



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# AMMONIAKINSYÖTTÖ- JÄRJESTELMÄ LEIJUPETI- KATTILAAN

TEKIJÄ: Niko Lahti

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Niko Lahti			
Työn nimi Ammoniakinsyöttöjärjestelmä leijupetikattilaan			
Päiväys	12.6.2017	Sivumäärä/Liitteet	19/5
Ohjaaja(t) Jukka Huttunen, Olli-Pekka Kähkönen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu			
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee ammoniakinsyöttöjärjestelmän rakentamista ja testausta leijupetikattilaan Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiatutkimuskeskuksella.</p> <p>Tämän työn tarkoituksena oli rakentaa ammoniakinruiskutusjärjestelmä leijupetikattilaan. Työhön kuului mekaanisia ja sähköisiä asennuksia. Asennusten valmistuttua testattiin paineanturien ja kolmitieventtiilien toimintaa automatiojärjestelmän osalta.</p> <p>Laitteiden testaamiseksi paineilma liitettiin ammoniakinsyöttöjärjestelmään. Tällä testillä varmistettiin, että paineanturit ja kolmitieventtiilit toimivat, kuten oli suunniteltu.</p> <p>Työstä ulos jäi itse ammoniakin ruiskutussuuttimien suunnittelu ja valmistus leijupetikattilaa varten.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu.</p>			
Avainsanat			
Ammoniakki, energiatutkimuskeskus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Niko Lahti			
Title of Thesis Ammonium Feeding System			
Date	12.6.2017	Pages/Appendices	19/5
Supervisor(s) Jukka Huttunen, Olli-Pekka Kähkönen			
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 building and testing an ammonium feeding system which is part of boiler´s fuel gas cleaning at the energy research center of Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>In this study, it was focused on mechanical and electrical installations. This study also included testing pressure transmitters and valves.</p> <p>Finally, after installations and testing, pressurized air was connected to the ammonium feeding system. With this test, it was verified that the pressure transmitters and valves are working as intended.</p>			
Keywords			
Ammonium, Energy Research Center			

## SISÄLTÖ

LYHENTEET JA TERMIT .....	5
1 JOHDANTO .....	6
1.1 Tausta.....	6
1.2 Tavoitteet.....	6
1.3 Rajaukset .....	6
2 AMMONIAKINSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ .....	7
3 AMMONIAKINSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ ENERGIATUTKIMUSKESKUKSESSA .....	8
3.1 Lähtökohta .....	8
3.2 Vesilinja .....	8
3.3 Paineilma .....	9
3.4 Ammoniakki.....	10
3.5 Sekoittaminen.....	11
4 MITTAUKSET .....	13
4.1 Painemittaukset .....	13
4.2 Ultraäänimittari.....	13
5 VALMISTUS.....	14
5.1 Mittauksien sekä kolmitieventtiileiden kytkentä .....	14
6 TESTAUS .....	15
7 PUUTTEET .....	16
8 SUOSITUKSET.....	17
9 YHTEENVETO.....	18
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	19
LIITE 1: AMMONIAKKI PI-KAAVIO.....	20
LIITE 2: PI-8007 PIIRIKAAVIO.....	21
LIITE 3: PI-8013 PIIRIKAAVIO.....	22
LIITE 4: FV-8006 PIIRIKAAVIO .....	23
LIITE 5: FV-8008 PIIRIKAAVIO .....	23

## LYHENTEET JA TERMIT

Peti	Leijuva hiekkakerros, jonka seassa polttoaine palaa.
Savukaasu	Palamisesta vapautuvaa kaasua.
Typpioksidi	Kaasu joka happamoittaa ympäristöä.
Ultraäänimittari	Mittari jolla voi mitata virtausta suoraan putkistojen päältä, ilman kontaktia nesteeseen.
NO <sub>x</sub>	Yhteisnimitys typpimonoksidille ja typpidioksidille
NH <sub>3</sub>	Ammoniakin molekyylikaava
bar	Paineen yksikkö 1 bar = 100 000 Pa
V DC	Jännite tasavirtaa
mA	Virran yksikkö, tuhannesosa ampeeria

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Savonia-ammattikorkeakoululle on rakentumassa Varkauden kampuksen yhteyteen energiatekniikan palveluja täydentämään alueellisesti ainutlaatuinen teollisen kokoluokan energiateknologian tutkimusympäristö. Tutkimuskeskukseen luodaan ympäristö, jossa on valmiudet tutkia, kehittää ja testata kierrätyspolttoaineiden, hakkeen, turpeen, sekä pyrolyysiöljyn palamista, materiaalien korroosio-käyttäytymistä sekä niistä muodostuvia päästöjä ja niiden hallintaa. (Energiatutkimuskeskuksen blogi, 2017)

## 1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on valmistaa ammoniakinsyöttöjärjestelmä leijupetikattilan yhteyteen Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiantutkimuskeskuksessa. Päämääränä on saada leijupetikattilassa laskettua typpioksidipäästöjä ( $\text{NO}_x$ ), sekä lisäksi kehittää opinnäytetyön tekijän asiantuntemusta suunnittelusta sekä toteutuksesta voimalaitosympäristössä.

## 1.3 Rajaukset

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ammoniakinsyöttöjärjestelmän mekaaniseen valmistukseen sekä moottoriventtiilien ja mittauksien liittämiseen automaatioon. Ammoniakinsyöttöjärjestelmän säätöohjelman ohjelmointityö ja ruiskutussuuttimet rajataan pois työstä.

## 2 AMMONIAKINSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ

Katalyyttomassa leijukerrosmenetelmässä typen oksideja pelkistävää ammoniakkia ( $\text{NH}_3$ ) syötetään kattilan tulipesään. Ammoniakkin vaikutuksesta typen oksidit pelkistyvät vedeksi ja typpimolekyyleiksi kuten katalyyttisessä menetelmässäkin. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen, Pakkanen 1994, 261.)

Ammoniakinsyöttöjärjestelmän tarkoituksena on lisätä leijupetikattilan savukaasuihin ammoniakkivettä. Tähän tarkoitukseen on varattu neljä (4) yhdettä energiatutkimuskeskuksen leijupetikattilaan eri korkeuksista, jotta voidaan säädellä sumutus etäisyyttä itse petiin.

Ammoniakilla tapahtuva pelkistämisreaktio on erittäin lämpötilariippuvainen. Ammoniakkivesi tulee syöttää tulipesään  $850\text{ }^\circ\text{C}$ ... $1050\text{ }^\circ\text{C}$ :een lämpötilassa. Liian matala lämpötila saa  $\text{NH}_3$ -slipin eli ammoniakkin raakapäästöjen määrän nousemaan savukaasupäästöissä liian epätäydellisen reaktion vaikutuksesta. Tällöin  $\text{NH}_3$ -slip aiheuttaa korroosiota kattilan savukaasukanaviin ja esim. tulistimiin. Näiden seikkojen vuoksi  $\text{NH}_3$ -slip tulisi olla mahdollisimman pieni savukaasun mennessä takavetoon. Jos taas kattilan lämpötila kohdassa johon ammoniakkivesi ruiskutetaan on liian korkea, niin ammoniakki palaa ennen kuin se ennättää reagoida  $\text{NO}_x$ :n kanssa. Sopivasta lämpötilavälistä johtuen kattilaan tulee pystyä syöttämään ammoniakkivettä usealta korkeustasolta. Riippuen kattilan likaisuudesta ja kuormasta ammoniakkin syöttö tapahtuu eri korkeustasolla. Jos kattila on puhdas, tai kattilaa ajetaan pienellä kuormalla, käytetään alempana olevia syöttösuuttimia. Jos taas kattilan tulipesä on hyvin likainen, niin joudutaan käyttämään ylempien tasojen syöttösuuttimia. (Keppel 2008.)

### 3 AMMONIAKINSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ ENERGIAUTKIMUSKESKUKSESSA

#### 3.1 Lähtökohta

Kun tulin jatkamaan projektia, oli valmiina lähes valmis piirikaavio järjestelmästä ((liite 1) järjestelmään piti tehdä muutama muutos toteutuksen aikana).

Ammoniakinruiskutusjärjestelmä tehtiin energiatutkimuskeskuksessa sen leijupetikattilaan liittyen. Tutkimuskeskuksesta löytyy myös erillinen arinakattila, mutta siihen kyseistä systeemiä ei ainakaan vielä tällä hetkellä suunniteltu.

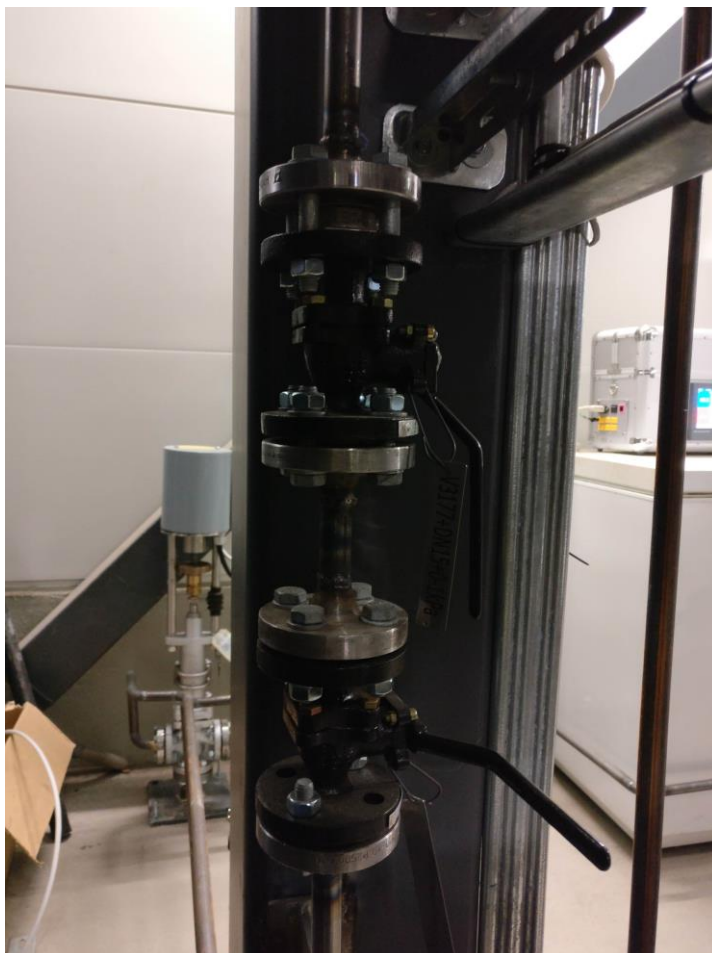
Energiatutkimuskeskuksen leijupetikattila on yli 8 metriä korkea ja savukaasumäärä 600 nm<sup>3</sup>/h. Tulipesän halkaisija on 494 mm. Leijupedillä pystytään tutkimaan polttoaineen vaihtelun ja sekoitus-suhteen vaikutuksia syntyviin savukaasuihin, ilman syöttötasojen vaihtelun vaikutuksia palamiseen sekä kiertokaasun syötön vaikutuksia kattilaan. Leijupetikattilasta poistuva savukaasu voidaan ohjata suodattimien kautta piippuun tai korroosiotestauskammioon, jossa voidaan testata savukaasun korroosio-ominaisuuksia ja tarkastella kuinka erilaiset polttoaineet vaikuttavat savukaasujen korroosio-ominaisuuksiin. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014).

#### 3.2 Vesilinja

Järjestelmään tuotiin vesijohtovesi samasta linjasta, joka syöttää vettä arinakattilan sekä leijupetikattilan hätäsammutuksiin. Linjastoon rakennettiin runsaasti palloventtiileitä, jotta veden tulo saadaan suljettua osittain tai kokonaan eri käyttökohteisiin. Tämä tehtiin muokattavuuden helpottamiseksi.

Ammoniakinsyöttöjärjestelmään tulevaan vesilinjaan kuuluu takaiskuventtiili, estämään ammoniakki-veden kulun vesijohtoverkon suuntaan. Takaiskuventtiilin jälkeen on kaksi (2) palloventtiiliä virtauksen säätelyä varten. (liite 1).



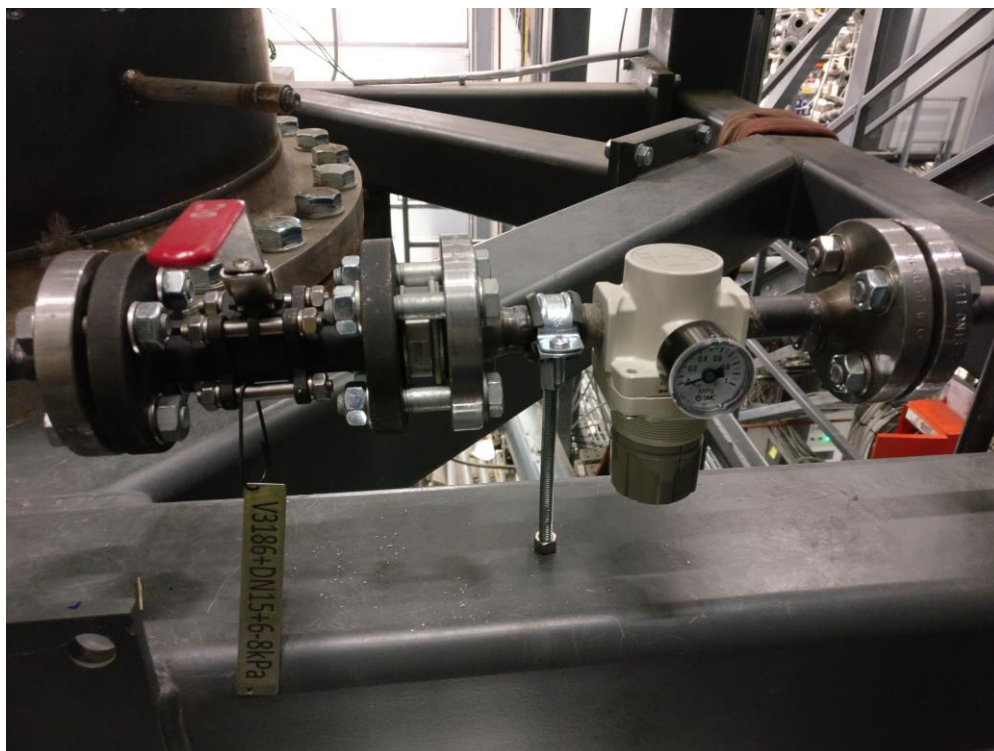


KUVA 1. Vesilinjan venttiilit.

### 3.3 Paineilma

Paineilman avulla ammoniakkivesiseos sumutetaan leijupetikattilan savukaasujen sekaan.

Yhde otettiin paineilmalinjasta, joka kiertää koko energiatutkimuskeskuksen. Välissä on palloventtiili, takaikuventtiili sekä paineensäädin. Paineensäätimen jälkeen paineilmalinjasta on yhde jokaisen leijupetikattilan yhteen kohdalla. Yhteissä ei ole venttiileitä sulkemassa paineilman kulkua, koska se toimii myös jäähdtyksenä suuttimille. (liite 1)



KUVA 2. Paineilmalinja.

### 3.4 Ammoniaki

Ammoniaki toimitetaan 25 %:n seoksena josta loppu on vettä. Tätä kutsutaan ammoniakkivedeksi. Ammoniakkivedelle on valmistettu säiliö pakastimen sisään. Pakastin toimii valuma-altaana sekä jäädytyksenä ammoniakkivedelle, jonka kiehumispiste on 37,7 °C astetta (Tamro Oyj/Kilotavarat). Pakastimessa on myös pumppu, joka pumppaa ammoniakkiveden leijupetikattilaan. Pakastimesta löytyy myös pumpun hullunkiertoa varten sen tarvitsemat venttiilit. Jokaisen leijupetikattilan ja ammoniakkijärjestelmän yhteen välissä on palloventtiili, jotta voidaan valita miltä korkeudelta ammoniakkivettä sumutetaan savukaasujen sekaan (liite 1).



KUVA 3. Pakastimen sisällä on pumppu ja ammoniakisäiliö.

### 3.5 Sekoittaminen

Pakastimesta lähtevä putkilinja menee ensimmäiselle sekoitusventtiilille (FV-8006), jossa ammoniakiveteen lisätään vesijohtovettä. Tällä toimenpiteellä säädelään ammoniakin määrää suhteessa savukaasuihin. Tämän jälkeen on palloventtiili sekä takaiskuventtiili ennen toista sekoitusventtiiliä (FV-8008). Siitä on tulpattu toinen tulo, koska sille ei ole tarvetta. Toisesta sekoitusventtiilistä lähtee putkilinja leijupetikattilan yhteille (liite 1).

Tulppauksen alkuperäinen syy on väärin speksatuissa tai väärin toimitetuissa venttiileissä, joiden alun perin piti olla 2-tie venttiileitä, mutta toimitusvaiheessa syystä tai toisesta olivat muuntuneet 3-tie venttiileiksi.



KUVA 4. Kolmitieventtiilit

## 4 MITTAUKSET

Ammoniakinsyöttöjärjestelmässä on kaksi (2) painemittausta, joiden tieto menee automaatioon, sekä yksi (1) paikallinen painemittaus. Järjestelmässä on myös ultraäänimittari kahdella (2) mittausanturilla.

### 4.1 Painemittaukset

Automaatioon kytketyt painemittarit ovat Aplisens pce-28 pd mallia. Painealue on 0-10 bar. Käyttöjännite 10,5-36 V DC ja lähtö on 4-20 mA:n virtaviesti (Aplisens). Paineanturi PI-8007 mittaa ammoniakkiputken painetta ennen tulipesää ja paineanturi PI-8013 mittaa ammoniakisäiliön painetta (liite 1).

Paikallinen painemittaus on paineilmansäätimessä suoraan kiinnitettynä runkoon. Säätimen positio on PI-8050 ja se säätää jäähdytys/sumutus ilmanmäärää (liite 1).

### 4.2 Ultraäänimittari

Ultraäänimittari on mallia Fluxus® F601, siihen on kytketty kaksi (2) anturiparia. FIC-8004 anturi mittaa ammoniakkin virtausta ja FIC-8005 mittaa veden virtausta (liite 1). Anturit on asennettu suoraan putkenpäälle jonka läpi ne mittaavat virtausta.

## 5 VALMISTUS

Apunani valmistuksessa oli aluksi Aram Kinnunen suunnittelemassa vesilinjan reittiä sekä hitsaamassa sitä. Myöhemmin apunani oli Juho Kainulainen hitsaamassa loppuja putkilinjoja kasaan.

### 5.1 Mittauksien sekä kolmitieventtiileiden kytkentä

Painemittaus PI-8007 on kytketty piirikaavion (liite 2) mukaisesti JAMAK  $2 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla kenttäkotelo KK03-X1 riviliittimiin 19 ja 20. Kenttäkotelo KK03 on liitetty kytkentäkaappiin KT F  $24 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla. Kytkentäkaapissa painemittauksen johtimista toinen on vedetty logiikkakortin A03/02 paikkaan 2.8 ja toinen paikkaan 2.2.

Painemittaus PI-8013 on kytketty piirikaavion (liite 3) mukaisesti JAMAK  $2 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla kenttäkotelo KK03-X1 riviliittimiin 21 ja 22. Kenttäkotelo KK03 on liitetty kytkentäkaappiin KT F JAMAK  $24 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla. Kytkentäkaapissa painemittauksen johtimista toinen on vedetty logiikkakortin A03/02 paikkaan 2.8 ja toinen paikkaan 2.5.

Ultraäänimittari kytketään suoraan valvomon tietokoneeseen RS232 liittimellä. Anturit on asennettu putkienpäälle niille tarkoitetuilla asennuskengillä. Asennuksissa piti ottaa huomioon, että tarkan mitaustuloksen saamiseksi pitää olla ennen mittausta 105 cm ja mittauksen jälkeen 21 cm suoraa putkea. Tämä poistaa pyörteiden aiheuttaman mittavirheen.

Kolmitieventtiili FV-8006 on kytketty piirikaavion (liite 4) mukaisesti KJAAM  $4 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla kenttäkotelo KK03-X2 riviliittimiin 27, 28 (asentotieto) ja 29, 30 (ohjaus). Kenttäkotelo KK03 on liitetty kytkentäkaappiin KT F KJAAM  $24 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla. Kytkentäkaapissa asentotiedon johtimista toinen on vedetty 0 VDC -kiskoon ja toinen logiikkakortin A03/02 paikkaan 2.1. Ohjauksen johtimista on toinen vedetty logiikkakortin A04/05 paikkaan 4.1 ja toinen paikkaan 4.9. Virransyöttö tulee kenttäkotelo KK03 sulakepaikalta F100.

Kolmitieventtiili FV-8008 on kytketty piirikaavion (liite 5) mukaisesti KJAAM  $4 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla kenttäkotelo KK03-X2 riviliittimiin 31, 32 (asentotieto) ja 33, 34 (ohjaus). Kenttäkotelo KK03 on liitetty kytkentäkaappiin KT F KJAAM  $24 \times (2+1) \times 0,5$  kaapelilla. Kytkentäkaapissa asentotiedon johtimista toinen on vedetty 0 VDC -kiskoon ja toinen logiikkakortin A03/02 paikkaan 2.3. Ohjauksen johtimista on toinen vedetty logiikkakortin A04/05 paikkaan 4.2 ja toinen paikkaan 4.9. Virransyöttö tulee kenttäkotelo KK03 sulakepaikalta F101.

## 6 TESTAUS

Ammoniakkisyöttöjärjestelmää on testattu paineilman avulla, että painemittaukset sekä kolmitieventtiilien (FV-8006, FV-8008) ohjaukset toimivat.

Testauksen osalta teimme järjestelmän tarvitsemat testit pois lukien pumpun sähköisiä mittauksia jotka ovat sähköturvallisuuteen liittyen pakollisia. Lisäksi järjestelmän osalta jäi tekemättä vesipainekoe pumpulta ammoniakkivesilinja leijupetikattilan yläosiin. Tämä on syytä tehdä, jotta varmistutaan, ettei hitsausten osalta järjestelmässä esiinny vuotokohtia. Ammoniakkivesi voi ulos vuotaessaan ja kaasuuntuessaan ärsyttää hengitysteitä.

Automaation osalta koestimme kaikkien laitteiden ohjaussignaalit sekä laitteiden lähettämät tila-, rajatieto- sekä mittaus signaalit. Muutamien muutosten ja päivitysten jälkeen saimme automaatio järjestelmän näyttämään signaalit. Tätä työtä tehdessä ei kuitenkaan automaatioissa ollut vielä varsinaista ohjelmaa, joka säätää ammoniakkivesiruisutus järjestelmää, eikä sen luonti kuulunut tämän opinnäytetyön piiriin, joten sen testaus ei luonnollisesti voitu tehdä. Laitesignaalien testauksen kanssa työssä auttoi Savonia – AMK:n lehtori Markku Kosunen. Muuttuneiden piirikaavioiden osalta tutkimushallin sininen mappi – jonka pitäisi sisältää viimeisimmät piirikaaviot - ei ole ajan tasalla. Kyseiset piirikaaviot tulisi täten päivittää mappiin pikimmiten.

Sähköjärjestelmien osalta saimme tuotua käyttövirran kolmitieventtiileille. Ammoniakkisäiliön pinnan korkeuden mittauksia LS-8002 ja LS-8003 emme voineet testata, kun niitä ei ollut tämän työn kirjoitushetkellä vielä hankittu.

Mekaanisten töiden osalta ammoniakkisyöttöjärjestelmää testattiin paineilman avulla. Testissä kävi ilmi, että järjestelmä vuotaa jostain päin. Vesipainekoe on tehty ammoniakkisäiliölle sekä vesipisteeltä V-3178 venttiilille. Loppujärjestelmälle tarvitsee tehdä vielä vesipainekoe.

## 7 PUUTTEET

Ammoniakinsyöttöjärjestelmästä jää tämän työn osalta puuttumaan suuttimet, joissa yhdistyy ammoniakkivesiseos ja paineilma. Myös ohjelman valmistaminen järjestelmän ohjaukseen jää pois.

Pumpulle pitää tilata sähköturvallisuuteen liittyvät mittaukset ennen kuin sen voi kytkeä sähköverkkoon ja kokeilla kunnolla sen toimintaa.

Vesipaine koe tulee suorittaa loppuun järjestelmälle. Koe tehtiin V-3178 venttiiliin saakka ammoniakkisäiliöltä. Kokeen saa suoritettua loppuun avaamalla V-3178 venttiilin ja liittämällä vesiletkun ammoniakkisäiliöön. Tällöin myös kolmitieventtiilit täytyy olla auki asennossa.

Piirikaaviot on päivitetty u-asemalle ja vanhat kuvat siirretty "vanhat"-kansioon. Tämän lisäksi tarvitsee tulostaa piirikaaviot ja vaihtaa ne tutkimuskeskuksen siniseen piirikaaviomappiin.

Ammoniakkivesijärjestelmän osalta puuttuu myös vielä riskiselvitys. Ammoniakkivesi on itsestään jo voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa, sekä erittäin myrkyllistä vesieliöille. Ammoniakkivettä käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä, suojavaatetusta, silmiensuojainta ja kasvosuojainta (Tamro Oyj/ Kilotavarat).

Letkut joilla yhdistetään ammoniakkivesilinja suuttimiin ovat myös tilaamatta. Ne tulisivat olla sellaisia, jotka eivät kärsi kattilan kuumien pintojen lähellä, vaikka letkujen ei pitäisi niitä suoraan koskettaakaan.

Ammoniakkisäiliöön pinnankorkeudenanturit LS-8002 ja LS-8003 puuttuvat myös. Tällä hetkellä kyseiset paikat ammoniakkisäiliöstä ovat tulpattuna.



## 8 SUOSITUKSET

Pakastimelle olisi hyvä asentaa ohjattupistorasia, sekä lämpötilamittaus. Näiden avulla pystyisi tekemään ohjelman joka pitäisi ammoniakkiveden tarpeeksi viileänä, ettei se pääsisi kiehumaan.

Pakastimen käyttöaste voisi laskea, jos siihen rakentaisi jonkin asteisen tuuletus laitteiston puhaltamaan pumpun tuottaman lämmön pois. Tuulettimen reiän teossa pitää olla varovainen, ettei katkaise pakastimen jäähdytyskierrosta putkea. Korvausilma tulisi pakastimen ja seinän välistä pumpun sekä paineanturin johdotusten rei'istä.

Nyt, kun leijupetikattilan koeajot alkaa lähestymään olisi hyvä seurata energiatutkimuskeskuksen lämpötiloja eri kerroksista. Lämpötilatietoja tarvitaan jo ennakkoon, onko ammoniakkiruiskutusjärjestelmä vaarassa lämmitä lähelle sen kiehumispistettä - +37,7 °C astetta. Jos lämpötila on lähellä tätä, niin helpompi ratkaisu olisi eristää ammoniakkiruiskutusjärjestelmän putkisto. Jos sekään ei auta, varmempi, mutta työläämpi vaihtoehto olisi laajentaa ammoniakkiveden ruiskutusjärjestelmän pumpun hullunkierro koskemaan koko järjestelmää.

Jonkinlainen kosteusvahtikaan ei olisi pahitteeksi pakkaseen, kun se kerran toimii samalla valumaaltaana. Varoiksi myös olisi hyvä jo ennakkoon suunnitella ja valmistaa jonkinlainen astia tyhjennystä varten.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa ammoniakiruiskutusjärjestelmä leijupetikattilaan. Mekaanisesti ollaankin jo lähellä tätä tavoitetta, mutta ruiskutussuuttimet sekä itse säätöohjelma puuttuvat vielä. Painemittaukset sekä kolmitieventtiilit ovat kytketty oikein, vaikka piirikaavioihin joutuinkin vielä tekemään muutoksia.

Viivästyksiä oli matkan varrella ja osa niistä johtui itsestäni, kun en osannut katsoa vielä tarpeeksi kauas tilauslistojen kanssa, mutta tästä viisaantuneena uskon pärjääväni paremmin tulevaisuudessa vastaavan laisissa projekteissa. Oli myös viivytyksiä joihin en pystynyt itse vaikuttamaan, kuten hitsaajan puuttuminen.

Työn lopputuloksena ammoniakiruiskutusjärjestelmä saatiin luotua. Järjestelmään kuuluu energia-tutkimuskeskuksen takaosassa oleva pakastin, jonka sisään on rakennettu 30 l ammoniakkivesisäiliö sekä ammoniakkiveden ruiskutusjärjestelmän pumppu ja sen hullunkiertoon liittyvät venttiilit. Pakastimen tehtävänä on pitää ammoniakkivesi riittävän viileänä, ettei ammoniakkiveden 37,7 °C asteen kiehumispiste ylity.

Pakastimen ulkopuolelle työn aikana rakensimme vesipisteeltä yhteyden ammoniakiruiskutusjärjestelmään, sekä tuennat koko järjestelmään. Lisäksi rakensimme putkiston ja haaroitimme sen neljään (4) eri korkeuteen. Tämän rinnalle rakennettiin vielä paineilmalle vastaava haaroitus omalla painensäätimellä.

Työhön liittyi myös ammoniakiruiskutusjärjestelmän laitteiden sähköistys ja järjestelmän tarkistus automaation osalta. Järjestelmät testattiin ja pienten muutosten jälkeen laitteet saatiin näyttämään ohjaussignaalin automaatioissa. Sähköistysten osalta laitteet kytkettiin ja testattiin. Pumpun osalta vielä jäi puuttumaan sen sähköiset mittaukset. Ne on kuitenkin tilattava erikseen pätevyudet omaavalta alihankkijalta. Muita sähköisiä laitteita ei jäänyt testaamatta, kuin puuttuvat pinnankorkeudenanturit.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Aplisens, Products-Pressure-Pressure transmitters-Pce-28 [Viitattu 2017-06-12] Saatavissa:  
<http://www.aplisens.com/pressure-transmitter-model-pce-28.html>

Energiatutkimuskeskuksen blogi ja kuulumisia energiatekniikasta. [Viitattu 2017-05-24] Saatavissa:  
<http://portal.savonia.fi/amk/fi/tutustu-savoniaan/energiatutkimuskeskuksen-blogi-ja-kuulumisia-energiatekniikasta>

HUHTINEN, Markku, KETTUNEN, Arto, NURMINEN, Pasi & PAKKANEN, Heikki (1994) Höyrykattila-tekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab

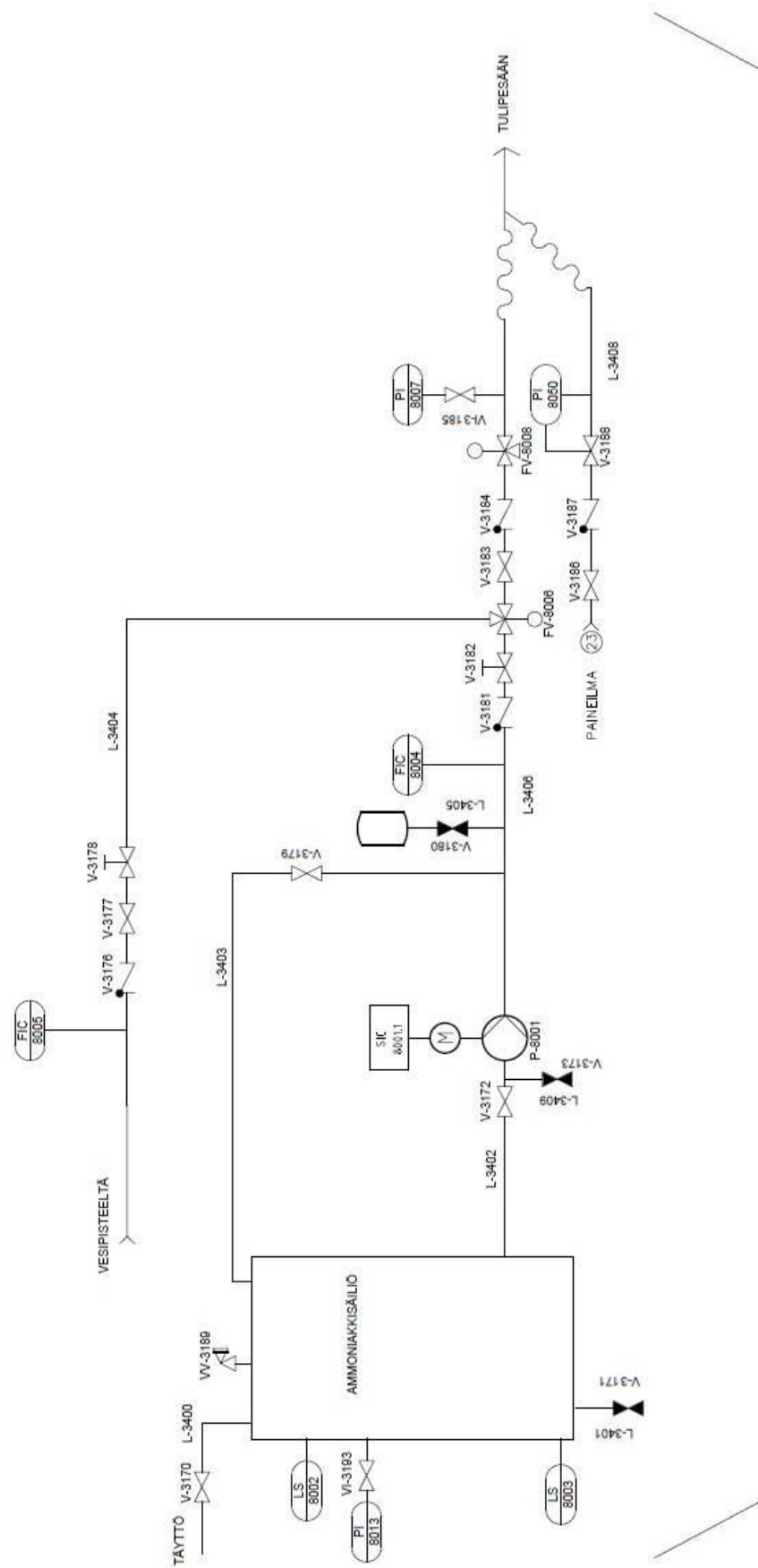
Keppel Seghers. 2008. SNCR Functional Description

Savonia-ammattikorkeakoulu, Energiatutkimuskeskuksen esite (2014) [Viitattu 2017-06-11]. Saatavissa:  
[http://portal.savonia.fi/amk/sites/default/files/pdf/ajankohtaista/SAVONIA\\_energiatutkimuskeskuse\\_n\\_esite\\_A5\\_2014\\_web.pdf](http://portal.savonia.fi/amk/sites/default/files/pdf/ajankohtaista/SAVONIA_energiatutkimuskeskuse_n_esite_A5_2014_web.pdf)

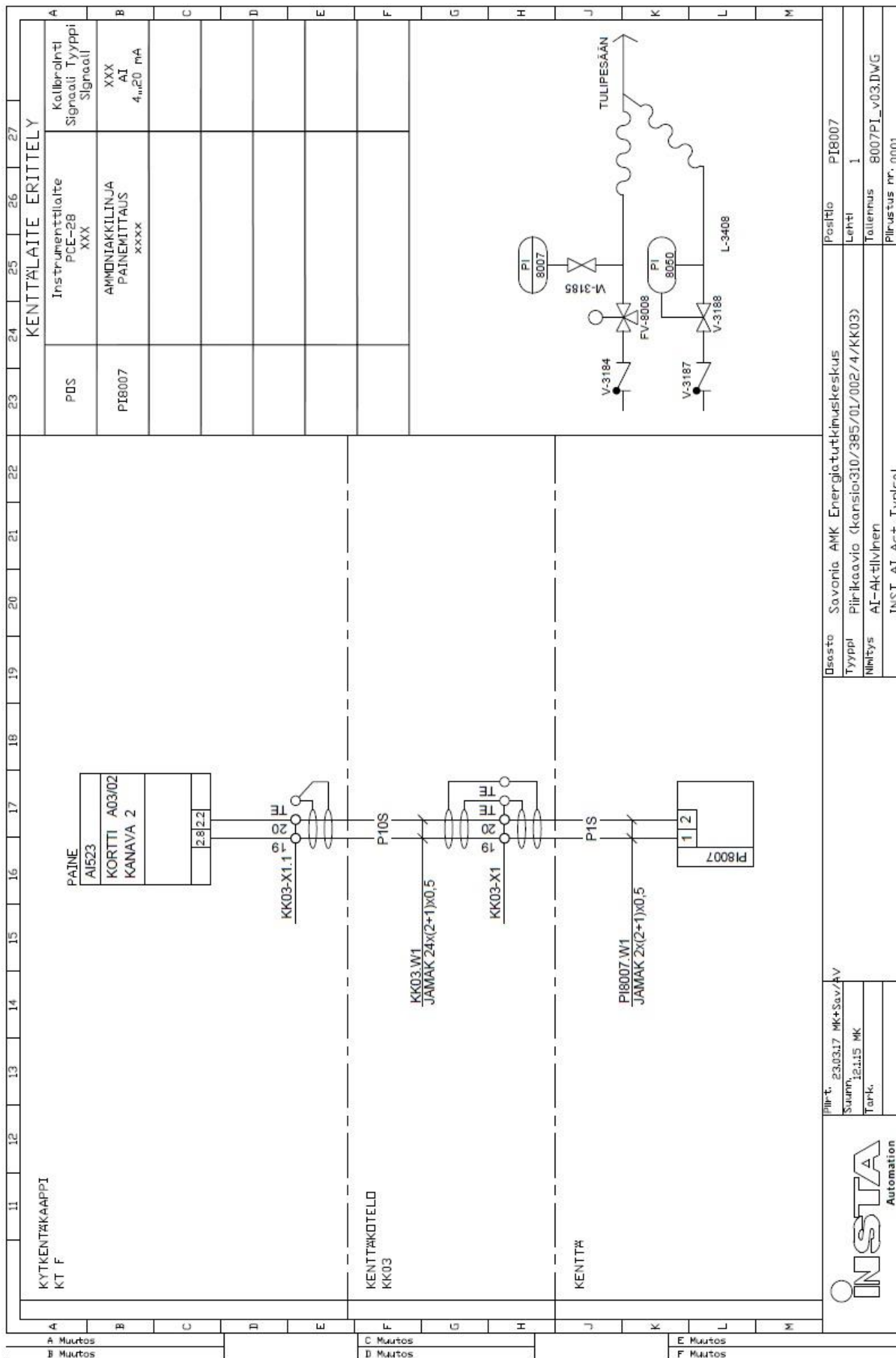
Tamro Oyj/Kilotavarat, Käyttöturvallisuustiedote (2011) [Viitattu 2017-06-11] Saatavissa:  
<http://kayttoturvallisuustiedotteet.tamro.fi/webktt/frmPDF.aspx?Id=74106>

Väre, Alpo (2014) Opinnäytetyö: Ammoniakin syötön optimointi NO<sub>x</sub>-päästöjen vähentämiseksi SNCR-laitteistolla. [Viitattu 2017-06-12] Saatavissa:  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76685/Vare\\_Alpo.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76685/Vare_Alpo.pdf?sequence=1)

## LIITE 1: AMMONIAKKI PI-KAAVIO



LIITE 2: PI-8007 PIIRIKAAVIO

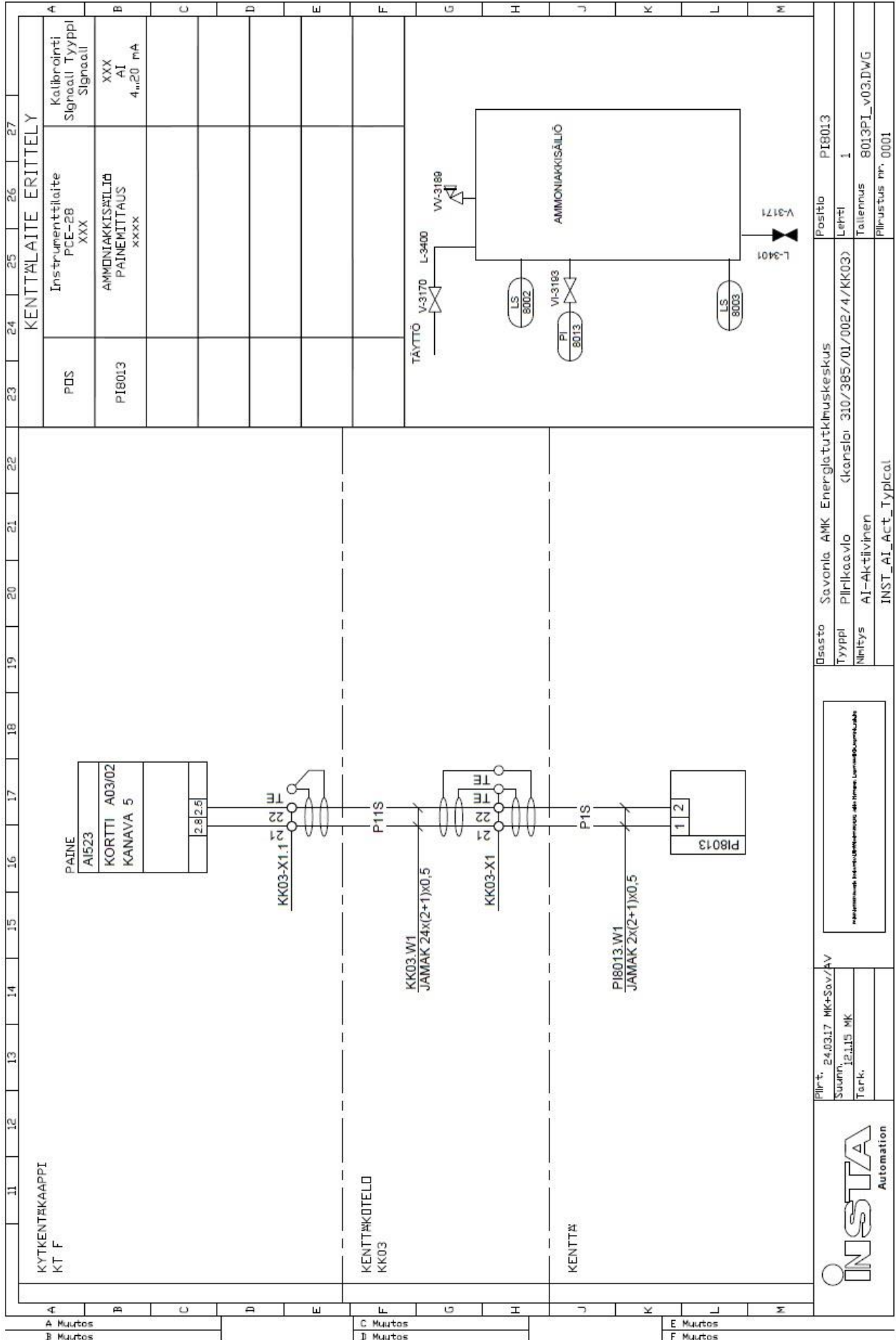


A Muutos  
B Muutos

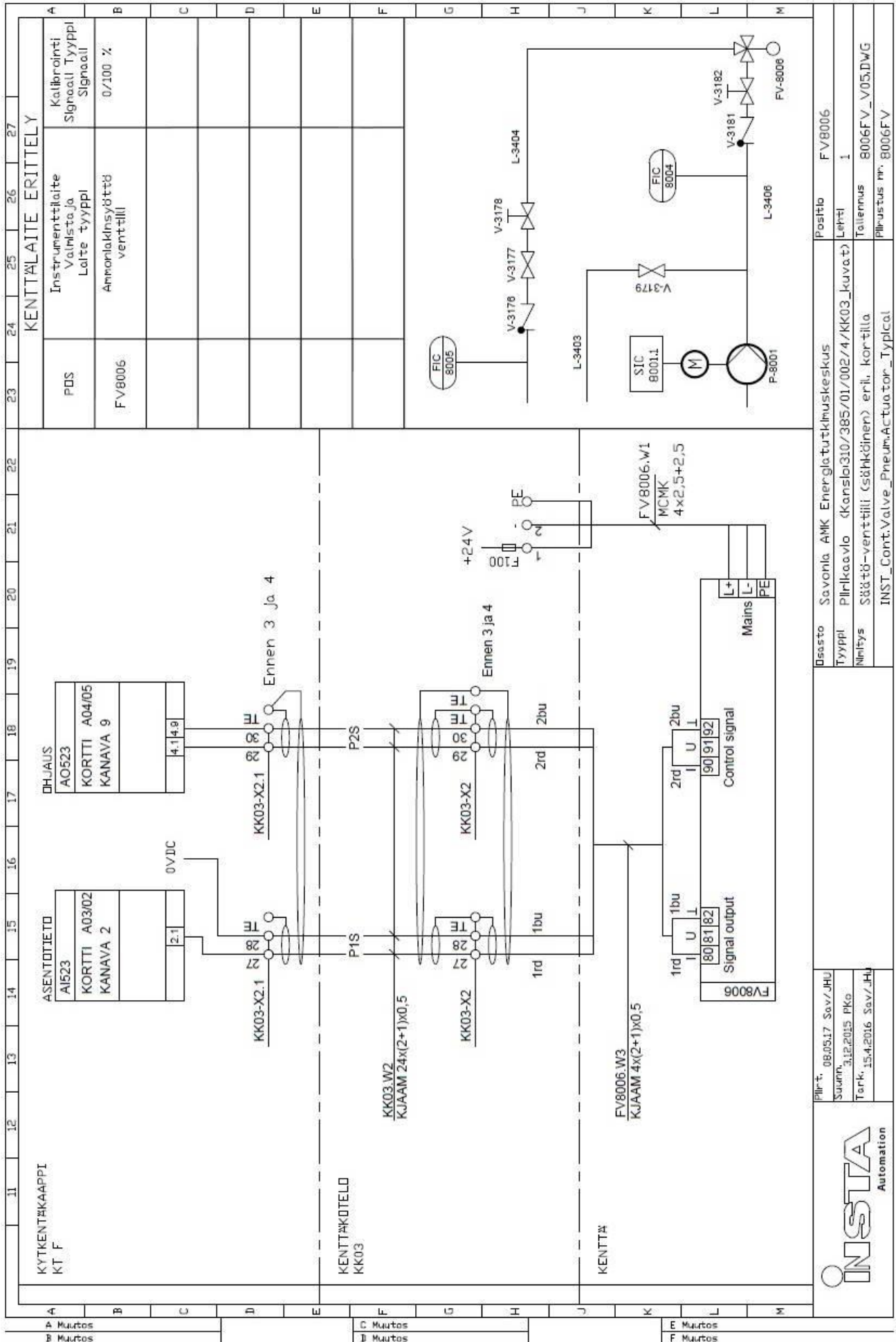
C Muutos  
D Muutos

E Muutos  
F Muutos

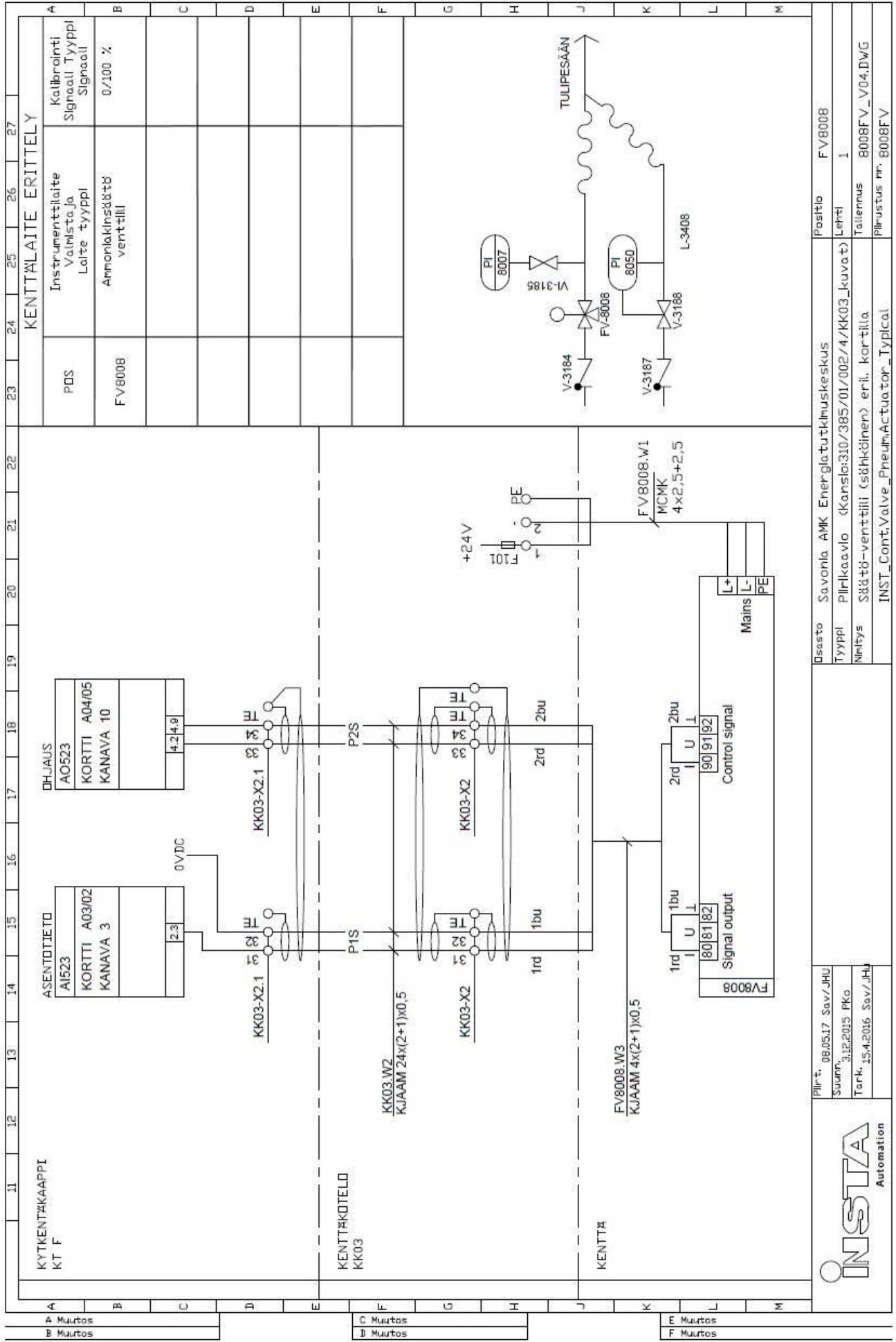
LIITE 3: PI-8013 PIIRIKAAVIO



LIITE 4: FV-8006 PIIRIKAAVIO



LIITE 5: FV-8008 PIIRIKAAVIO



KYLTKENTTÄKAAPPI KT F		DHJAUUS AO523 KORTTI A04/05 KANAVA 10		ASENTOTIETO AI523 KORTTI A03/02 KANAVA 3	
KENTTÄKOTTELO KK03		P1S		P2S	
KENTTÄ		FV8008.W3 K/JAAM 4x(2+1)x0,5		FV8008.W1 MCMK 4x2,5+2,5	
<p>INSTA Automation</p> <p>Plir#: 08.0517 Sav/JHU Suunn: 3.12.2015 PKG Tark: 15.4.2016 Sav/JHU</p>					
Isasto		Savonia AMK Energiatutkimuskeskus		Positio	
Tyyppi		Piirikaavio (Kansio:310/385/01/002/4/KK03_kuvat)		Lehti	
Mittaus		Säätö-venttiili (sähköinen) eril. kortilla		Tallennus	
INST_Cont_Valve_PneumActuator_Typical				8008FV_V04.DWG	
				Piirustus nr. 8008FV	

A Muutos  
B Muutos

C Muutos  
D Muutos

E Muutos  
F Muutos