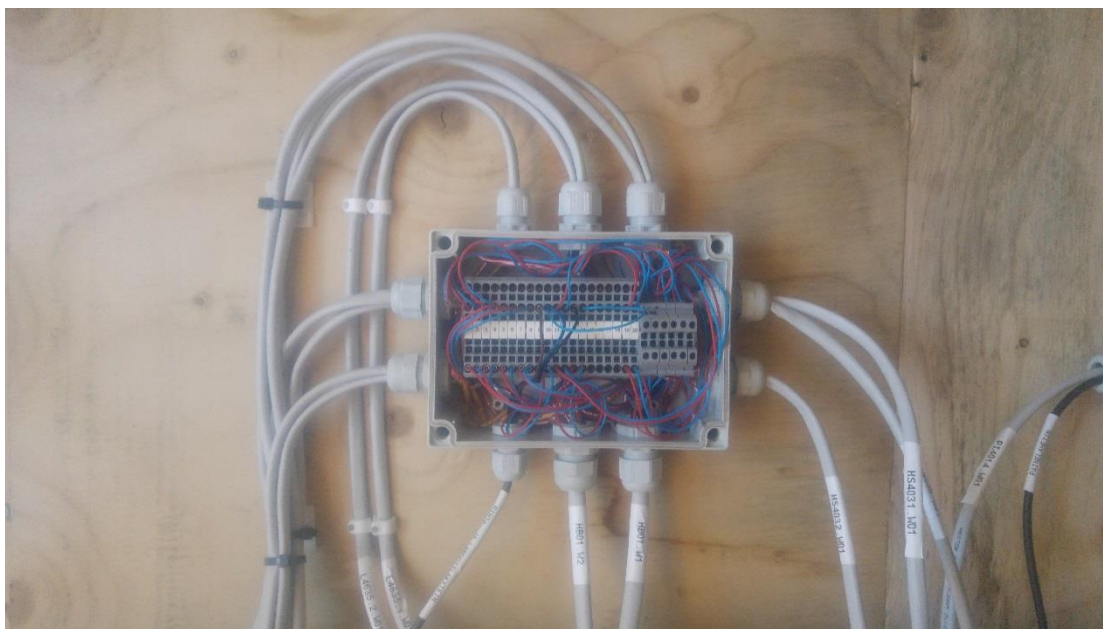
3.2.1 Tankopurkaimien käyttöönotto

Kummankin tankopurkaimen hydraulikkasynterin ylle hitsattiin kisko, johon etu- ja takarajakytkimet asennettiin kiinni. Itse synteriin hitsattiin kiinni tappi, joka painaa rajakytkimen pohjaan liikkeessaan. Rajakytkimen painautuessa pohjaan se lähettää pysäytyskäskyn automaatiolle. Rajakytkimet asetettiin pysäyttämään synteri hieman ennen sen ääriasentoa.



KUVA 9. Kontti 1 - tankopurkaimen hydraulikkasyylinteri ja rajakytkimet

Rajakytkinten kaapelit kytkettiin hydraulikkapumpun läheisyydessä olevaan kenttäkoteloon. Kenttäkoteloon tuli myös hydraulikan automaation kaapelit. Kenttäkotelon riviliittimet olivat jousipainepika-liittimillä varustettuja ja kenttäkoteloa avatessa ilmeni, että suurin osa johdoista oli irrallaan. Johtojen päät oli vain työnnetty liittimeen ilman niiden lukittumista. Johtojen paikat tarkastettiin piirikaaviosta ja lukittiin riviliittimiin.



KUVA 10. Hydraulikan kenttäkotelo

Hydraulikkapumppua testatessa ilmeni myös muutama ongelma. Laitettaessa jakokeskukselta sulakkeet kiinni pumppu lähti heti pyörimään, ilman lupaa automaatiolta. Lisäksi se pyöri väärään suuntaan. Vian syyksi ilmeni väärin johdotettu paikallisojjauskeskus. Kytöntöjen korjauksen jälkeen hydraulikkajärjestelmä toimi oikein ja pystyimme testaamaan tankopurkaimien toiminta.

3.2.2 Polttoainekonttien kattoluukkujen sähköistys

Keskukset sekä niiden sähkönsyöttö olivat valmiiksi asennettu. Enää tarvitsi ainoastaan vetää kaapelit luukkujen sähkömoottoreille sekä kytkeä ohjauspainikkeet (ks. kuva 11 oranssi rasia). Moottorikytkennässä käytettiin MMJ 3x1,5s kaapelia.



KUVA 11. Luukkujen ohjauskeskukset

3.2.3 Hihnakuuljetin

Polttoainetta lisätään kontteihin liikuteltavalla hihnakuuljettimella. Hihnaa pyörittää 3 kW vaihtovirta-sähkömoottori. Moottoriin on kytketty pitkä kumikaapeli ja virta otetaan ulkona sijaitsevasta keskuksesta. Moottori aloittaa liikkeen heti, kun johto laitetaan pistokkeeseen.



KUVA 12. Hihnakuuljetin kontti 2:n edessä

3.2.4 Köysihätäpysäyttimien asennus

Säännöksien mukaan koneessa tulee olla yksi tai useampi hätäpysäytinlaite. Kolakuljettimen paikallisohjauksotelolla sijaitsee hätäpysäytyspainike ja köysihätäpysäyttimen köysi kulkee kuljettimen koko matkalta. Näin kolakuljetin voidaan pysäyttää missä tahansa kuljettimen kohdassa.

Standardi IEC 60847-5-5 asettaa lisävaatimuksia köysihätäpysäyttimelle.

Näitä ovat:

- Jos hätäpysäytysköysi katkeaa, siitä on seurattava hätäpysäytys.
- Hätäpysäytyssignaalin aikaansaamiseen tarvittavan voiman on oltava alle 200 N.
- Köyden lujuuden on oltava 10 kertaa suurempi kuin hätäpysäytyssignaalin aikaansaamiseen tarvittava voima.
- Köyden taipuma saa olla korkeintaan 400 mm vaakatasosta.

Lisäksi köysihätäpysäyttimen mukana on oltava tiedot köyden suurimmasta pituudesta, köyden jännityksestä, köyden tukipisteiden välisestä etäisyydestä ja asennussuosituksista. (Sundquist, Hätäpysäytys: standardit)

Tässä työssä käytettiin SICK:n valmistamaa köysihätäpysäytin asennussarjaa. Kolakuljettimeen tuli kolme kappaletta köysihätäpysäyttimiä; hallin sisällä sijaitsevaan osaan, nousuosaan sekä vaa-kaosaan. Sarja sisälsi i150-RP313 turvaohjaimen, hätäpysäytysköyden, köyden kiristimen, silmukkaruuveja ja köyden kiinnitinkoukut.



KUVA 13. Köysihätäpysäytin kolakuljettimen nousuosassa

Turvaohjain kiinnitettiin kolakuljettimeen sen mukana tulleella telineellä. Teline kiinnitettiin lyhyillä itseporautuvilla ruuveilla. Silmukkaruuveille porattiin 6,5 mm reiät, johon tehtiin M8-kierteet. Silmukkaruuveja laitettaessa tuli huomioida, etteivät ne tulleet liikaa kolan sisäpuolelle. Liian syvällä ruuvit

olisivat olleet vaarassa osua kolan ketjuihin. Silmukkaruuvit kiinnitettiin noin kahden metrin päähän toisistaan. Noin keskivaiheille köyttä tuli köyden kiristin, jolla köysi lopulta kiristetään vaadittuun kireyteen. Hätäohjaimissa on indikaattori, joka näyttää oikean kireyden.

Köysihätäpysäyttimet kytketään turva-automaatioon, mutta kirjoitushetkellä kytkentä on vielä tekevä.

4 AUTOMAATION OHJELMOINTI

Työn tekijällä ei ollut ohjelmointi kokemusta CODESYSin ST-ohjelmointikielestä. Opastusta ja apua ohjelmointiin saatiin DI Valteri Laineelta sekä harjoittelija Henri Nyssöseltä. He auttoivat myös laitteiden testauksessa.

4.1 Käytettävät ohjelmistot

4.1.1 ABB Automation Builder

Automation Builder on ABB:n valmistama ohjelmistoalusta, joka on tehty automaatiolaitteiden konfigurointiin ja hallintaan.

4.1.2 CODESYS

CODESYS on saksalaisen 3S-Smart Software Solutionsin kehittämä ohjelmointiympäristö. Se on kansainvälisen IEC 61131-3 standardin mukainen ja sisältää kuusi ohjelmointitapaa.

IL (Instruction list) eli käskylista, ST (Structured text) muistuttaa C-kieltä, FBD (Function block diagram) eli toimintalohkokaavio, LD (Ladder logic) eli relelogiikka, SFC (Sequential function chart) eli vuokaavio. (IEC 61131-3, PLCopen.org.)

Lisäksi on ABB:n ohjelmistoihin sisältyvä CFC-ohjelmointikieli, joka muistuttaa SFC:tä. CFC ei ole standardin mukainen. Tässä projektissa on käytössä ST eli Structured Text.

4.2 Kolakuljetin

Ohjelmointi aloitettiin tutustumalla ensin kolakuljettimen toimintakuvaukseen sekä piirroksiin ja laitelistaukseen. Näistä saimme tarvittavat tiedot ohjelman muuttujista. Kolakuljettimella on oma aliohjelma FUELCONVEYOR, jota kutsutaan pääohjelmassa STORAGE.

Ensimmäiseksi operaattori valitsee, kumpaa ajomoodia käytetään: arina vai leiju. Sen jälkeen operaattori asettaa, kummasta kontista ajetaan ja millä suhteella. Jos ajetaan vain toisesta kontista, sen kontin osuus asetetaan 100 % ja toisen 0 %. Konteissa voi olla eri polttoainetta ja polttoaineiden seossuhde voi vaihdella suoritettavasta koejärjestelystä riippuen.

Arina-ajomoodissa automaatio seuraa arinan syöttötorven täyttöastetta. Kun polttoaine on ylärajalla, niin kolakuljetin pysähtyy ja laskuri lähtee käyntiin. Laskurin ajan kuluttua ohjelma tarkistaa täyttötilan uudelleen. Kolakuljetin liikkuu asetettua nopeutta alarajan ollessa TRUE.

Leijukattila-ajomoodissa automaatio seuraa välisiilon täyttöastetta. Välisiilossa on ainoastaan painoanturi, joten välisiilon täyttöaste määritetään laskennallisesti. Täyttöaste lasketaan välisiilon painoanturin antamalla massalla, polttoaineiden tiheyden sekä polttoaineiden osuuksien määrällä.

Välisiilon täyttöaste- % lasketaan kaavalla:

$$((\text{Välisiilonmassa})/((\text{PA1tiheys} * \text{PA1osuus}/100) + (\text{PA2tiheys} * \text{PA2osuus}/100))/2) * 100$$

Kolakuljetin liikkuu täyttä vauhtia, jos välisiilon täyttöaste on alle 20 %.

Kuljettimen taittopäässä sijaitsee pyörintävahti, joka pulsseittain antaa TRUE-arvoa. Tarvitsimme jatkuvaa ON/OFF-arvoa, joten lisäsimme ajastimen, joka lähtee päälle kun pyörintävahti antaa TRUE-arvon. Laskurin ollessa päällä se antaa ohjelmalle luvan jatkaa. Laskuri aloittaa ajan alusta aina pyörintävahdin antaessa TRUE-arvoa. Jos laskuri ei saa pyörintävahdilta TRUE-arvoa 30 sekunnin kuluessa, laskuri antaa FALSE-arvon pyörintävahditiedolle, jolloin ohjelma antaa tukoshälytyksen ja aloittaa peruutuksen. Kolakuljettimen peruutusliikkeelle on kahdeksan sekunnin laskuri, jotta kolat eivät peruuttaessa työnnä polttoainetta kolan taittopäähän. Kolakuljettimen pysähtyessä estetään myös tankopurkaimien käyttö.

4.3 Polttoainekontit

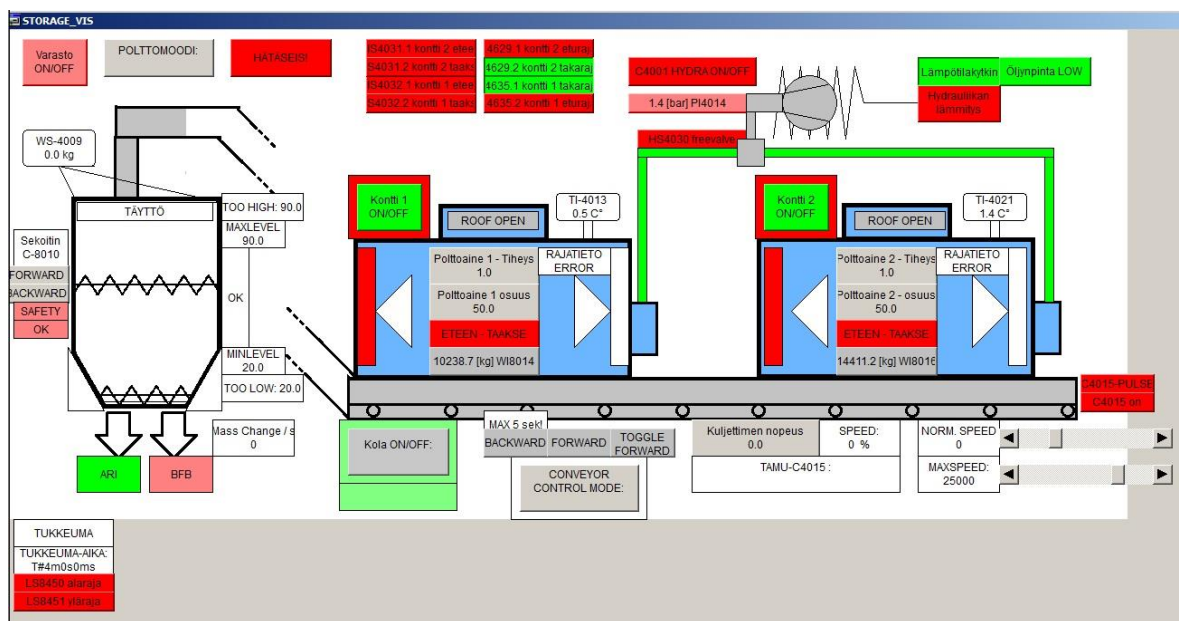
Apuna ohjelmoinnin suunnittelussa meillä oli valmistajan sähköpostitse lähettämä toimintaperiaate. Se on kuvattu seuraavassa listassa:

- Sähkömoottori käyntiin
 - Jännite ensin suuntaventtiiliin ja noin 1 sekunnin viiveellä vapaakiertoventtiiliin
 - Sylinteri liikkuu ja saavuttaa toisen päätyasennon rajakytkimen
 - Jännite pois ensin vapaakiertoventtiililtä, jolloin paine poistuu rauhallisesti
 - Kun sylinterilinjasta on paine pudonnut, niin jännite pois suuntaventtiilistä
 - Noin 1 sekunnin tauko suuntaventtiili jännitteettömänä, jonka jälkeen jännite saman suuntaventtiilin toiseen kelaan ja 1 sekunnin viiveellä vapaakiertoventtiiliin
 - Sylinteri liikkuu nyt toiseen suuntaan ja saavuttaa toisen päätyasennon rajakytkimen
- (Sähköposti Erkki Valtonen.)

Polttoainekontit on jaettu omiin aliohjelmiinsa, FUEL1CONTAINER ja FUEL2CONTAINER. Ohjelma katsoo ensin, onko kolakuljettimen pyörintävahti tieto TRUE. Seuraavaksi ohjelma tarkistaa kuinka monta sykliä kyseisellä kontilla on vielä tehtävä. Syklit jaetaan konteille STORAGE-päähjelmassa. Näiden

jälkeen ohjelma suorittaa toimintaperiaatteessa kuvatut tapahtumat niin monta kertaa kuin sille on annettu syklejä.

Jos kolakuljetin pysähtyy kesken sylinterin liikkeen, sylinteri tekee syklin loppuun ja pysähtyy vasta sitten. Ohjelmassa on varmistus, ettei molempiin suuntaventtiileihin ole ohjausta samaan aikaan. Jos molemmat rajatiedot ovat TRUE, ohjelma estää liikkeen suorituksen. Järjestelmän painetta seurataan painelähettimellä. Jos sylinterin liikuessa paine nousee yli 130 bar, tästä seuraa käsky sylinterille vaihtaa liike toiseen suuntaan.



KUVA 14. STORAGE-ohjelman visuaali-ikkuna, josta ohjataan kaikkia polttoaineensyöttöön liittyviä laitteita.

4.4 Pääohjelma

Polttoaineensyöttöön tehtiin vielä pääohjelma STORAGE, joka sisältää varasto-ohjelman pääkytkimen ja josta kutsutaan aliohjelmaa FUELCONVEYOR sekä kummankin kontin ohjelmia. Lisäksi pääohjelmasta voidaan laittaa hydraulikkaöljyn lämmitys päälle. Ohjelma myös tarkkailee hydraulikkaöljyn määrää ja hälyttää tarvittaessa.

Kun STORAGE ohjelman pääkytkin (Ks. Kuva 14 vasen ylälaite Varasto ON/OFF-painike) painetaan TRUE-arvoon, ohjelma laittaa hydraulikkalaitteet päälle, kutsuu FUELCONVEYOR-ohjelmaa, laskee konttien alkumassat sekä aloittaa konttien massojen suhteen laskennan.

Jos kummastakin polttoainekontista ajetaan polttoainetta, pääohjelma tekee polttoainekonttien 1 ja 2 massojen suhdelaskennan. Massojen suhteen konteille annetaan syklimäärät. Konttiohjelmat suorittavat annetun syklimäärän verran sylinterin liikkeitä. Ohjelmassa on muuttuja Cyler, joka varmistaa, ettei suhdelaskennan avulla anneta konteille uusia sekoitusyklejä ennen kuin konteille annetut edelliset syklit ovat loppuneet. STORAGE-ohjelma laskee jatkuvasti massasuhdetta ja pyrkii pitämään asetetun polttoaineen seossuhteen.

Kun nykyinen konttien välinen massasuhde on suurempi tai yhtä suuri kuin tavoitesuhteessa määritellään, annetaan kontille 2 x-määrä syklejä paikkaamaan suhdetta. Jos taas konttien välinen massasuhde on pienempi kuin tavoitesuhteessa määritellään, annetaan kontille 1 x-määrä syklejä paikkaamaan suhdetta. Cykler-muuttuja nollataan aina kun suhteen perusteella annetut syklit on jaettu. Jos vain toisesta polttoainekontista ajetaan polttoainetta, annetaan tälle jatkuva lupa suorittaa syklejä.

5 SUOSITUKSET

Savunpoistoluukkujen käytön soveltuvuuden polttoaineen lisäämiseen näkee vasta, kun polttoainekuormia on tuotu enemmän laitokselle. Avausmekanismi pitää tarkastaa, ettei sen päälle ole kerääntynyt polttoainetta.

Tankopurkaimien hydraulikkasyylintereiden rajakytkimien toimivuutta tulee seurata. Testeissä yksi rajakytkin jumittui pohjaan muutaman kerran. Lisäksi rajakytkinten kiinnitysmuttereiden kireys tulisi tarkastaa säännöllisesti.

Syksyllä kiireen johdosta tekemättä jäi kolakuljettimen köysihätäseis-kytkinten kytkeminen turva-automaatioon. Köysihätäseis-kytkimien hälytystieto tulee kytkeä turva-automaatioon sekä varmistaa sen toimivuus, ennen kuin kolakuljetin otetaan varsinaiseen käyttöön.

Tällä hetkellä polttoainekonttien luukkujen avautumisen hälytystietoa ei vielä saada automaatiolle. Hälytystiedon puuttuminen ei vaikuta luukkujen toimintaan tai käyttöön, mutta ilman hälytystietoa luukut saattavat unohtua auki-asentoon polttoaineen lisäämisen jälkeen, jolloin sade tai lumi sataa konttiin sisälle. Koska luukkujen ohjauskeskus sijaitsee ulkona, on hälytystietokaapeli paras vetää keväällä, kun lumet ovat sulaneet. Kattoluukut tulisi myös talvisin puhdistaa lumikuormasta ennen avaamista.

Testasimme laitteiston sekä tekemämme koodin toimivuuden ajamalla ensin laitteita yksittäin. Lopuksi testasimme laitteistokokonaisuuden toiminnan. Jouduimme antamaan välisiilon täyttöasteelle manuaalisesti arvon, koska polttoainetta ei voinut vielä syöttää. Tämän takia välisiilon täyttöasteen laskennan toimivuus jäi epävarmaksi. Myös eri polttomoodien toiminnan näkee vasta kun polttoaineen syöttöä kattiloille testataan käytännössä.

6 YHTEENVETO

Polttoaineensyöttölaitteiston käyttöönotto eteni hyvin kesän aikana. Työssä keskityttiin lähinnä käyttöönoton tehtäviin sillä suunnitelmat olivat jo tehtynä. Eniten työaikaa vei automaation ohjelmoinnin opettelu sekä toteutus. Myös virheellisten sähköasennusten tarkistaminen ja korjaus teettivät ylimääräistä työtä.

Tähän työhön kuuluivat seuraavat laitteet ja työt: hihnakuljetin, tankopurkaimien hydraulikoneikko, polttoainekonttien kattoluukut, konttien lämmitysputkien korjaus sekä kolakuljettimen käyttöönotto. Hihnakuljetin oli ulkopuolisen yrityksen toimittama ja ainoastaan kuljettimen sähkömoottori piti kytkeä. Tankopurkaimille asennettiin rajakytkimet ja testeissä varmennettiin niiden toiminta. Polttoainekonttien sähköisille kattoluukuille vedettiin sähköjohdot luukkujen ohjauskeskukselta. Luukkujen aukeaminen testattiin ohjauskeskukselta akkuvirtaa käyttäen, mutta luukkujen aukeaminen lumikuormalla jäi testaamatta. Kontteihin sisälle jääneet lämmitysputket saatiin onnistuneesti tuotua ulos konteista ja LVI-alan opiskelijat Savon ammatti- ja aikuisopistosta kytkivät putket glykoli-vesilinjaan. Glykoli-vesilinjan täyttö ja testaus jäi tässä työssä tekemättä. Kolakuljettimen asennustyöt olivat enimmäkseen tehty. Jäljellä oli vain hätäpysäyttimien asennus ja kolakuljettimen ohjelmointi. Testasimme tekemämme koodin useasti, kunnes olimme tyytyväisiä lopputulokseen, mutta vasta käytännön testeissä huomataan mahdolliset puutteet.

Opin opinnäytetyötäni tehdessä paljon automaatiojärjestelmän toiminnasta ja perusteista sekä käytönonon keskeisistä tehtävistä ja testauksesta. Myös CodeSYSillä tehdyn ohjelmoinnin perusteet tulivat tutuksi.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Energiatutkimuskeskuksen blogi ja kuulumisia energiatekniikasta. [Viitattu 2016-09-07] Saatavissa:
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/tutustu-savoniaan/energiatutkimuskeskuksen-blogi-ja-kuulumisia-energiatekniikasta>

Energiatutkimuskeskus: hankkeet. [Viitattu 2016-09-12] Saatavissa:
<http://energiatutkimus.savonia.fi/index.php/hankkeet>

TUKIAINEN, Kirsi 2014-03-05. Energiatutkimuskeskusta luomassa –blogi. [Viitattu 2016-08-02] Saatavissa:
<https://uusiutuvaenergia.savonia.fi/blogi/71-polttoaineen-syottojarjestelma>

Energiateollisuus ry 2012. Kotimaista polttoainetta käyttävien 0,5...30 MW kattilalaitosten tekniset ratkaisut sekä palamisen hallinta. [Viitattu 2016-08-10] Saatavissa:
http://energia.fi/files/393/Pienten_polttolaitosten_palamisen_hallinta_loppuraportti.pdf

SFS 4200, Kuljettimet. Luokittelu ja sanasto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. [Viitattu 2016-09-06]

Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas. [Viitattu 2016-08-15]

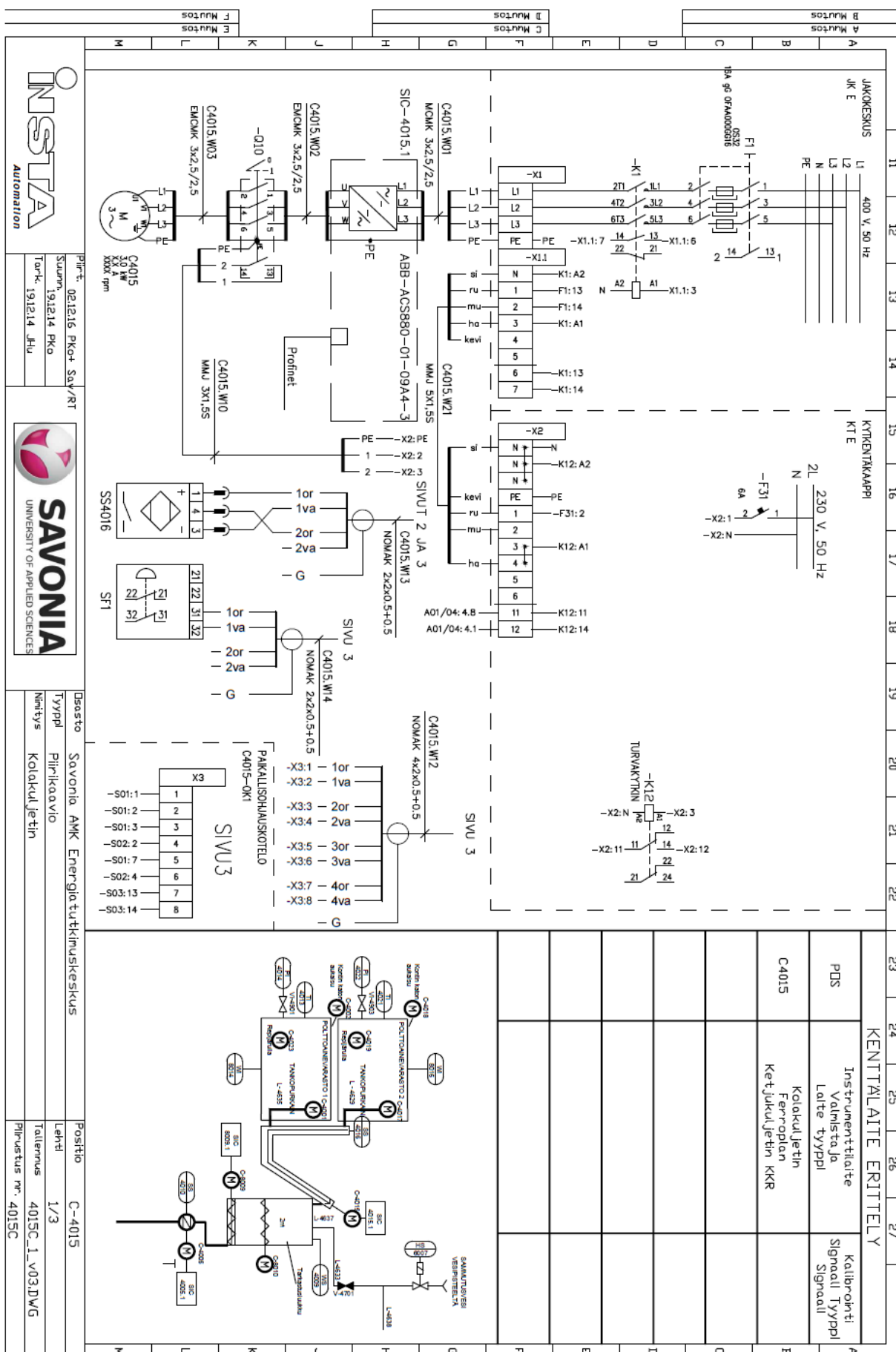
SUNDQUIST, Matti, Sundcon oy. Häätäpysäytys: standardit ISO 13850 ja IEC 60947-5-5. [Viitattu 2016-08-29] Saatavissa:
http://www.sesko.fi/files/99/osio_7.pdf

IEC 61131-3, PLCopen.org [Viitattu 2016-10-25] Saatavissa:
http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec_61131_3/

Sähköpostikeskustelu Erkki Valtosen (MJ-Compitec) ja Olli Juutilaisen (Savonia) välillä. [Viitattu 2016-10-04] Saatavissa:

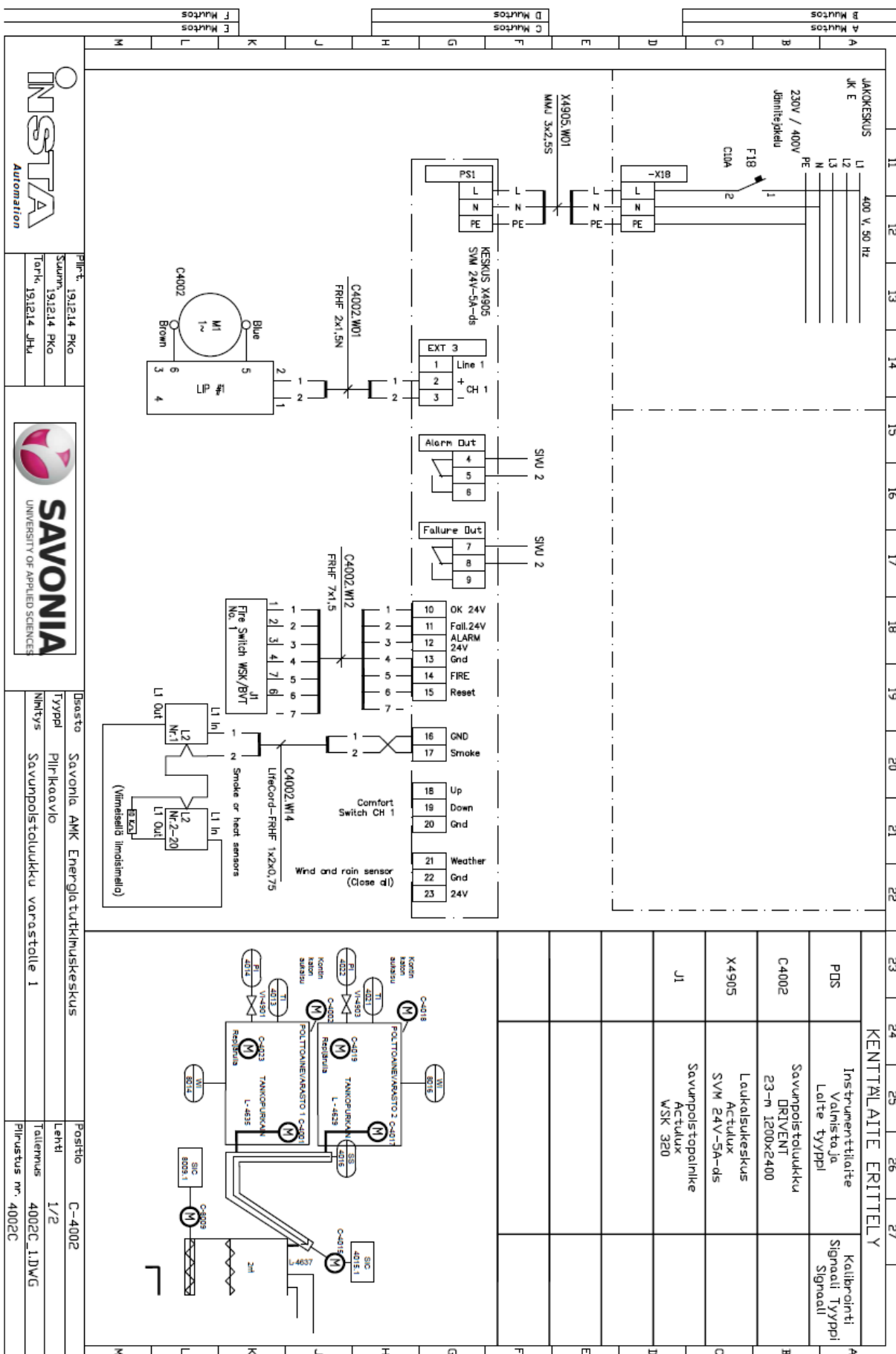
U:\walt\TeWa\Energiatekniikka\01-Entek EAKR-Energiatutkimuskeskus\110-Mekaaniset\178-Mekaanisten_valitut ratkaisut\09-Polttoaineensyöttöjärjestelmä\MJ-Compitec\Dokumentit

LIITE 2: PIIRIKAAVIO KOLAKULJETIN

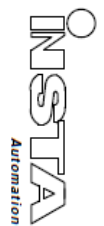
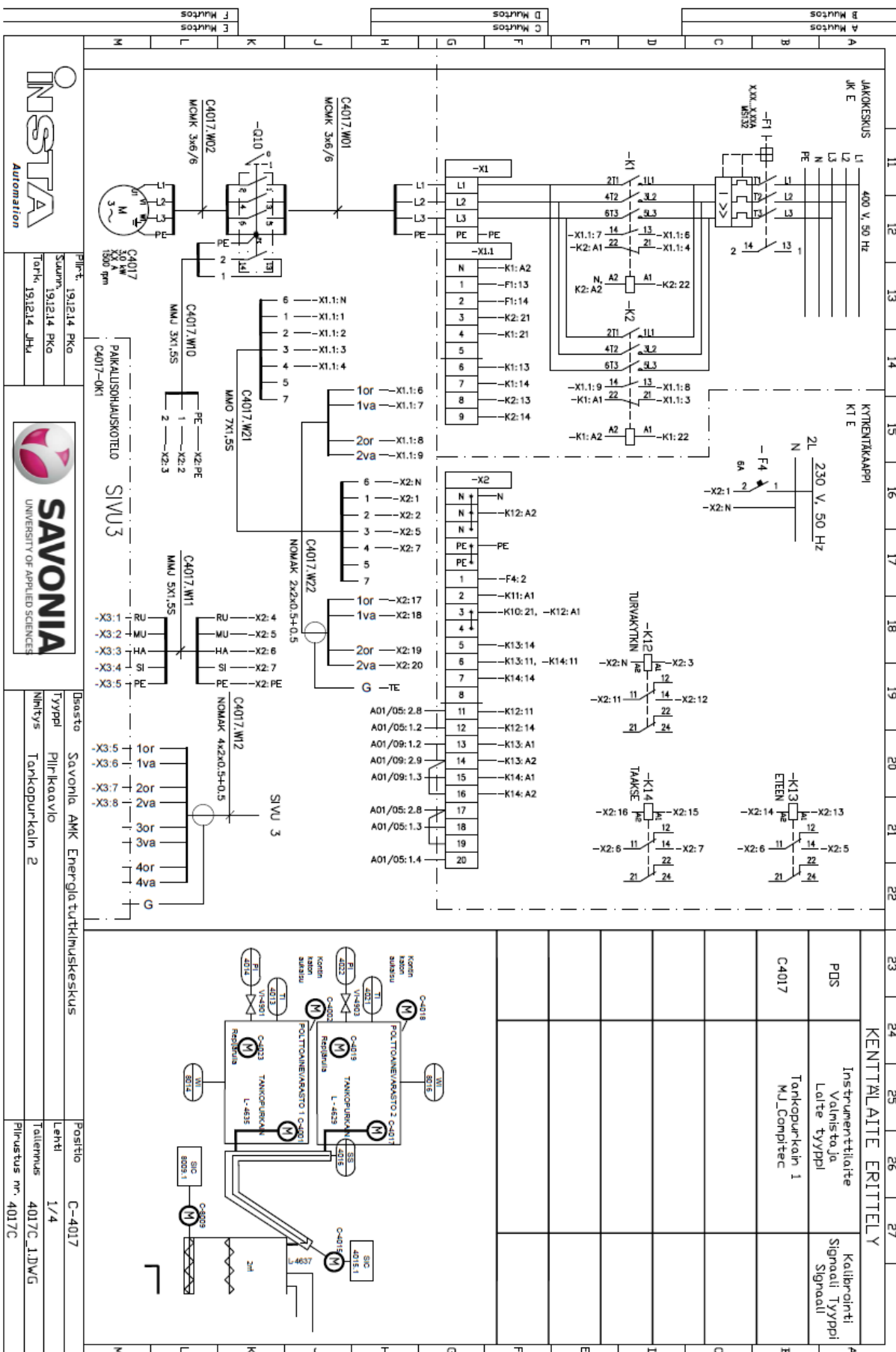


Projekti	02.12.15 PKG+ Sav/RT
Suunn.	19.12.14 PKG
Tarkk.	19.12.14 JHU
Isaasto	Savonia AMK Energia- ja Tekniikan tutkimuskeskus
Tyyppi	Piirikaavio
Nimitys	Kolakuuljetin
Paikinto	C-4015
Lehti	1/3
Talennus	4015C_1_V03.DWG
Piirustuksen nro.	4015C

LIITE 3: PIIRIKAAVIO SAVUNPOISTOLUUKKU VARASTOLLE 1



LIITE 4: PIIRIKAAVIO TANKOPURKAIN 2



Piirite: 1912.14 Pko
Suunn: 1912.14 Pko
Tork: 1912.14 JHM



Paikallisuuskeskittö
SIVU 3
C4017-OK1

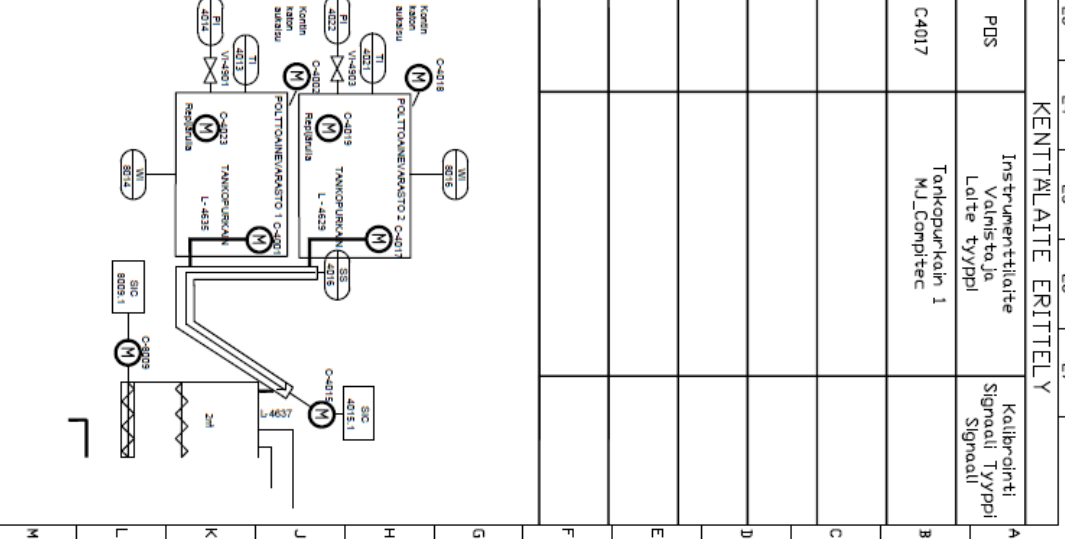
Alusto: Savonia ANK Energia turhmukseskus

Tyyppi: Piirikaavio
Nimitys: Tankopurkain 2

Positio: C-4017

Lentti: 1/4
Tallennus: 4017C_1.DWG

Pilvetus nr: 4017C



KENTTÄLÄITE ERITTELY

PDS Instrumenttiatite
Valmistaja
Laitte tyyppi
C4017 Tankopurkain 1
M.J.Comptec

Kalibrointi
Signaali Tyyppi
Signaali

LIITE 5: FUELHEATER -OHJELMA

```
IF FUELHEATERON=TRUE THEN
  ACS_DRIVES_CTRL_STANDARD_GEN1(EN:= TRUE, START:=FUELHEATERON, SW:=ACS880_P10007status, STOP_COAST:=P10007coaststop, SW:=ACS880_P10007status);
  ACS880_P10007command:=ACS_DRIVES_CTRL_STANDARD_GEN1.CW;
  ACS880_P10007speed1:= REAL_TO_UINT(32767*PUMP_SPEED/100);
  ACS880_P10007speed:= ACS880_P10007speed1;

  IF ACS880_P10007speed < 3276 THEN
    ACS880_P10007speed:= 0;
  END_IF;

  IF ACS880_P10007speed > 32767 THEN
    ACS880_P10007speed:= 32766;
  END_IF;

END_IF;
IF FUELHEATERON=FALSE THEN
  ACS_DRIVES_CTRL_STANDARD_GEN1(EN:= TRUE, START:=FUELHEATERON, SW:=ACS880_P10007status, STOP_COAST:=TRUE, SW:=ACS880_P10007status);
  ACS880_P10007command:=ACS_DRIVES_CTRL_STANDARD_GEN1.CW;
END_IF;
```