

Teppo Hankamäki

**BIODIESELPROSESSIN SÄHKÖ- JA  
INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU**

# **BIODIESELPROSESSIN SÄHKÖ- JA INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU**

Teppo Hankamäki  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Teppo Hankamäki  
Opinnäytetyön nimi: Biodieselprosessin sähkö- ja instrumentointisuunnittelu  
Työn ohjaajat: Hannu Laakso (OAMK), Tapani Mainio (OSAO)  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015  
Sivumäärä: 22 + 9 liitettä

---

Opinnäytyö aiheena oli instrumentoida uusi laitteisto ja suunnitella kytkentäkuvat biodieseleräprosessorille. Tavoitteena oli saada uusi laitteisto vanhan tilalle automatisoinnin vuoksi. Sähkösuunnittelun tavoitteena oli piirtää uudelle laitteistolle sähkö- ja automaatiokytkentäkuvat.

Instrumentointi toteutettiin kartoittamalla vanhan laitteiston päivitystarpeet ja listamalla tarvittavat uudet laitteet. Uusille laitteille tehtiin hintakartoitus ja valittiin sopivimmat. Valinnan jälkeen laitteille suunniteltiin uudet kytkentäkuvat.

Tuloksena saatiin instrumentointia tarvittavat laitteet automatisointia varten. Lisäksi tarvittavat sähkö- ja automaatiokytkentäkuvat saatiin piirrettyä.

---

Asiasanat: biodiesel, instrumentointi, sähkösuunnittelu, automaatio

## **ALKULAUSE**

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun seudun ammattiopisto. Työn ohjaajina toimivat tuntiopettaja Hannu Laakso Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan yksiköstä sekä lehtori Tapani Mainio Oulun seudun ammattiopiston Kaukovainion tekniikan yksiköstä. Haluan kiittää työn ohjaajia rakentavasta palautteesta ja parannusideoista.

17.5.2015

Teppo Hankamäki

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 BIODIESELIN VALMISTUS	7
3 INSTRUMENTOINTI	9
3.1 Toimilaitteiden instrumentointi	9
3.1.1 Palloventtiilit	9
3.1.2 Paineventtiilit	11
3.2 Mittalaitteiden instrumentointi	12
3.2.1 Kapasitiiviset anturit	12
3.2.2 Paineanturit	13
3.2.3 Lämpötila-anturit	14
3.2.4 Pinnankorkeusanturit	15
4 LAITTEISTON SÄHKÖSUUNNITTELU	18
4.1 Piirikaaviot	18
4.2 Laitteiston numerointi	20
5 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	22
LIITEET	
Liite 1. Osalista	
Liite 2. Piirikaaviot	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun seudun ammattiopisto. Työn tarkoituksena oli instrumentoida ja suunnitella kytkentäkuvat uudelle laitteistolle biodieseleräprosessoriin automatisointia varten. Biodieseleräprosessorilla valmistetaan biodieseliä rypsiöljystä metanolin ja lipeän (NaOH) avulla.

Vanha laitteisto oli mekaaninen ja prosessin etenemiseen vaikuttavat toimenpiteet tehtiin manuaalisesti. Instrumentoinnin avulla laitteistoa uusittiin, jotta automatisointi olisi mahdollista. Useimmat toimilaitteet vaihdettiin uusiin ohjattaviin toimilaitteisiin ja mittalaitteita lisättiin prosessiin.

Sähkösuunnittelun avulla tehtiin mitta- ja toimilaitteille automaatio- sekä sähkökytkentäkuvat, joiden avulla laitteet voidaan kytkeä MetsoDNA SR1 -logiikkaan. Suunnittelun tarkoituksena oli mahdollistaa uusien laitteiden kytkeminen prosessiin.

Samaan prosessilaitteistoon teki toisen opinnäytetyön automaatiotekniikan opiskelija Hermanni Korkeamäki. Korkeamäki vastasi vastasi ohjelmistopuolesta ja suunnittelun apuna käytettiin I/O-listaa, jonka Hermanni oli tehnyt. Yhteistyötä tehtiin myös ongelmien ratkaisemiseksi.

## 2 BIODIESELIN VALMISTUS

Biodiesel on yleisnimitys uusiutuvista raaka-ainelähteistä valmistetuille dieselpolttoaineille. Se muistuttaa rakenteeltaan dieselöljyä, eikä sen käyttö dieselmoottorissa vaadi suuria muutoksia moottoriin. Raaka-aineena biodieseliin käytetään useimmiten kasviöljyjä tai eläinrasvoja. Suomessa eniten käytetään öljykasveja, kuten rypsiä ja rapsia. (1.)

Koska biodiesel valmistetaan kasvi- ja eläinperäisistä öljyistä, sen ongelmat ovat korkeat same- ja jähmepisteet. Tästä johtuen biodieselin kylmänkestävyys on heikkoa ja kovilla pakkasilla sen käyttö on hankalaa jäätyksen vuoksi. Jäätymistä voidaan estää sekoittamalla biodieseliin jäätyminenestoainetta tai vastaavasti talvilaatuista dieseliä. (1.)

Biodieselin käytöllä pyritään pienempiin kasvihuonekaasupäästöihin ja öljyriippuvuuden vähentämiseen, mutta biodieselin valmistamiseen tarvitaan paljon raaka-ainetta. Esimerkiksi rypsipeltohehtaari tuottaa 475–625 litraa biodieseliä ja keskimääräinen kulutus maatilalla kevyttä polttoainetta vuodessa on 6500 litraa. (2.)

Biodieseliä voidaan valmistaa mistä tahansa öljykasvin öljystä tai rasvasta, kuten käytetystä paistinrasvasta tai puhtaasta eläinrasvasta. Selluteollisuudessa sivutuotteena syntyy mäntyöljyä, jota voidaan myös käyttää biodieselin valmistukseen. (3, s. 3.)

Eräprosessori valmistaa biodieseliä esteröinnin avulla (kuva 1). Reaktioon tarvitaan rypsiöljyä, alkoholia ja katalyyttia. Rypsiöljy reagoi alkoholin ja katalyytin muodostaman seoksen kanssa, jolloin öljystä syntyy esteriseos ja sivutuotteena glyserolia. Tarvittava katalyytin määrä selvitetään titrauksella. Titrauksesta saatuja tuloksia verrataan rypsiöljyn määrään, jolloin siihen pystytään lisäämään oikea määrä alkoholia ja katalyyttiä. Reaktio tulee suorittaa ilmatiiviissä ja lämmitetyssä reaktiotankissa, jotta reaktiota saadaan nopeutettua. Reaktion kesto on yleensä tunnista kahdeksaan tuntiin. (4.)



*KUVA 1. Biodieseleräprosessori*

Reaktion päätyttyä nesteet tulee erottaa toisistaan. Erottaminen on suhteellisen helppoa tiheyseron ja värin vuoksi. Glyceroli on painavampaa ja väritöntä alkoholia, kun taas esteriseos on tumman ruskeaa sekä kevyempää. Näin ollen glyseroli asettuu astian pohjalle, josta se voidaan esimerkiksi laskea pois läpinäkyvää putkea pitkin astiaan tai vaihtoehtoisesti erottaa sentrifugilla. Erottamisen jälkeen täytyy esteriseoksesta poistaa alkoholi tislamalla. Tislauksessa alkoholi erotetaan esteriseoksesta haihduttamalla. (4.)

Tislaamisen jälkeen biodiesel tulee pestä. Pesulla poistetaan dieseliin jääneet katalyytin jäämät. Pesu tapahtuu kuumalla eli noin 55-asteisella vedellä. Eräprosessorissa pesukertoja tehdään kerran tai kahdesti, jotta dieselistä tulisi mahdollisimman puhdasta. Kahta pesukertaa suositellaan, jos valmistetaan yli 100 litran erä. Pesun jälkeen biodiesel tulee kuivata eli siitä pyritään poistamaan pesusta jäänyt vesi. Veden ja biodieselin tiheyseron avulla dieselistä pystytään poistamaan vesi valuttamalla se pois. Vesi valutetaan pois, kunnes väri vaihtuu vaalean keltaiseksi. (4.)

Pesun jälkeen biodiesel ohjataan kahden raakasuodattimen ja hienosuodattimen läpi, jotta biodieselistä saataisiin epäpuhtauksia pois. Suodattimien jälkeen biodiesel on käyttövalmista.



### 3 INSTRUMENTOINTI

Instrumentoinnilla tarkoitetaan säätimiä ja mitta- sekä toimilaitteita, joilla pystytään säätämään, ohjaamaan sekä valvomaan prosessin toimintaa. Säätimet käsittelevät mittauksien avulla prosessista saatuja tietoja ja ohjaavat niiden avulla toimilaitteita. Toimilaitteita ovat esimerkiksi venttiilit, lämmitysvastus ja alipainepumppu. Mittalaitteet koostuvat usein lämmön, tiheyden tai pinnankorkeuden mittauksesta. (5.)

Biodiesellaitteiston toimilaitteiden ja mittalaitteiden instrumentoinnissa huomioitiin lähtötiedot ja alkupalaverin sekä sovelluspuolen ehdotukset. Lähtötietoihin lukeutui, että järjestelmä tulee toimimaan Metso DNA SR1 -automaatiojärjestelmän avulla. Automaatiojärjestelmän vaatimuksena oli, että toimilaitteet toimivat 24 VDC:n jännitteellä sekä virtaviestin tulee olla 4–20 mA tai jänniteviesti 1–5 V. Huomioon otettiin myös hinnat, jotta projekti pysyisi kustannuksiltaan järkevissä rajoissa. Muutoksia näihin tietoihin ei tullut projektin aikana. (Liite 1.)

#### 3.1 Toimilaitteiden instrumentointi

Toimilaitteiden instrumentointi kohdistui ainoastaan venttiileihin. Venttiileitä oli kahden tyyppisiä eli pallo- ja ilmanpaineventtiileitä.

##### 3.1.1 Palloventtiilit

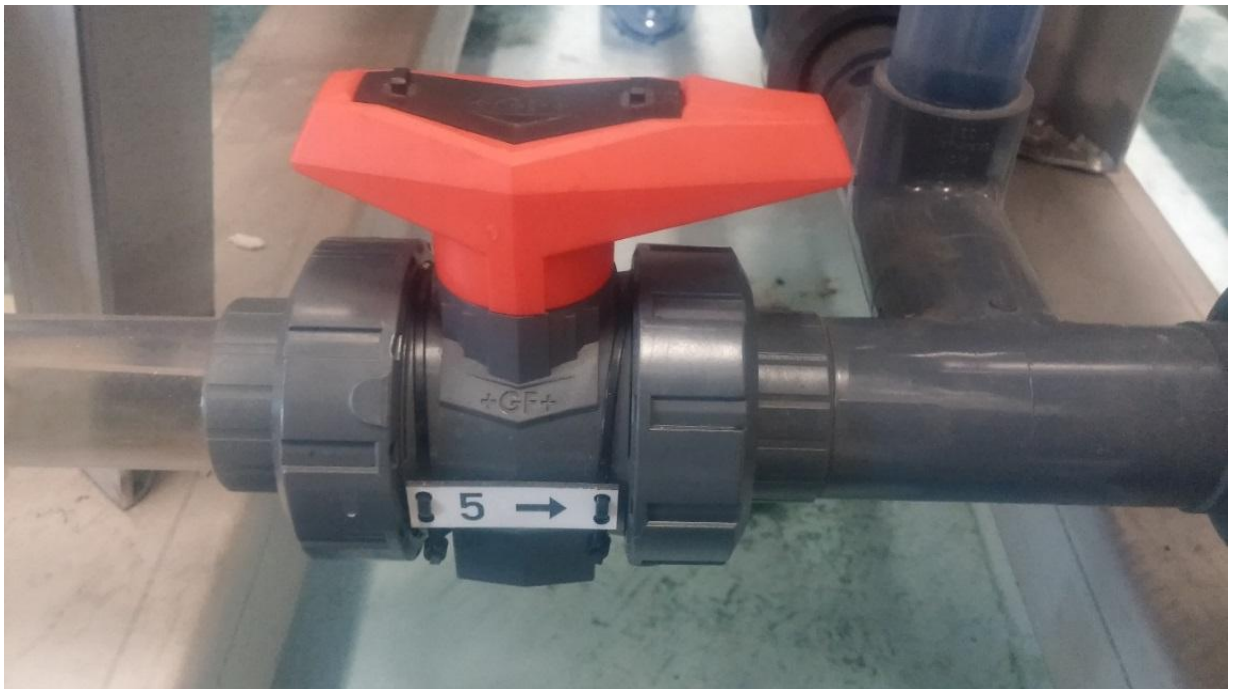
Palloventtiili on yleisesti käytetty venttiili, jossa sulkuelin liikkuu kiertämällä. Venttiilin liike on 90 astetta kiinni-asennosta auki-asentoon. Palloventtiilin etuina ovat sen toimintavarmuus, esteetön virtaus ja hyvä tiiviys.

Palloventtiilien valmistaja oli Georg Fischer ja valmistusmateriaalina PVC-muovi. PVC-muovi sopii hyvin tällaiseen prosessiin, koska sillä on hyvä kemiallinen kestävyys, iskunkestävyyttä ja jäykkyyttä. (6.) Venttiilien koko on luokkaa DN25.

Eräprosessissa venttiilit olivat mekaanisia eli niitä käännettiin käsin (kuva 2). Venttiilien automatisointiin oli kaksi vaihtoehtoa: vaihtaa venttiilit täysin uusiin tai

löytää venttiileihin sopivat toimilaitteet. Instrumentoinnissa päädyttiin etsimään venttiileille toimilaitteet, koska olisi kallista vaihtaa kaikki kolmesta venttiiliä uusiin toimilaitteella varustettuina. Tiedonhaun ja muutaman sähköpostikyselyn jälkeen toimilaitteet löytyi venttiilin valmistajalta Georg Fischerltä.

Sähköpostikyselyiden avulla venttiileihin saatiin kaksi vaihtoehtoa toimilaitteiksi. Vaihtoehtoina oli malli EA11 tai EA21. Toimilaitteet olivat toiminnaltaan samanlaisia, mutta EA21:een oli mahdollisuus saada useampia lisävarusteita. Lisävarusteisiin lukeutuivat esimerkiksi syklilaskuri, toisenlainen osoitin ja paikkatiedon takaisinkytkentä. Hinnaltaan EA21 oli kalliimpi ja tarvittaville lisävarusteille ei ollut käyttöä.



*KUVA 2. Prosessin mekaaniset käsiventtiili*

Toimilaitemalliksi valittiin EA11 (kuva 3), koska se sopi suoraan olemassa olevaan venttiilimalliin ja käyttöjännite sekä hinta olivat sopivat. Käyttöjännite on hyvä olla alhainen opiskeluympäristössä.



KUVA 3. EA11-toimilaite, GF 546 -venttiilille (7)

### 3.1.2 Paineventtiilit

Ilmanpaineventtiilit olivat myös toiminnaltaan mekaanisia ja ne oli vaihdettava ohjattavaksi. Säättöä näihin venttiileihin ei tarvittu, koska paineensäätö tapahtuu painepumpulla, joten valitsin venttiileiksi 2/2-tie-sähkömagneettiventtiilit eli ohjattavat ON/OFF venttiilit (kuva 4). Venttiileiden rungon pitää kestää prosessissa esiintyviä aineita, joten päädyihin venttiileihin, jossa runko on valmistettu messingistä. Venttiilien valintaan vaikutti myös se, että venttiiliin tulee olla kiinni sähkön katketessa tai kun sitä ei käytetä.



*KUVA 4. Sähkömagneettiventtiili (8)*

### **3.2 Mittalaitteiden instrumentointi**

Mittalaitteiden instrumentointi liittyy prosessin kannalta aineen tunnistamiseen ja paineen, lämpötilan sekä pinnankorkeuden mittaamiseen.

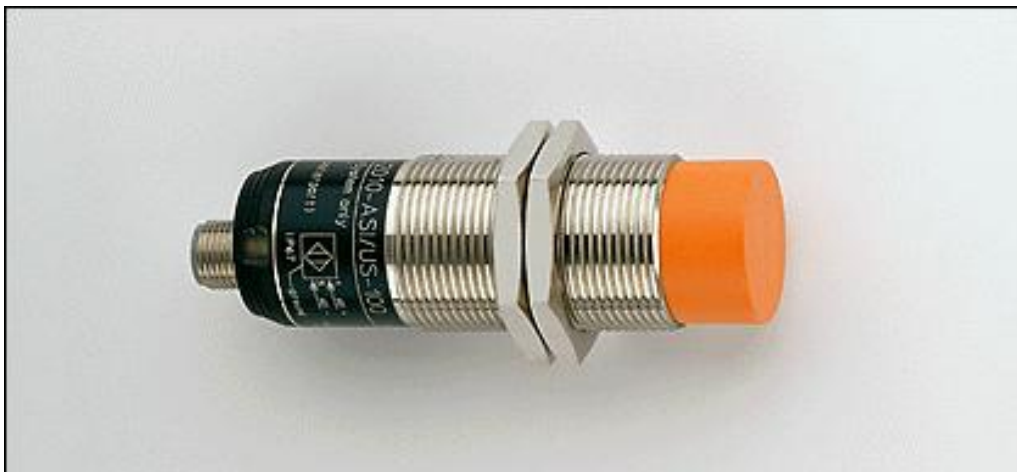
#### **3.2.1 Kapasitiiviset anturit**

Kapasitiiviset anturin toiminta perustuu magneettikenttään. Anturi tunnistaa magneettikentässä tapahtuvat muutokset, tarkemmin ottaen dielektrisyiden muutokseen (9). Kapasitiiviset anturit valittiin prosessiin (kuva 5), koska niiden avulla tunnistetaan eri nesteet toisistaan ja ne voidaan asentaa putken tai säiliön ulkopuolelle. Ulkopuolinen asennus katsottiin tarpeelliseksi, koska prosessin putket ja sekoitustankki ovat muovisia. Muovisiin osiin olisi ollut hankalampi asentaa uusia mittalaitteita. Asennustapa myös vähentää antureiden likaantumista ja pidentää niiden käyttöikää. Antureita valittiin kaksi vaatimuksien mukaan.

Ensimmäisen kapasitiivisen anturin tehtävä on tunnistaa kaksi ainetta toisistaan, esimerkiksi kun pesuvaiheen jälkeen glyserolista erotetaan vesi. Tässä vaiheessa vesi ja glyseroli erotetaan toisistaan laskemalla vesi pohjaventtiilin kautta. Tiheyseron vuoksi vesi on painavampana pohjalla ja glyseroli päällä. Veden loputtua anturi tunnistaa glyserolin ja pohjaventtiili sulkeutuu, jottei glyserolia valuisi hukkaan.

Toisen anturin tehtävä on toimia rajakytkimenä. Anturi seuraa milloin sekoitustankki on tyhjänä. Sekoitustankissa sekoitetaan lipeä metanoliin.

Kapasitiivisia antureita oli monelta valmistajalta, mutta valitsin Carlo Gavazzinin valmistamat anturit, koska niiden ominaisuudet olivat riittävät prosessiin ja hinta oli kohtuullinen.



*KUVA 5. Kapasitiivinen anturi (10)*

### **3.2.2 Paineanturit**

Paineanturin toiminta perustuu anturin kalvon liikkeeseen. Normaalisissa ilmanpaineissa anturin kalvo on suorassa, jolloin saadaan mittaviestiksi 0mA:ia. Ali- tai ylipaineen syntyessä kalvo liikkuu ja mittaviesti muuttuu sen mukaan.

Prosessiin valittiin yksi anturi. Anturin pitää ilmaista ali- ja ylipainetta, koska glyserolin erotusvaiheessa alipaineen avulla glyseroli imetään tankista pois. Sopiva anturi löytyi SMC:ltä ja tyypiltään anturi oli paine-/tyhjiöanturi (kuva 6).

Anturin paineenmittausalue on  $-1$ – $+1$  baaria ja prosessissa paineet ovat  $-0,5$ – $+0,5$  baaria.



KUVA 6. SMC-tyhjiö-paineanturi (11)

### 3.2.3 Lämpötila-anturit

Lämpötila-antureita on useaan toimintaan perustuvaa mallia: nesteen laajenemiseen, bimetallianturiin, infrapuna-anturiin, termopariin tai vastukseen perustuva. Nesteen laajenemiseen perustuvaan lämpötila-antureita käytetään yleensä kuumemittareina tai yleisesti lämpötilan mittaamiseen (ulkona tai sisällä). Bimetallinen anturi koostuu kahdesta eri lämpölaajenemiskertoimen omaavasta metallista. Metallit on kiinnitetty toisiinsa ja usein kierukan muotoon. Kierukka vääntyy lämpötilan mukaan ja kääntää mittarin lämpötilaa osoittavaan kohtaan. Saunan lämpötilamittarit sisältävät yleensä bimetalli anturin. Infrapuna-anturit havaitsevat pinnasta heijastuvat lämpösäteilyt ja tämän avulla tunnistavat pinnan lämpötilan. Yleisin infrapuna-anturin omaava laite on lämpökamera. Termoparin toiminta perustuu kahden eri metallin liitoksessa syntyvään jännitteeseen. Metallien lämpötilaeron noustessa niiden välinen jännite nousee ja jännite-eron avulla saadaan määritettyä lämpötila. Termoparia käytetään usein yleismittarien kanssa. Vastusanturien toiminta perustuu vastusarvon muutokseen suhteessa lämpötilaan muutokseen. Yleisesti käytetty vastusanturi on PT100. PT100:ssa nimellisvastus  $0\text{ °C}$ :ssa on 100 ohmia ja

vastuksen muutos on  $0,385 \Omega/^{\circ}\text{C}$  sekä muutos on lineaarinen lämpötilan noustessa tai laskiessa. (12.)

Prosessiin valittiin kolme PT100-anturia (kuva 13), koska ne ovat toimintavarmoja ja niiden käyttölämpötila on riittävä ( $-50$ — $+400$  °C) sekä hinnaltaan suhteellisen edullisia. Anturit ovat suojattu suojaputkella, mikä on valmistettu roosterista ja suojaputken toisessa päässä on kierre. Kierteen avulla kotelo saadaan kiinnitettyä tankkiin, josta lämpötilaa mitataan.



*KUVA 7. Lämpötila-anturi PT100 (13)*

### **3.2.4 Pinnankorkeusanturit**

Pinnankorkeuden mittaamisen on monia vaihtoehtoja ja usein mittaustavan määrittävät aineen ominaisuudet. Aine voi olla sähköä johtavaa, johtamatonta, kiinteää tai nestettä. Mittaustavan valintaan vaikuttaa myös, miten ainetta mitataan ja mistä sekä voiko anturi koskettaa mitattavaa ainetta.

Biodieseleräprosessissa mitataan kahden säiliön pinnankorkeutta, jossa toisessa tapahtuu reaktio ja toisessa pestään biodiesel. Kumpikin säiliö on samanlainen ja helpoin tapa asentaa pinnankorkeusanturi on säiliön päälle.



Säiliön päällä on pulteilla kiinni laippa, johon on helppo tehdä pintamittarille paikka (kuva 8).



*KUVA 8. Pintamittarin tuleva asennuspaikka*

Kiinnityspaikan vuoksi valitsin pinnakorkeusmittariksi Kobold NGM:n (kuva 9), koska se oli suhteellisen edullinen ja anturi voi olla kosketuksissa nesteeseen. Anturina toimii naru ja sen toiminta perustuu mikroaaltojohdetutkaan eli narua pitkin lähetetään kaiku ja kaiun osuessa mitattavaan pintaan heijastuu se takaisin lähettimeen. Kaiun kuluaika on verrannollinen matkaan eli pinnankorkeuteen. (14.)





*KUVA 9. Kobold NGM-johdetutkapintamittari (15)*

Pinnakorkeusmittarin ominaisuudetkin (taulukko 1) vastasivat prosessissa vaadittuja ominaisuuksia (16.).

*TAULUKKO 1. Pinnankorkeusmittarin ominaisuudet (16.)*

<b>Ominaisuudet</b>	<b>Arvo</b>
Nesteille ja kiintoaineille	
Maksimi mittauspituus:	20 m
Lämpötila-alue:	-150—+ 250 °C
Painealue:	-1—+40 bar
Lähtöviesti:	4–20 mA
Syöttöjännite:	12–30 VDC
Anturi haponkestävää terästä	

Pinnankorkeuden mittaukseen olisi voinut valita muitakin vaihtoehtoja, kuten ultraääneen perustuvan anturin tai pintakytkimien avulla tehty pinnanmittaus menetelmän. Näistä vaihtoehtoista kuitenkin johdetutkapintamittari oli sopivin prosessin kannalta.

## 4 LAITTEISTON SÄHKÖSUUNNITTELU

Lähtötiedoissa vaatimuksena oli piirtää ja suunnitella uudelle automaatiolaitteistolle sähkö- sekä automaatiokytkentäkuvat. Sähkökeskukseen oli valmiiksi koottu logiikka ja sähkönsyöttö. Ohjauskaappi oli valmiiksi johdotettu ja koottu manuaaliohjausta varten.

### 4.1 Piirikaaviot

Sähkösuunnittelussa käytettiin apuna Kyndata CADS Planner Electric -ohjelmistoa ja suunnittelu aloitettiin piirtämällä pumppujen johdotukset sekä ohjaus niille. Pumppujen piirikaavioissa on tarvittavat suojat pumpuille, kontaktorit ja releet pumppujen ohjausta varten. Kummankin pumpun piirit piirrettiin erillisille sivuille. Piirtämiseen vaikutti myös se, että pumput olivat 1-vaiheisia. Sivuille mahdutettiin kytkentäkuva logiikasta suoraan pumpun ohjaukselle. Pumppujen käynti- tai häirötietoja ei tarvittu, joten ne jätettiin piirustuksista pois. Pumppujen ohjaus tapahtuu vain päälle-pois-tavalla ja kierrosten säätöä ei tarvittu. Hätäseis-toiminto lisättiin pumppujen ohjaukseen, jotta vikatilanteessa pumput sammuvat varmasti. (17.)

Ensimmäiseen kuvaan piirrettiin logiikaalta lähtevät kytkennät ja siihen tulevat kytkennät. Kuvaan lisättiin myös painonappien ja kytkimen kytkennät. Painonappeja tuli kolme ja yksi kytkin: manuaali/automaatti-kytkin, hätä-seis-, start- ja kuittaus-painonapit. Manuaali/automaatti-kytkimellä saadaan prosessi toimimaan manuaali- tai automaattiohjauksella. Manuaaliohjaus tarkoittaa, että laitteistoa pystytään ohjaamaan ohjauskaapista. Automaattiohjaus tarkoittaa vastaavasti, että ohjaus tapahtuu logiikan avulla. Hätä-seis-painike katkaisee ohjausjännitteen pumpuilta ja lämpövastuksilta. Start-painonappi toimii ainostaan, jos logiikka on kytketty automaattitilaan. Kuittauspainikkeella pystytään kuittaamaan virheet ja hälytykset. Johtimille lisättiin viitetunnukset, jotta logiikasta lähtevien johtimien kytkentä tulisi oikein ja oikealle laitteelle.

Loput prosessin mitta- ja toimilaitte kytkentäkuvat jaoteltiin eri osiin. Toiseen kuvaan piirrettiin glyserolitankin ympärillä olevat laitteet, joita pystytään ohjaaman tai joista saadaan mittaustietoa. Kuvaan tuli kuuden

magneettiventtiilin kytkentäkuva ja PT100-anturin sekä paineanturin kytkentä. Magneettiventtiileiden kytkennän havainnollistamiseksi kuvaan piirrettiin kytkentä suoraan logiikkaan. Todellisuudessa kytkentä menee liitinriman X23 kautta. (Liite 2/1.)

Kolmas kuva oli alipainepumpun kytkentäkuva, joten jaottelun vuoksi neljänteen kuvaan tuli lämmitysvastuksien kytkentäkuva. Kahden lämpövastuksen teho on 2,5kW ja pienemmän lämpövastuksen teho on 1kW sekä kaikki vastukset ovat 1-vaihe vastuksia. Vastukset olivat valmiiksi johdotettuja ja suojattuja, joten niille piirrettiin päävirtapiirien lisäksi ohjauspiiri. Vastuksille laitettiin myös kytkentä hätäseis-toimintoa varten. Kytkennän selkeyttämiseksi samaan kuvaan piirrettiin binäärikortti ja havainnollistavat kytkennät.

Viides kuva keskittyi suuremman kokonaisuuteen eli pesutankin ympärille tuleviin toimi- ja mittalaitteisiin. Kuvaan tuli viiden venttiilin, lämpötila-anturin ja kahden pinnanmittausanturin kytkentäkuva. Laitteille piirrettiin käyttäjännitteen kytkentä ja laitteiden kytkentäkohta merkattiin oikean liittimen kohdalle.

Seuraava kuva oli siirtopumpun kytkentäkuva ja seitsemäs sekä kahdeksas kuva keskittyi loppujen toimi- ja mittalaitteiden piirikaavioihin. Seitsemänteen kuvaan tuli premix-tankin ympärille tulevien laitteiden kytkennät. Tankin ympärille tulevia laitteita oli kaksi säätöventtiiliä ja kapasitiivinen anturi. Kahdeksas kuva jatkui samoin ja se keskittyi reaktiotankin ympärillä oleviin laitteisiin. Laitteiden kytkentöjä kuvaan tuli seitsemän kappaletta; viiden venttiilin, PT100-anturin ja pintamittarin kytkentäkuva.

Kuvista tuli selkeitä, koska valitsemani laitteet olivat hyvin yksinkertaisia ja niissä ei ollut kovinkaan suuria hienouksia. Laitteiden toiminnot ja kytkennät ovat selkeitä, joten niille ei tarvitse piirtää monimutkaisia kuvia. Kuvien avulla laitteisto pystytään kytkemään, kaapeloimaan ja johdottamaan.

## 4.2 Laitteiston numerointi

Kaikki kortit numeroitiin järjestyksessä viidestä kymmeneen (Liite 2/1.). Numerointi on laitettu tällä tavoin, koska ohjelmiston tekijältä saadusta I/O -luettelossa kortit olivat merkattu näin. Korttien numerointi muuttuu myöhemmin käyttöönottovaiheessa. Kortteista lähtevät johdotukset menevät ensin liitinrimoille ja nämä liitinrimat numeroitiin välille X20–X25. Rimat lisättiin, jotta saatiin mittauspisteet myöhempää käyttöä varten.

Liitinrimojen jälkeen lähtevät johdotukset menevät suoraan kentälle ja sen vuoksi johdotuksien päihin merkattiin viitetunnuksien avulla mille laiteelle ne menevät tai mihin kontaktoriin kytkentä tulee(18.). Kytkimien ja painonappien johdotuksien päähän ei viitetunnuksia laitettu, koska kytkentä näkyy suoraan kuvasta (Liite 2/1).

Kentällä olevien laitteiden numerointi menee kortin numeron ja kanavan mukaisesti (taulukko 2).

*TAULUKKO 2. Kenttälaitteiden numerointi*

	<b>Lähdöt</b>	<b>Binääri</b>	<b>Analogia</b>
X7:0	<b>V-001</b>	<b>FBC 2 0:7:0</b>	
X7:1	<b>V-002</b>	<b>FBC 2 0:7:1</b>	
X10:0	<b>V-003</b>		<b>FBC 2</b>
	<b>V-004</b>	<b>käsi</b>	<b>0:10:0</b>
X7:2	<b>V-005</b>	<b>FBC 2 0:7:2</b>	
	<b>V-006</b>	<b>käsi</b>	
X7:3	<b>V-007</b>	<b>FBC 2 0:7:3</b>	

## 5 YHTEENVETO

Opinnanäytetyössä oli tarkoituksena instrumentoida ja suunnitella sähkökuvat biodieseleräprossessorille. Sähkökuvien tarkoituksena oli keskittyä uuden laitteiston kytkentäkuviin. Työhön saatiin tarvittavat laitteet suunniteltua ja osalista valmiiksi myöhempää tilausta varten. Laitteiden tilaus ja asennus jäi odottamaan myöhäisempää ajankohtaa.

Sähköpiirustuksista tehtiin yksinkertaiset ja selkeät. Piirustuksiin olisi voinut lisätä tarkempaakin tietoa, mutta sille ei ollut käyttöä. Tärkeimmät kytkentäkuvat saatiin piirrettyä ja laitteisto voidaan kytkeä kuvien avulla.

Työssä oli haastavaa etenkin sähköpiirustuksien teko, koska tarkkaa tietoa ei saatu piirustuksien laajuudesta ja tarkempia yksityiskohtia ei annettu. Suunnittelun aikana oma tietämys kasvoi ja sain paljon käyttökokemusta suunnitteluohjelmista.

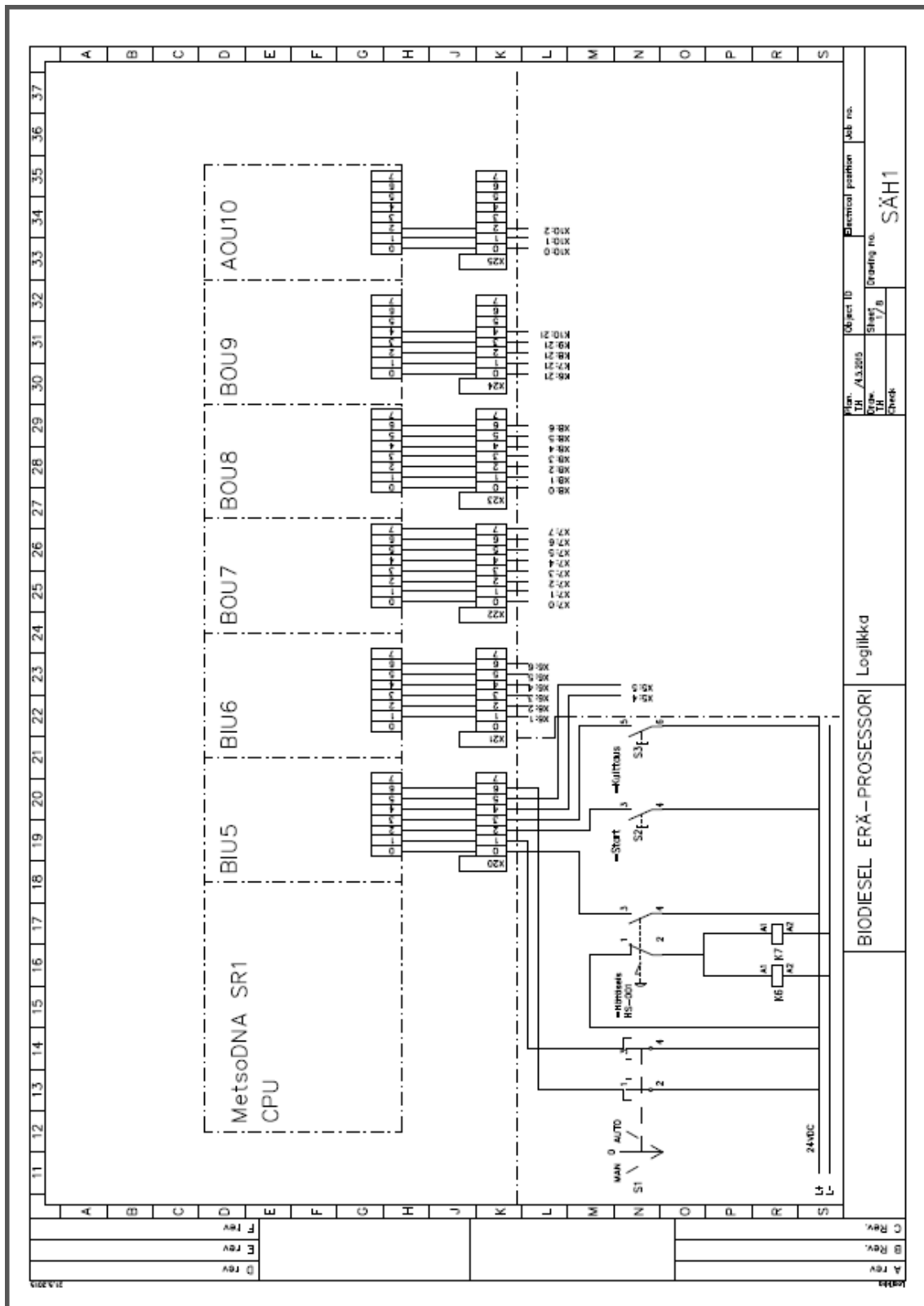
## LÄHTEET

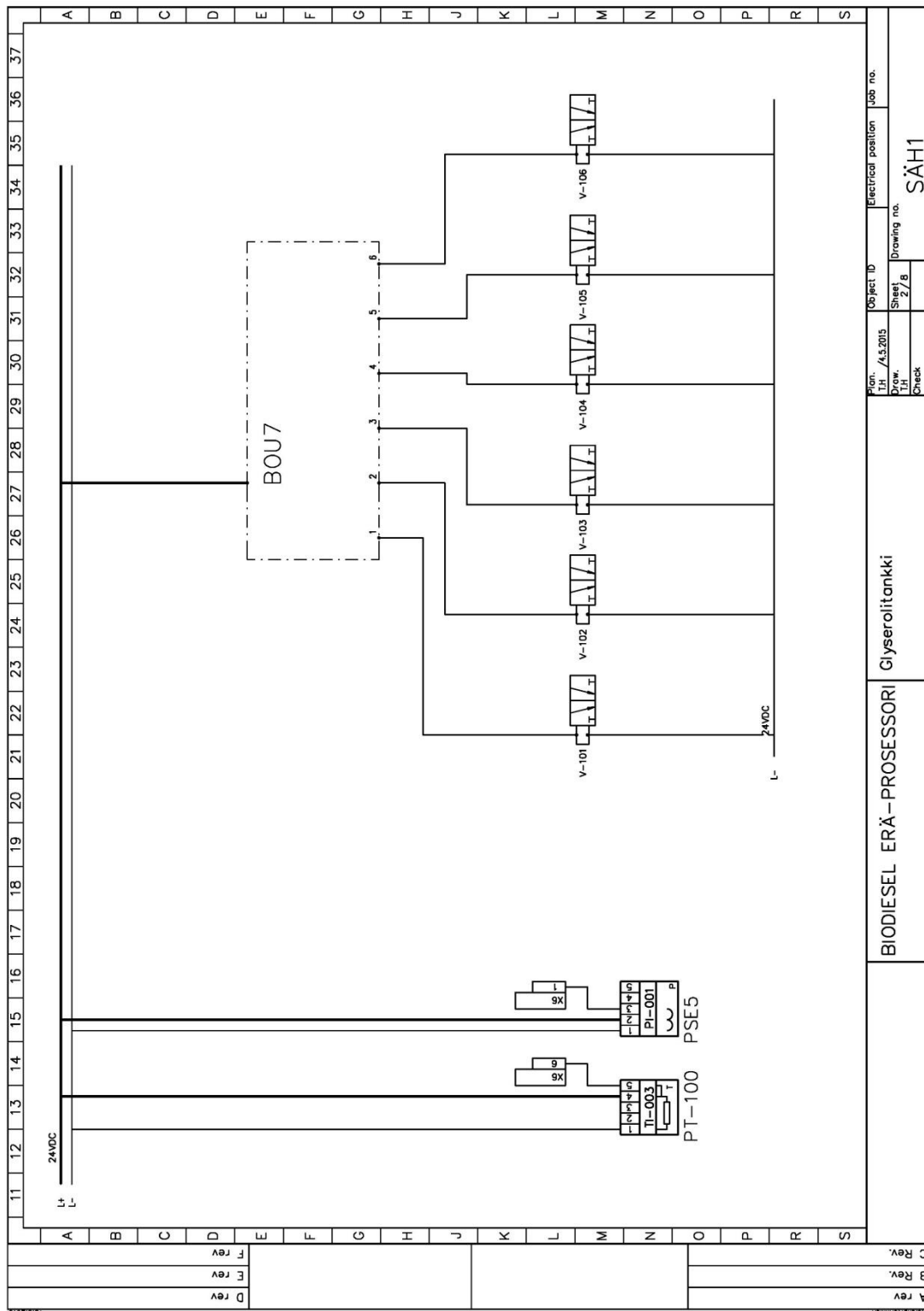
1. Timonen, Leena 2007. Suomi on bioenergian suurvalta. Tilastokeskus. Saatavissa: [http://www.stat.fi/artikkelit/2007/art\\_2007-04-18\\_004.html?s=0](http://www.stat.fi/artikkelit/2007/art_2007-04-18_004.html?s=0). Hakupäivä 31.3.2015.
2. Biodiesel. EBB. Saatavissa: <http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php>. Hakupäivä 31.3.2015.
3. Malkki, Leena 2006. Rypsiöljyn metyyliesterin paikallinen valmistus ja käyttö. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, uusiutuvan energian koulutusohjelma.
4. Professional biodieseleräprosessori käyttöohje. 2015. Preseco Oy.
5. Hietanen, Tero 2009. Automaatiotekniikka 1. Saatavissa: [http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1\\_s2006u.htm#\\_Toc147132884](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm#_Toc147132884). Hakupäivä 31.3.2015.
6. PVC. Vink Finland Oy. Saatavissa: <http://www.tuotteet.vink.fi/tuotteet/pvc.html>. Hakupäivä 31.3.2015.
7. Vihervaara, Hannu 2015. Venttiilit. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Teppo Hankamäki. 18.2.2015.
8. 2/2-tie-magneettiventtiili M5. Elfa Distrelec. Saatavissa: [https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi\\_fi/elfa/init.do?item=54-229-10&toc=0&q=VDW11-5G-2-M5-Q](https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=54-229-10&toc=0&q=VDW11-5G-2-M5-Q). Hakupäivä 25.3.2015.
9. Savolainen, Jari 2010. Kapasitiiviset. Metropolia. Saatavissa: <https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Kapasitiiviset>. Hakupäivä 8.4.2015.
10. Kapasitiiviset anturit. IFM Electronic Oy. Saatavissa: <http://www.ifm.com/products/fin/ds/KI5066.htm>. Hakupäivä: 7.4.2015.

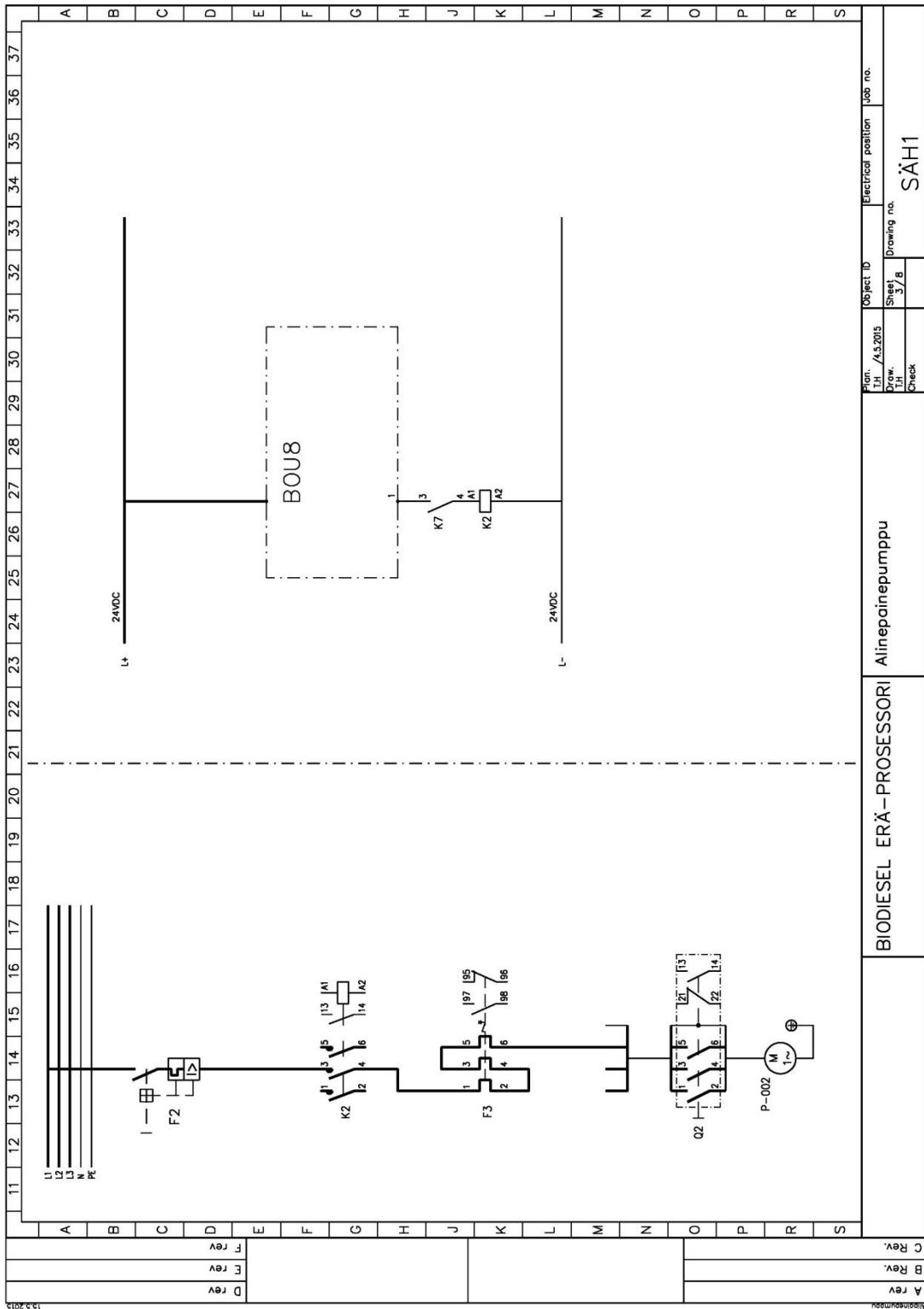
11. PSE533-M5-L. 2015. Elfa Distrelec. Saatavissa:  
[https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi\\_fi/elfa/init.do?item=54-542-23&toc=0&q=PSE533-M5-L](https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=54-542-23&toc=0&q=PSE533-M5-L). Hakupäivä: 7.4.2015.
12. Lämpötilan mittaus. 2005. Mikes. Saatavissa:  
[http://www.mikes.fi/mikes/Oppaat/J4\\_2005\\_Lampotilan\\_mittaus.pdf](http://www.mikes.fi/mikes/Oppaat/J4_2005_Lampotilan_mittaus.pdf).  
Hakupäivä 9.4.2015.
13. Kierre-lämpömittari J. 2015. Elfa Distrelec. Saatavissa:  
[https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi\\_fi/elfa/init.do?item=76-701-13&toc=0&q=76-701-13](https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=76-701-13&toc=0&q=76-701-13). Hakupäivä: 8.4.2105.
14. Guided-wave radar level sensors. 2008. Control Engineering Europe.  
Saatavissa: <http://www.controlengueurope.com/article/14264/Tutorial--Guided-wave-radar-level-sensors.aspx>. Hakupäivä 17.4.2015.
15. Pintamittarit. Sätö Oy. Saatavissa:  
<http://www.saato.fi/fi/Tuotteet/Pintamittarit/?cat=173&page=0&ws=&prod=1002>. Hakupäivä 17.4.2015.
16. Välimäki, Visa 2015. Tarjous 16804, VS: Pintakytkin ja pinnakorkeusmittari.  
Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Teppo Hankamäki. 31.3.2015.
17. Laakso, Hannu 2013. Teollisuuden sähköpiirustukset. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:  
[http://www.oamk.fi/~hannul/sahkosuunnittelu/Luentomateriaalia/Teollisuude\\_n\\_sahkopiirustukset.pdf](http://www.oamk.fi/~hannul/sahkosuunnittelu/Luentomateriaalia/Teollisuude_n_sahkopiirustukset.pdf). Hakupäivä 18.4.2015.
18. Laakso, Hannu 2014. Liitäntäkaaviot. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.  
Saatavissa:  
<http://www.oamk.fi/~hannul/sahkosuunnittelu/Luentomateriaalia/Liitantaakaaviot.pdf>. Hakupäivä 18.4.2015.

<b>Eräprossessorin toimi- ja mittalaitteet</b>						
	<b>Valmistaja</b>	<b>Malli</b>	<b>Tuotenumero</b>	<b>Määrä/kpl</b>	<b>Toimittaja</b>	<b>Lisätietoja</b>
Venttiilien toimilaite	GF	EA11 SÄHKÖ 24V	198150181	15	Vink Finland Oy	tarjous sähköpostissa
<b>Anturit</b>						
Kapasitiivinen	Carlo Gavazzi	CA18CLN12PA	37-577-70	2	Elfa Distrelec	
Paine	SMC	PSE533-M5-L	54-542-23	1	Elfa Distrelec	
Lämpötila	Jumo	PT100	76-701-13	3	Elfa Distrelec	
Ilmanpaineventtiilit	SMC	VDW11-5G-2-M5-Q	54-229-10	6	Elfa Distrelec	
Pinnan korkeuden mittaus	Kobold	NGM-1200G5A400		2	Säätö Oy	tarjous sähköpostissa





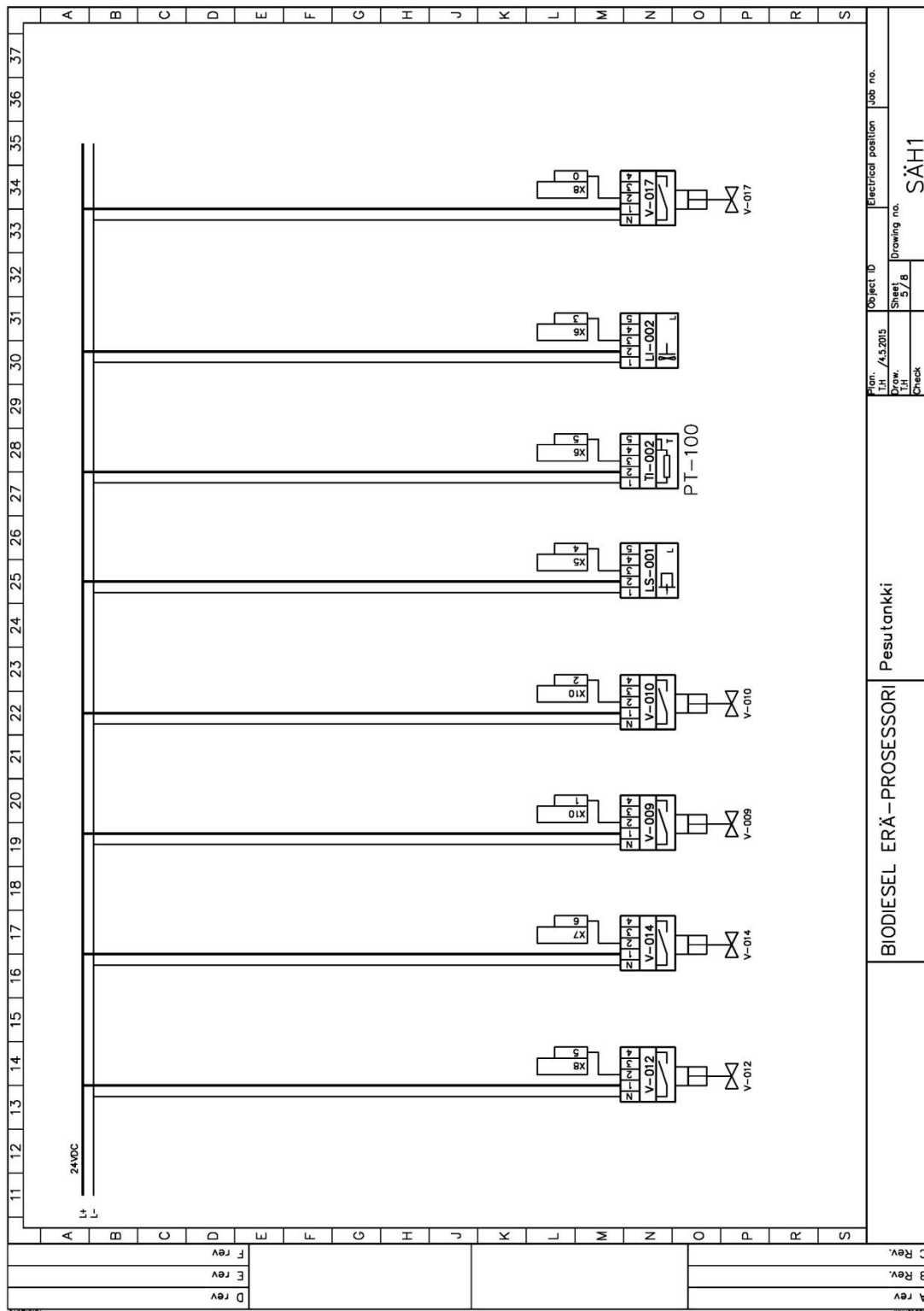




A rev.	
B rev.	
C rev.	

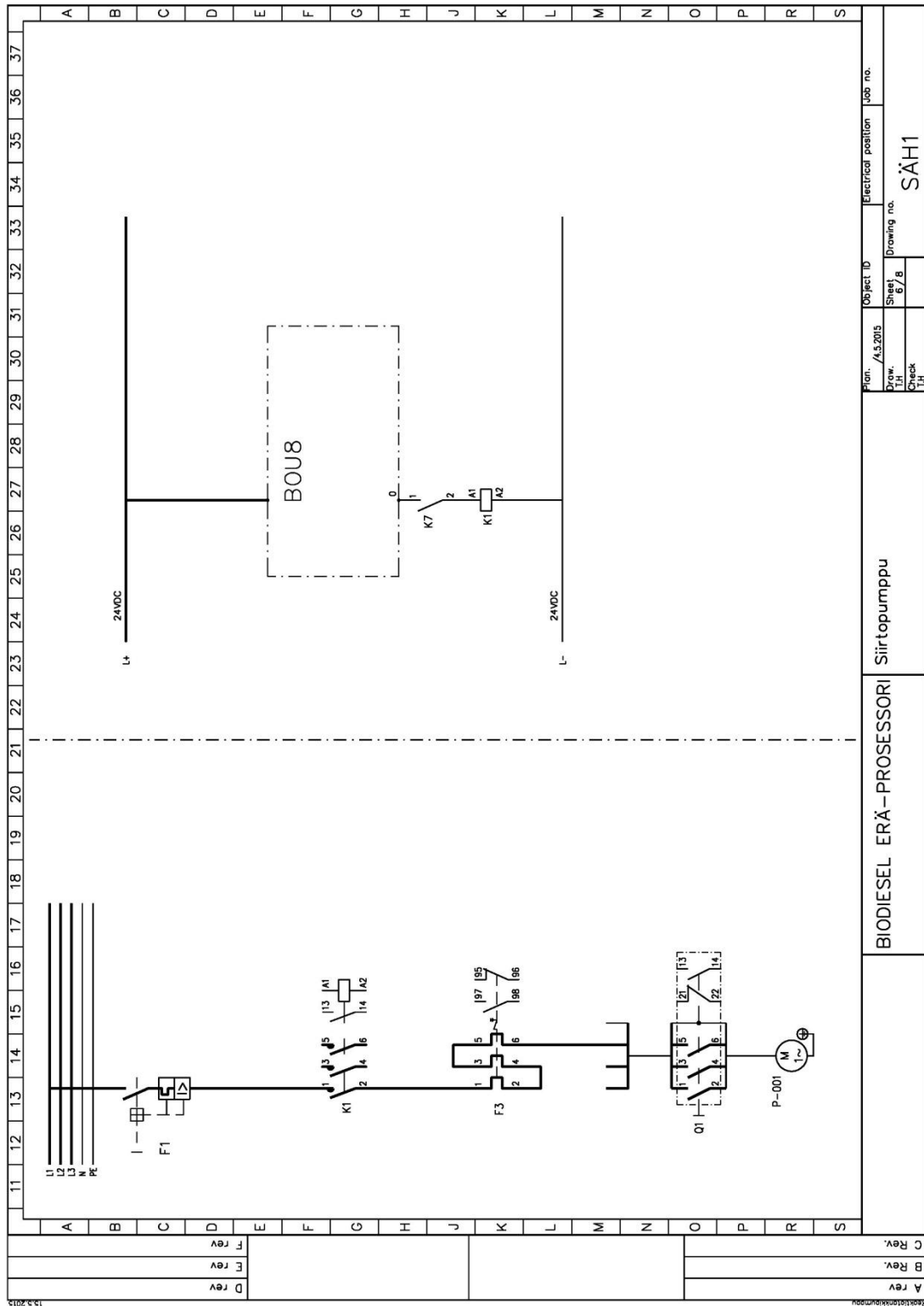
Plan.	1/1.3.2015	Subject ID		Electrical position	Job no.
Drew.		Sheet	3/8	Drawing no.	SÄH1
Check					

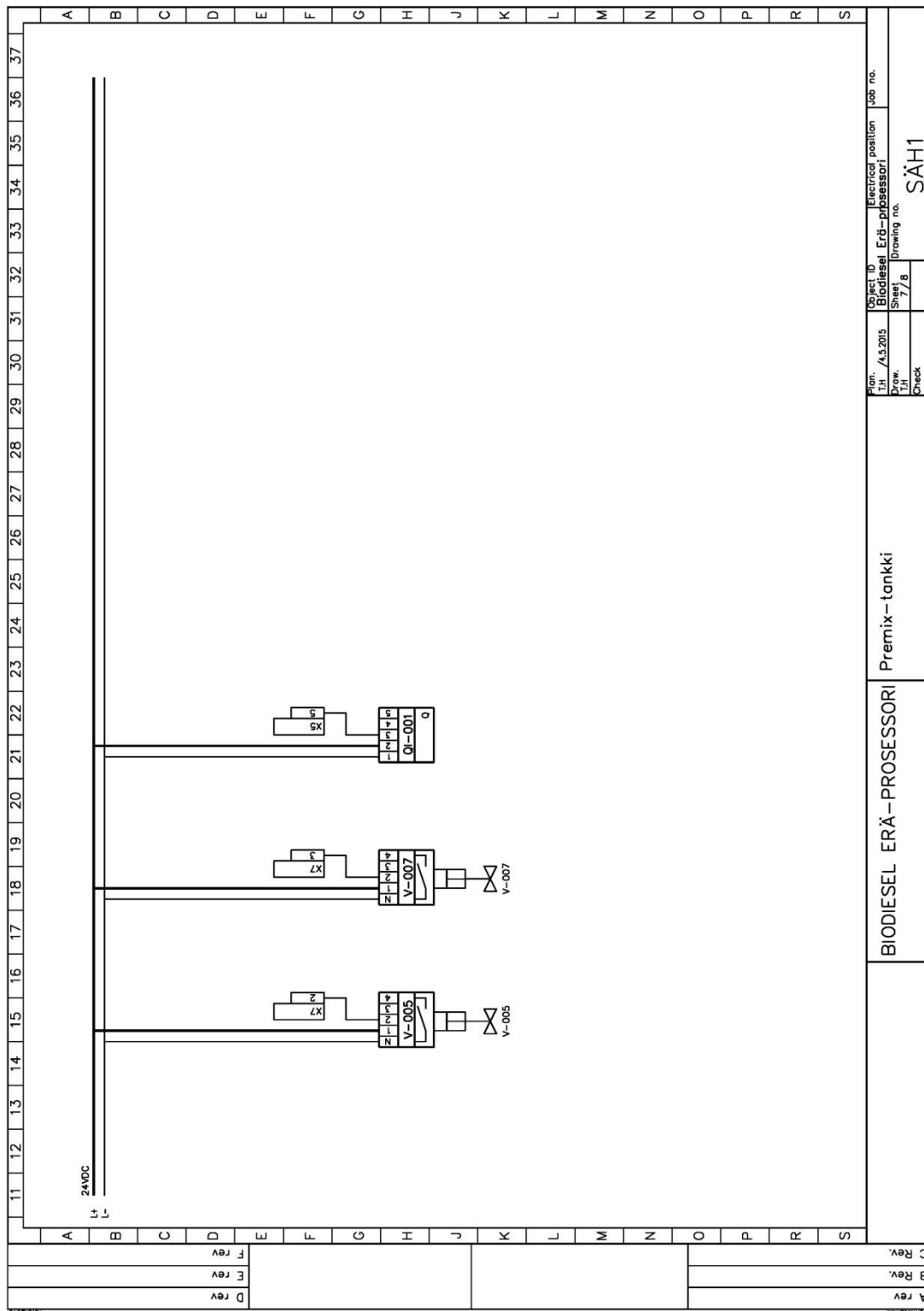




A rev		B rev		C rev	
D rev		E rev		F rev	

Plan. / 1.3.2015		Subject ID		Electrical position		Job no.	
Draw. / 1.3.2015		Sheet 5/8		Drawing no.		SÄH1	
Check							
BIODIESEL ERÄ-PROSESSORI				Pesutankki			





A rev.		Premix-tankki		BIODIESEL ERÄ-PROSESSORI		SÄH1	
B Rev.							
C Rev.							

Object ID	Biodiesel Erä-proessori	Electrical position	Job no.
Plan. / 1.3.2015			
Draw. / 1.3.2015			
Sheet / 7/8			
Check			

Rev.	Author	Checked	Date
F rev.			
E rev.			
D rev.			

