



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PYROLYYSIÖLJYPOLTTIMEN KÄYTTÖÖNOTTO

TEKIJÄ/T: Eemeli Lappi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Eemeli Lappi	
Työn nimi Pyrolyysiöljypoltin käyttöönotto	
Päiväys 7.6.2016	Sivumäärä/Liitteet 30/3
Ohjaaja(t) Jukka Huttunen, Ritva Käyhkö	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän käyttöönottoa Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiantutkimuskeskuksessa. Opinnäytetyö kattaa koko järjestelmän säiliöitä polttimelle.</p> <p>Pyrolyysiöljyjärjestelmään kuuluvat pumppauskoneikko, venttiilikoneikko, pyrolyysiöljypoltin ja poltinohjausautomaatio, jotka on toimittanut Enviroburners. Lisäksi järjestelmään kuuluvat pyrolyysiöljysäiliöt ja putkisto johon asennetaan saattolämmitys.</p> <p>Opinnäytetyössä keskityttiin pyrolyysiöljyjärjestelmän käyttöönoton tehtäviin kuten suunnitteluun ja asennuksiin. Opinnäytetyössä piti ottaa huomioon pyrolyysiöljyn aiheuttamat vaatimukset käyttöönotossa. Turvallisuuden ja stabiilin polton vuoksi järjestelmään piti tehdä myös lisäyksiä.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana on ollut Savonia-ammattikorkeakoulu.</p>	
Avainsanat pyrolyysiöljy, poltin, käyttöönotto, tutkimuskeskus, suunnittelu, asentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Eemeli Lappi			
Title of Thesis Commissioning of Pyrolysis Oil Burner			
Date	7.6.2016	Pages/Appendices	30/3
Supervisor(s) Jukka Huttunen, Ritva Käyhkö			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>This Bachelor's thesis is about the commissioning of pyrolysis oil burner at energy research centre of Savonia University of Applied Sciences in Varkaus Campus. The thesis includes the whole system from oil tanks to the oil burner.</p> <p>The pyrolysis oil burner system consists of the pump set, the valve set, the pyrolysis oil burner and the burner control automation system, which were delivered by Enviroburners. In addition oil tanks and trace heated pipelines are part of the system.</p> <p>The thesis concentrates on tasks related to commissioning such as designing and installations. The requirements set by pyrolysis oil concerning commissioning were considered in this thesis. Some additions to the system had to be done because of safety and stable burning of pyrolysis oil.</p> <p>This thesis was commissioned by Savonia University of Applied Sciences.</p>			
Keywords			
pyrolysis oil, burner, commissioning, research centre, designing, intallation			

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA TERMIT.....	6
2	JOHDANTO	7
2.1	Tausta.....	7
2.2	Tavoitteet.....	7
2.3	Rajaukset	7
3	TEORIAA PYROLYYSIÖLJYSTÄ.....	8
3.1	Valmistusprosessi.....	8
3.2	Ominaisuudet	8
4	PYROLYYSIÖLJYPOLTTIMEN KÄYTTÖÖNOTTO JA VAATIMUKSET	10
4.1	Yleiset asennusohjeet.....	10
4.2	Tarkastukset.....	10
4.3	Käyttöönotto.....	10
5	PYROLYYSIÖLJYJÄRJESTELMÄÄN KUULUVA LAITTEISTO.....	12
5.1	Pyrolyysiöljysäiliöt	12
5.2	Pumppauskoneikko	12
5.3	Venttiilikoneikko.....	12
5.3.1	Pyrolyysiöljylinja.....	12
5.3.2	Hajotusilmalinja	13
5.4	Pyrolyysiöljypoltin	13
5.4.1	Sytytys	13
5.4.2	Palamisilma	13
5.5	Poltinohjauskeskus.....	14
6	PYROLYYSIÖLJYPOLTINJÄRJESTELMÄÄN TEHDYT LISÄYKSET	15
6.1	Turvallisuus	15
6.2	Polton stabilointi	15
7	KÄYTTÖÖNOTON TEHTÄVÄT.....	17
7.1	Pyrolyysiöljykontti	17
7.1.1	Säiliöt.....	17
7.2	Putkisto.....	22
7.3	Kaapelivedot kenttälaitteille	23
7.4	Hankinnat.....	25

7.5 Kesken jääneet tehtävät.....	25
8 YHTEENVETO.....	26
LÄHTEET	27
LIITE 1: KYNNYSLEVY PYROLYYSIÖLJYKONTTIIN	28
LIITE 2: PI-KAAVIO PYROLYYSIÖLJYPOLTINJÄRJESTELMÄ	29
LIITE 3: PI-KAAVIO PYROLYYSIÖLJYKONTTI	30

1 LYHENTEET JA TERMIT

Pyreus-hanke	Hanke pyrolyysiöljyn yleisen käyttöönoton edesauttamiseen, jonka toteutuksesta vastaavat Itä-Suomen yliopisto ja Savonia-ammattikorkeakoulu. (Savonia 2015.)
Pyrolyysiöljy	Biomassasta hapettomassa tilassa ja korkeassa lämpötilassa valmistettua bioöljyä. (MOTIVA 2014.)
Polymeroituminen	Liian korkeassa lämpötilassa pyrolyysiöljyn molekyylit yhdistyvät aiheuttaen öljyn jämähtämisen.
IBC-säiliö	Suuri muovinen säiliö, jossa voidaan varastoida ja kuljettaa nestemäisiä polttoaineita kuten pyrolyysiöljyä.
Camlock-liitin	Öljysäiliön täyttöliitin.
Lanssi	Öljynsyöttöputkisto polttimessa

2 JOHDANTO

2.1 Tausta

Taustalla opinnäytetyössä on Pyreus-hanke, jonka tarkoituksena on edesauttaa pyrolyysiöljyn yleistä käyttöönottoa. Tällä hetkellä pyrolyysiöljyä käytetään aika vähän eri kohteissa. Pyrolyysiöljyllä voitaisiin korvata kevyt ja raskas polttoöljy ainakin pienemmissä laitoksissa. Hankkeen toteuttavat yhdessä Itä-Suomen yliopisto ja Savonia-ammattikorkeakoulu. (SAVONIA, 2015. Pyreus)

Pyrolyysiöljypoltinjärjestelmä on yksi osakokonaisuus Savonia-ammattikorkeakoulun viereen rakennettussa energiatutkimuskeskuksessa. Energiatutkimuskeskuksessa voi polttaa myös muita polttoaineita kuten kierrätyspolttoaineita, haketta ja turvetta.

2.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on ottaa käyttöön pyrolyysiöljypoltinjärjestelmä Savonia-ammattikorkeakoulun Varkauden kampuksen energiantutkimuskeskuksessa. Lisäksi tavoitteena on saada selville, miten pyrolyysiöljy sopii polttoaineena poltinkäyttöön ja jakaa tietoa tuloksista yrityksille. Tavoitteeseen pääsy edellyttää, että palaminen on mahdollisimman stabiilia.

2.3 Rajaukset

Opinnäytetyö keskittyy pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän käyttöönottoon tehtäviin, kuten erilaisiin asennuksiin. Se kattaa koko järjestelmän pyrolyysiöljysäiliöiltä pyrolyysiöljypolttimelle.

Poltinjärjestelmän testaukset ja pyrolyysiöljyn poltto eivät kuulu opinnäytetyöhön. Tähän ovat syynä järjestelmään tehdyt lisäykset turvallisuuden ja polton stabiloinnin kannalta ja hitsaajan puuttuminen huhtikuun 2016 alusta alkaen.

3 TEORIAA PYROLYYSIÖLJYSTÄ

3.1 Valmistusprosessi

Pyrolyysiöljyn eli bioöljyn raaka-aineena käytetään yleensä puubiomassaa kuten hakkuujätteitä ja sahanpurua, mutta myös maatalousjätteet, autonrenkaat ja turve sopivat raaka-aineeksi. Raaka-ainepohjan laajuus voi parantaa saatavuutta ja pienentää taloudellisia riskejä. (VARMUUDEN VUOKSI 2015.)

Pyrolyysiöljy valmistetaan kuumentamalla biomassa hapettomissa oloissa muutaman sekunnin aikana 500-600 asteeseen, jolloin se höyrystyy muuttuen kaasuiksi. Tämän jälkeen kaasut jäädytetään mahdollisimman nopeasti, jonka seurauksena kaasuuntunut biomassa tiivistyy pyrolyysiöljyksi. Nopeaa pyrolyysiä (flash-pyrolyysi) pystytään käyttämään nestejakeen määrän maksimoimiseksi. (MOTIVA 2014.)

3.2 Ominaisuudet

Lopputuotteena saatu pyrolyysiöljy on nestemäistä, ruskeaa ja tervamaista öljyä. Pyrolyysiöljy on teholliseen lämpöarvoon perustuvalta energiatihedeltään paljon parempaa verrattuna kiinteisiin biopolttoaineisiin. Lisäetuina ovat sen kuljetuksen ja käsittelyn helppous ja kustannustehokkuus. (GREEN FUEL NORDIC 2012.)

Pyrolyysiöljy on hapanta, joten öljyn kanssa kosketuksissa olevien materiaalien on oltava haponkestäviä. Happamuuden takia myös pyrolyysiöljyä käsiteltäessä on noudatettava varovaisuutta. Happi- ja vesipitoisuus ovat korkeita. Typpi- ja rikki-pitoisuudet ovat matalia, joten pyrolyysiöljyn polttamisessa syntyy hyvin vähän päästöjä. (VARMUUDEN VUOKSI 2015.) Pyrolyysiöljy on palavaa, mutta se ei ylläpidä palamisreaktiota normaaleissa lämpötilaoloissa, koska sen sisältämä vesi tukahduttaa palamisen (Starck 2016). Kuvassa 1 on esitetty pyrolyysiöljyn ominaisuudet.

Polttoaine: Pyrolyysiöljy

	tyypillinen / vaihteluväli	[yksikkö]
Alempi lämpöarvo:	15 / 13 - 18	MJ/kg (saapumistilassa)
Vesipitoisuus:	28 / 20 - 35	w-% (saapumistilassa)
Kiintoainepitoisuus:	0,3 / < 0,6	w-% (saapumistilassa)
Vetypitoisuus	6,0 / 4,90 – 6,90	w-% (kuivasta öljystä)
Typpi:	0,3 / 0,09 - 0,50	w-% (kuivasta öljystä)
Hiili:	52 / 50 - 56	w-% (kuivasta öljystä)
Happi (laskennallinen):	41 / 37- 47	w-% (kuivasta öljystä)
Rikki-pitoisuus:	0,02 / < 0,03	w-% (kuivasta öljystä)
Tuhkapitoisuus:	0,06 / < 0,15	w-% (kuivasta öljystä)

KUVA 1. Pyrolyysiöljyn ominaisuudet (ENVIROBURNERS 2015.)

Ongelmia pyrolyysiöljyn käytössä ovat viskositeetin muuttuminen ja polymeroituminen. Öljyä pitää säilyttää noin 20 asteessa, jotta sitä pystyy pumppaamaan. Ennen poltinta öljy pitää kuitenkin lämmittää ainakin 40 asteeseen, jotta öljy pisaroituu poltettaessa. Pyrolyysiöljyä voidaan lämmittää noin 70 asteeseen, mutta tämän jälkeen se polymeroituu ja jämähtää putkistoon. Pyrolyysiöljyputkisto pitää saattolämmittää ja eristää hyvin, jotta öljy on sopivan lämpöistä tehokasta palamista varten.

Korkean vesipitoisuuden vuoksi pyrolyysiöljy kerrostuu muodostaen kaksi erilaista faasia, joten säiliöissä pitää olla sekoittimet sen vuoksi. Vesi heikentää öljyn lämpöarvoa ja vesi saattaa höyrystyä esilämmityksen aikana ja johtaa syöttöhäiriöön. Vedellä on toisaalta öljyn viskositeettia alentava vaikutus. (Haapasaari 2015.)

Pyrolyysiöljyä pitää säilyttää mahdollisimman ilmatiiviissä säiliössä, sillä öljyn viskositeetti alkaa kasvamaan, jos se on ilman kanssa kontaktissa. Öljyn sekaan voidaan lisätä esimerkiksi alkoholia, joka vähentää öljyn viskositeetin kasvua. (Haapasaari 2015.)

Pyrolyysiöljylle on julkaistu Pohjois-Amerikassa vuonna 2009 ASTM D7544 -09 -standardi, jossa sille on määritelty sekä kemialliset että fysikaaliset vaatimukset poltinkäyttöön teollisuudessa. Euroopassa samankaltainen CEN-standardi on vielä kehitteillä. (GREEN FUEL NORDIC 2012.)

4 PYROLYYSIÖLJYPOLTTIMEN KÄYTTÖÖNOTTO JA VAATIMUKSET

4.1 Yleiset asennusohjeet

Poltinta ja varusteita on säilytettävä puhtaassa ja kuivassa sisätilassa ennen niiden paikoilleen asentamista. Sisätilan lämpötilan pitää olla 20 – 40 astetta. Työmaalla on tarkistettava toimituksen mukana tulevasta manuaalista, että kaikki toimitukseen kuuluvat osat ovat tallessa. Manuaali sisältää komponenttilistan, josta näkee kaikki osat. Kaikkien pakkausmateriaalien poiston yhteydessä on tarkistettava, ettei laitteille varusteineen ole tullut kuljetuksen aikana mitään vaurioita. (ENVIROBURNERS 2015.)

Polttimen nostamiseen on käytettävä nostokorvaketta tai sellaista kohtaa rungosta, josta ei tule vaurioita poltimelle tai sen varusteille. Venttiili- ja pumppauskoneikkoa saa nostaa vain niiden kehikosta. Poltin on kiinnitettävä huolellisesti sitä paikalleen asennattaessa ja laippaliitoksessa on käytettävä eristysnauhaa. (ENVIROBURNERS 2015.)

4.2 Tarkastukset

Ennen kuin poltinta ruvetaan käynnistämään, on tarkistettava, että kaikki asennukset on tehty huolellisesti. Varsinkin on tarkastettava, että poltin on kiinnitetty kunnolla tulipesään, palamisilmakanava on liitetty polttimeen, venttiili- ja pumppukoneikko ovat pultattu oikeille paikoilleen alustaan ja että paikoilleen asennetulle ohjauskaapille pääsee esteettömästi. (ENVIROBURNERS 2015.)

Kaikki putkilinjat on puhallettava paineilmalla puhtaiksi ja kuiviksi ennen niiden liittämistä venttiilikoneikkoon tai polttimeen. On varmistettava, että kaikki putkilinjat ovat valmiit ja että liitokset ja letkut ovat yhdistetty oikein ja kiristetty kunnolla. On myös varmistettava, että pyrolyysiöljy- ja paineilmalinjat ovat yhdistettynä polttimeen. Lisäksi on tarkistettava kaikkien laitteiden ja varusteiden puhtaus ja käyttökuntoisuus. Erityisesti huomiota on kiinnitettävä palamisilmapellin toimilaitteeseen, suurtaajuussytyttimeen, liekinvalvojaan ja venttiilikoneikkoon. (ENVIROBURNERS 2015.)

4.3 Käyttöönotto

Polttoaineen, paineilman, palamisilman ja sähkön saatavuus oikeilla arvoilla on varmistettava ennen käynnistystä. Pumppukoneikon ohivirtaus- ja varoventtiili on säädettävä taulukon 1 mukaan. Pumppauskoneikolla olevilla käsiventtiileillä valitaan pyrolyysiöljylle haluttu tulosäiliö. Ohivirtausventtiilillä pumpun jälkeen kierrätetään öljyä takaisin säiliöön. (ENVIROBURNERS 2015.)

Pyrolyysiöljyä lämmitetään halutun lämpöiseksi pumppauskoneikossa sähköisellä lämmittimellä. Öljyn lämpötilaa putkistossa pidetään yllä säädettävällä saattolämmityksellä. Öljy puhalletaan paineilmalla pikasulkuventtiilien pois jälkeen putkistosta, letkusta ja öljylanssista avaamalla puhtaaksipuhalluslinjan venttiili. Öljylanssin puhtaaksipuhallus täytyy tehdä erilliseen astiaan, sillä puhalluksesta kuumaan kattilaan aiheutuu räjähdysvaara. (ENVIROBURNERS 2015.) Fortumin mukaan puhtaaksipuhallus kattilaan voidaan kuitenkin tehdä pitämällä sytytystä samaan aikaan päällä (Alin 2016).

TAULUKKO 1. Asetusarvot (ENVIROBURNERS 2015.)

TUNNUS	LINJA	ASETUSARVO alustava	ASETUSARVO säädetty	LISÄTIEDOT
V-9061	Ohivirtausventtiili pumpun jälkeen	7 bar (g)		
V-9073	Lämmönvaihtimen varoventtiili	7 bar (g)		
PS-9092	Pyrolyysiöljyn tulopainekeytkin	nouseva paine, 2 bar (g)		
PIT-9082	Pyrolyysiöljyn suutinpainekeytkin	laskeva paine, 1,2 bar (g)		
PIC-9088	Hajotusilman paineenalennin	4 bar (g)		
PIT-9090	Hajotusilman painekeytkin	laskeva paine, 1,5 bar (g)		
TT-9064	Pyrolyysiöljyn lämpötila lämmittimellä	Min. 40 °C Maks. 70 °C		Varo pyrolyysiöljyn ylikuumentamista polymeroitumisen vuoksi.
TT-9084	Pyrolyysiöljyn lämpötila suuttimella	sumutuslämpötila noin 40 - 70 °C		

5 PYROLYYSIÖLJYJÄRJESTELMÄÄN KUULUVA LAITTEISTO

Pyrolyysiöljyjärjestelmään kuuluvat kaksi pyrolyysiöljysäiliötä, pumppauskoneikko, venttiilikoneikko, pyrolyysiöljypoltin ja poltinohjausautomaatio. Enviroburners on toimittanut kaikki lukuun ottamatta säiliöitä. Lisäksi järjestelmään kuuluu putkisto pyrolyysiöljylle, johon asennetaan saattolämmitys. Poltin asennetaan Aritermin toimittaman 0,5 MW:n arinakattilan kylkeen.

5.1 Pyrolyysiöljysäiliöt

Energiatutkimushallin ulkopuolella on varastokontissa kaksi IBC-säiliötä, joissa pyrolyysiöljyä säilytetään. Kummassakin säiliössä on sekoittimet pyrolyysiöljyn kerrostumisen ehkäisemiseksi. Säiliöiden pinnankorkeutta tarkkaillaan paine-erolähettimillä. Jos öljynpinta laskee sekoittimen lapojen alapuolelle, sekoitin pitää pysäyttää, koska muuten laite voi ruveta kipinöimään. Säiliöissä syntyy alipainetta pyrolyysiöljyä imettäessä ja ylipainetta säiliöiden täytön aikana, joten säiliöihin asennetaan takaiskuventtiilit huohottimeen, jotka suojaavat yli- ja alipaineelta.

5.2 Pumppauskoneikko

Pumpulla imetään säiliöistä pyrolyysiöljyä ja tuotetaan syöttöpaine polttimella. Pumpulla voidaan myös imeä alkoholia putkiston puhdistamista varten. Kahdella suodattimella ennen ja jälkeen pumppun suodatetaan pyrolyysiöljystä epäpuhtauksia. Pumppauskoneikossa on myös öljyn esilämmitin, joka lämmittää öljyn 40 – 70 asteiseksi. (Haapasaari 2015.) Suodattimille suositeltiin sellaista silmäkokoja, jonka läpi päässeet partikkelit menevät vielä läpi suuttimen reiästä (Alin 2016).

5.3 Venttiilikoneikko

Venttiilikoneikossa ylempänä paineilmalinja ja alempana pyrolyysiöljylinja. Kummatkin linjat menevät polttimelle, jossa ne yhdistyvät. Näiden välillä on vielä venttiilikoneikossa linja, jonka avulla saadaan pyrolyysiöljylinja puhallettua puhtaaksi koneikolta polttimelle. (Haapasaari 2015.)

5.3.1 Pyrolyysiöljylinja

Pyrolyysiöljylinjasta mitataan painetta, lämpötilaa ja öljyn määrää. Linjan alkupäässä on painemittari, josta voi seurata öljylinjan painetta. Tämän yhteydessä on painekytkin, joka sulkee öljylinjan, jos paine laskee alle 2 bar. Öljymäärämittarilla mitataan öljyn nopeutta putkistossa. Painelähetin ohjaa pikasulkuventtiileitä sulkemaan öljylinjan ohjausjärjestelmän välityksellä, jos paine laskee alle 1,2 bar. Pikasulku- eli solenoidiventtiilit toimivat pneumaattisilla toimilaitteilla hajotusilmalinjasta otetun ilmanpaineen avulla. Ohjausjärjestelmä säätää kumpaakin solenoidia erikseen. Lämpötilalähetin mittaa öljyn lämpötilaa ennen poltinta. Öljylinjassa on myös säätöventtiili, jolla säädetään öljyn virtaamisnopeutta. (Haapasaari 2015.)

5.3.2 Hajotusilmalinja

Suodattimella, jonka suodatusaste on 20 µm, suodatetaan vesihöyry ja muut epäpuhtaudet koneikoon tulevasta paineilmasta. Suodattimesta löytyy puoliautomaattinen lauhteenpoisto ja läpinäkyvä alaosa, josta havaitsee siihen kertyneen lauhdeveden. Suodattimen jälkeen on paineenalennin, jossa paine alennetaan 4 bar. Paineenalentimesta on letkut pikasulkuventtiileille. (Haapasaari 2015.)

Myös ilmalinjassa on pikasulkuventtiili. Tälle pikasulkuventtiilille on ohituslinja, joka avataan käsin pyöritettävällä ruuvitoimisella neulaventtiilillä. Tällöin suutinta voidaan jäähdyttää vaikka pikasulkuventtiili suljettaisiin. Painelähetin ohjaa pikasulkuventtiilin sulkemaan hajotusilmalinjan ohjausjärjestelmän välityksellä, jos paine laskee alle 1,5 bar. (Haapasaari 2015.)

Loppupäässä on vielä laippojen väliin asennettu takaiskuventtiili, jolla varmistetaan ilman liikkuminen vain polttimen suuntaan (Haapasaari 2015).

5.4 Pyrolyysiöljypoltin

Pyörillä kulkevan vaunun päälle sijoitettu poltin voidaan siirtää sivuun, jos kattilassa poltetaan esimerkiksi haketta. Polttimessa on näkölasit, joista voidaan tarkkailla liekin syttymistä ja väriä. (Haapasaari 2015.)

Liekkiputken sisällä olevassa öljylanssissa öljy ja hajotusilma kulkevat vierekkäin erillisissä kanavissa tulipesään. Hajotusilman vaikutuksesta liekkilevyyden syntyä pyörre, joka saa öljyn pisaroitumaan kohti tulipesää. Pisaroitumisen ansiosta palaminen on tehokasta. (Haapasaari 2015.)

5.4.1 Sytytys

Pneumaattinen sylinteri työntää kipinäsytyttimen kattilan sisälle poltinta sytyttäessä ja vetää sen takaisin, kun liekki on saatu syttymään. Pneumaattisen sylinterin asentoa ja kipinäsytyttintä säädetään ohjausjärjestelmän välityksellä. (Haapasaari 2015.)

Liekinvalvojalla tarkkaillaan liekin syttymistä kolmen sekunnin aikana kipinäsytytyksestä ja sen avulla säädetään sytyttimen päälläoloa. Liekinvalvojan yhteyteen tulevalla paineilmalla jäähdytetään ja puhdistetaan polttotilaan menevää kanavaa. Pientä paineilman virtausta kanavaan suositellaan pidettävänä yllä, jotta liekinvalvojan toiminta ei häiriinny liekin säteilylämmön vaikutuksesta. (Haapasaari 2015.)

5.4.2 Palamisilma

Erillinen palamisilmapuhallin tuottaa polttimelle tutkimushallin sisäilmaa. Palamisilmapuhaltimen tuottamaa palamisilman painetta tarkkaillaan painekeytkimellä. Kytkin avautuu, kun paine menee yli 0,01 bar. Läppäventtiili säätelee palamisilman määrää. Sähköinen toimilaite säätelee läppäventtiilin asentoa ohjausjärjestelmän välityksellä. (Haapasaari 2015.)

5.5 Poltinhjauskeskus

Kuvassa 2 on esitetty Siemensin LMV 52 –poltinhjain. Poltinhjauskeskukseen tulee kytkennät polt-
timen, koneikkojen ja pyrolyysiöljykontin antureilta. Ohjauskeskuksesta lähtee kytkentä valvomoon,
josta järjestelmää ohjataan etänä. (Haapasaari 2015.)



KUVA 2. Poltinhjauskeskus

6 PYROLYYSIÖLJYPOLTINJÄRJESTELMÄÄN TEHDYT LISÄYKSET

Pyrolyysiöljypoltinjärjestelmälle käytiin tekemässä vaarojen arviointi, jossa selvitettiin järjestelmän räjähdysvaaroja, muita riskejä ja laitteiston suojatasovaatimuksia. Selvityksessä todettiin useita riskejä, mutta energiatutkimushallia ja pyrolyysiöljykonttia ei todettu pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän osalta räjähdysvaarallisiksi tiloiksi eli ATEX-tiloiksi. Suurimpien riskitekijöiden takia järjestelmään kuitenkin jouduttiin tekemään lisäyksiä. (Starck 2016.)

Poltinjärjestelmälle käytiin tekemässä asiantuntijatarkastus, jossa todettiin, että järjestelmään pitää tehdä muutoksia niin, että pyrolyysiöljyn polttaminen on stabiilia ja turvallista. Näiden ehdotuksien perusteella poltintoimittajan tekemään PI-kaavioon tehtiin muutokset (Liite 2).

6.1 Turvallisuus

Pyrolyysiöljykonttiin asennettiin lämpötila-anturi mittaamaan kontin lämpötilaa. Lämpötila kontissa ei saa nousta liian korkeaksi tai pudota liian alhaiseksi, koska pyrolyysiöljyn pumpattavuus huononee. Konttiin harkitaan ilmalämpöpumpun hankkimista lämpötilan pitämiseksi sopivana. (Starck 2016.)

Alkoholilinjojen käsiventtiileille hankitaan lukot ja rajatietokytkimet, koska käsiventtiili saattaa muuten jäädä vahingossa auki. Silloin alkoholia pääsee pyrolyysiöljyn sekaan, josta seuraa polttimen toimintahäiriö. Puhtaaksipuhalluslinjan käsiventtiilille aiottiin myös hankkia ensin lukko ja rajatietokytkimet, ettei pyrolyysiöljylinjaan pääse vahingossa paineilmaa polttimen käytön aikana. (Starck 2016.) Lopulta päädyttiin magneettiventtiilin asentamiseen puhtaaksi puhalluslinjaan, joka katsottiin turvallisimmaksi ratkaisuksi (Alin 2016).

Nopeatoiminen magneettiventtiili säätää puhtaaksipuhalluksen ilmapulssin pituuden. Lisäksi puhtaaksipuhalluslinjaan asennetaan paineenalennin, jolla saadaan säädettyä paineilman painetta. Näiden korjausten ansiosta puhtaaksipuhalluksen pystyy Fortumin mukaan tekemään kattilaan pitämällä samalla sytytystä päällä, toisin kuin poltintoimittaja on ohjeistanut. (Alin 2016.)

Koneikkojen eteen hankitaan mahdollisesti pleksilevyt, koska liitokset saattavat vuotaa ja pyrolyysiöljyä roiskua käyttöhenkilön tai vierailijan päälle (Starck 2016).

6.2 Polton stabilointi

Pyrolyysiöljyputkistoon tehdään useita takaisinkierätyslinjoja. Takaisinkierätyslinjoilla saadaan öljyn lämpötila lähelle samaa jokaisessa osassa järjestelmää ja poltto on stabiilimpaa. Lisäksi kierrätyksillä saadaan öljy kiertämään putkistoissa ja näin ehkäistään öljyn jumiutumista putkistoon. Myös puhdistustoimenpiteet ovat helpompia, kun alkoholiliuoksia saadaan kiertämään putkistoissa suljettuja lenkkejä pitkin, jolloin puhdistusliuosta voidaan ajaa pumppukoneikolla pidemmän aikaa linjastossa ennen liuoksen poistoa. Takaisinkierätyslinjojen lisäksi asennetaan yksi lämpötila-anturi ennen vent-

tiilikoneikkoa, jotta saadaan paremmin ajankohtaista tietoa pyrolyysiöljyn lämpötilasta putkistossa. (Alin 2016.)

Yksi takaisinkierätyslinja tehtiin ennen pikasulkuventtiilejä venttiilikoneikolta pumppukoneikolle. Linjan alkupäähän, heti venttiilikoneikolta, tulee yksi nopeatoiminen pneumaattinen palloventtiili. Tämä linjan kasausta saatiin hyvään alkuun ja putkia sen verran hitsattua yhteen, että ne pysyvät kiinni toisissaan. Kuvassa 3 on kuvattu aloitetun takaisinkierätyslinjan lähtöpää venttiilikoneikolta.



KUVA 3. Takaisin kierrätyslinja venttiilikoneikolta

Pumppukoneikolle tulee useita takaisinkierätyslinjoja. Nämä linjat saatiin vain suunniteltua tämän opinnäytetyön puitteissa, koska ammattitaitoista hitsaajaa ei ollut käytettävissä enää siinä vaiheessa.

7 KÄYTTÖÖNOTON TEHTÄVÄT

7.1 Pyrolyysiöljykontti

Pyrolyysiöljykontin ovelle tehtiin kuvassa 4 esitetty kynnyks teräslevystä, koska pyrolyysiöljy ei saa vuotaa säiliöistä kontin ulkopuolelle. Aluksi kynnykslevy (Liite 1) suunniteltiin Autodesk Inventor – ohjelmalla, jonka jälkeen kynnykslevy ja sivutukilevyt leikattiin isommasta teräslevystä. Sivutukilevyt hitsattiin kontin oven kummallekin sivulle. Lopuksi kynnykslevyyn, sivutukilevyihin ja alareunan levyihin porattiin reiät noin kymmenen sentin välein.



KUVA 4. Kontin kynnykslevy

Pyrolyysiöljykontista piirrettiin PI-kaavio (Liite 3), joka toimi pohjana putkiston suunnittelussa. PI-kaaviota päivitettiin aina kun järjestelmään tuli muutoksia.

7.1.1 Säiliöt

Säiliöihin tehtiin reiät kolmelle eri yhteelle: Camlock-täyttöliittimelle, takaisinkiertolinjalle ja huohotimelle. Reikien teon jälkeen muovinhitukset huuhdeltiin vedellä pois säiliöstä. Säiliöt otettiin niiden muokkaamisen ajaksi hallin sisälle lämpimään.

Camlock-täyttöliittimille tehtiin hieman isommat reiät poraamalla pienellä terällä useita reikiä viereen ja leikkaamalla puukolla reiät loppuun. Camlockit asennettiin paikalleen tiivistysrenkaineen, kiristettiin sisältäpäin muhveilla ja tiivistettiin silikonimassalla. Lopuksi ne tuettiin putkikannakkeilla ja lattateräspaloilla sekoittimien kehikkoihin kuvassa 5 esitetyllä tavalla.

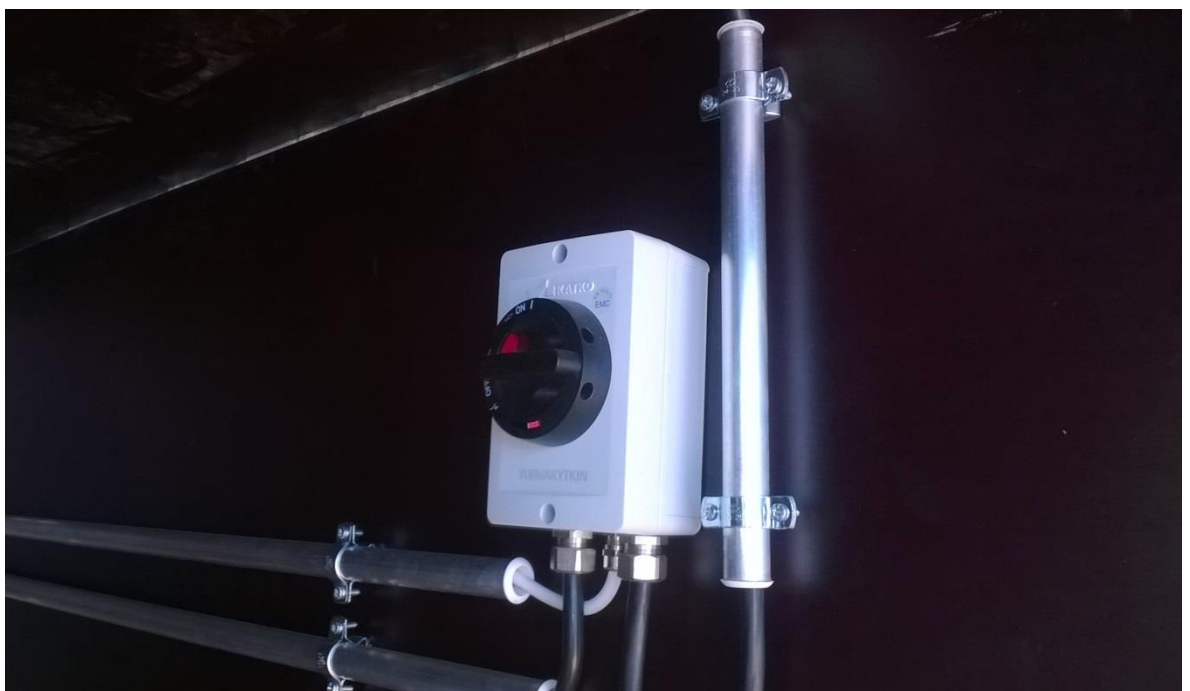


KUVA 5. Camlock täyttöliitin

Taemman säiliön Camlock sijoitettiin säiliön yläkulmaan mahdollisimman lähelle ovea säiliön täytön helpottamiseksi.

7.1.1.1 Sekoitin

Sekoittimelle asennettiin kuvassa 6 esitetty turvakytkin kontin seinälle ja taajuusmuuttaja hallin toiseen kerrokseen seinälle.



KUVA 6. Sekoittimen turvakytkin

Myös toisen säiliön päälle tehtiin kuvassa 7 esitetty tukikehikko sekoittimelle. Tukikehikko tehtiin putkipalkista ja lattateräksestä. Putkipalkit ja lattateräspalat hitsattiin toisiinsa kiinni. Tälle kehikolle tehtiin lisäkappale, sillä toinen Camlock sijoitettiin eri paikkaan kuin lähempänä ovea olevassa säiliössä.

Sekoitin hankitaan toiseen säiliöön myöhemmin.



KUVA 7. Toisen säiliön tukikehikko

7.1.1.2 Paine-erolähetin

Säiliölle hankittiin paine-erolähetin mittaamaan pinnankorkeutta. Tarjouspyynnöt paine-erolähetimestä lähetettiin Säättö Oy:lle, Emersonille ja Honeywellille. Kävi ilmi, että Honeywell on toimittanut aikaisemminkin energiantutkimuskeskukseen samanlaisia paine-erolähettä kuin mitä se tarjosi. Tutkimushallilta löytyi yksi ylimääräinen paine-erolähetin. PI-kaavioon (Liite 3) ja laitelistaan tehtiin muutokset.

Paine-erolähetin asennettiin mahdollisimman lähelle säiliöstä lähtevää imulinjaa kuvassa 8 esitetyllä tavalla, koska lähetin tarvitsee hydrostaattista painetta. Lähetin vertaa tätä hydrostaattista painetta ilmanpaineeseen huohotinputkessa.

Paine-erolähetin hankitaan toiseen säiliöön myöhemmin.



KUVA 8. Paine-erolähetin

7.1.1.3 Huohottimet

Säiliöihin asennetaan huohottimet, koska säiliötä täytettäessä syntyy ylipainetta. Huohotinputkeen tulee laippojen väliin lautastakaiskuventtiili, joka päästää ylimääräisen ilman pois. Huohotinputkessa on myös erillinen pienempi takaiskuventtiili, joka päästää säiliöön ilmaa öljyä imettäessä ja estää näin alipaineen synnyn. Huohotinputken päähän säiliön ulkopuolelle tulee ilmansuodatin.

Huohottimiin käytettiin ruostumatonta DN40-teräsputkea. Toiseen huohottimeen löytyi DN40-lautastakaiskuventtiili. Siitä poistettiin jousi, jotta ilma pääsee liikkumaan helpommin säiliöstä pois. Huohotinputkiin tehtiin reiät ja katkottiin DN15-putkesta sopivat pätkät pienille takaiskuventtiileille. Laipat ja DN15-putket takaiskuventtiileineen hitsattiin kiinni huohotinputkiin kuvassa 9 esitetyllä tavalla.



KUVA 9. Huohotinputket

Huohotinputkille tehtiin reiät kontin kattoon. Säiliöihin asenettiin nipat tiivistysrenkaineen ja kiristettiin muhveilla alaspäin. Kuvassa 10 on esitetty reikä ja yhdeosa huohotinputkelle. Ilmansuodattimet hankitaan huohottimille myöhemmin.

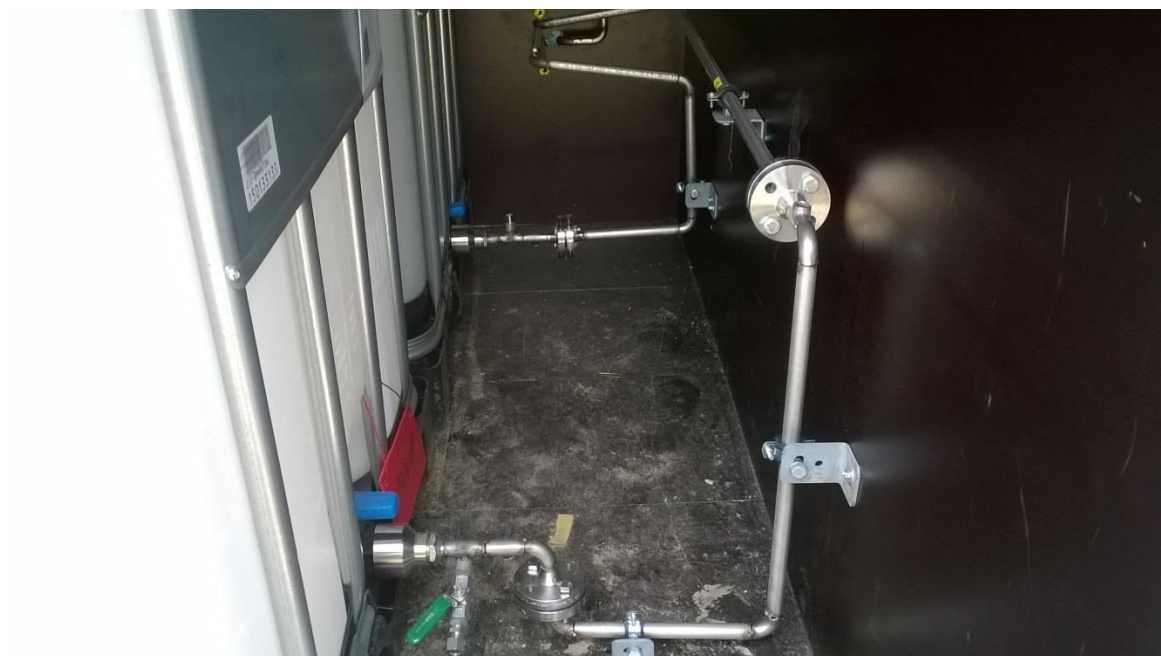


KUVA 10. Huohotinputken paikka

7.2 Putkisto

Pyrolyysiöljypoltinjärjestelmässä oli valmiina putkisto pumppukoneikolta polttimelle asti. Säiliöiden ja pumppukoneikon välinen putkisto suunniteltiin ja valmisteltiin niin, että hitsaaja hitsaa putkenosat toisiinsa kiinni. Putkiston rakentamiseen käytettiin ruostumatonta DN15-teräsputkea. LVI-Dahlilta tilattiin tarvittaessa lisää putkea.

Putkien reitin suunnittelussa pyrolyysiöljykontissa otettiin huomioon putkien kannakointi. Putkien reitit piirrettiin tussilla vaneriseinään ja putkikannakkeiden paikat merkattiin. Kannakkeet kiinnitettiin pulteilla kulmarautoihin ja kulmaraudat itsestäänporautuvilla ruuveilla kontin seinään. Kannakkeiden asentamisen jälkeen sopivan pituiset putket katkottiin odottamaan hitsausta. Kuvassa 11 on esitetty säiliöiltä lähtevät imulinjat.



KUVA 11. Säiliöiden imulinjat

Suunnittelussa otettiin huomioon putkistoon tulevat yhteen tyhjennyksille, paine-ero- ja lämpötilamittauksille sekä laippojen paikat. Tyhjennyksille ja mittauksille linjoihin lisättiin t-haarat.

Putkistoon tarvittiin kolme lämpötila-anturia. Kaksi tuli säiliöistä lähteviin imulinjoihin ja yksi putkeen ennen venttiilikoneikkoa. Ylimääräisiä lämpötila-antureita löytyi sopivasti muista poistuneista järjestelmistä energiantutkimuskeskuksessa. PI-kaavioihin ja laitelistaan tehtiin lopuksi muutokset.

Saattolämmityskaapelin asentaminen aloitettiin pumppukoneikolta lähtevään putkilinjaan kuvassa 12 esitetyllä tavalla. Ennen kaapelin asentamista tarkistettiin tiiveys laittamalla vettä kulkemaan putkilinjan läpi. Putkilinjasta löytyi yksi vuotokohta, joten kaapelin asentaminen piti jättää kesken, kunnes se hitsataan umpeen.



KUVA 12. Asennettu saattolämmityskaapeli

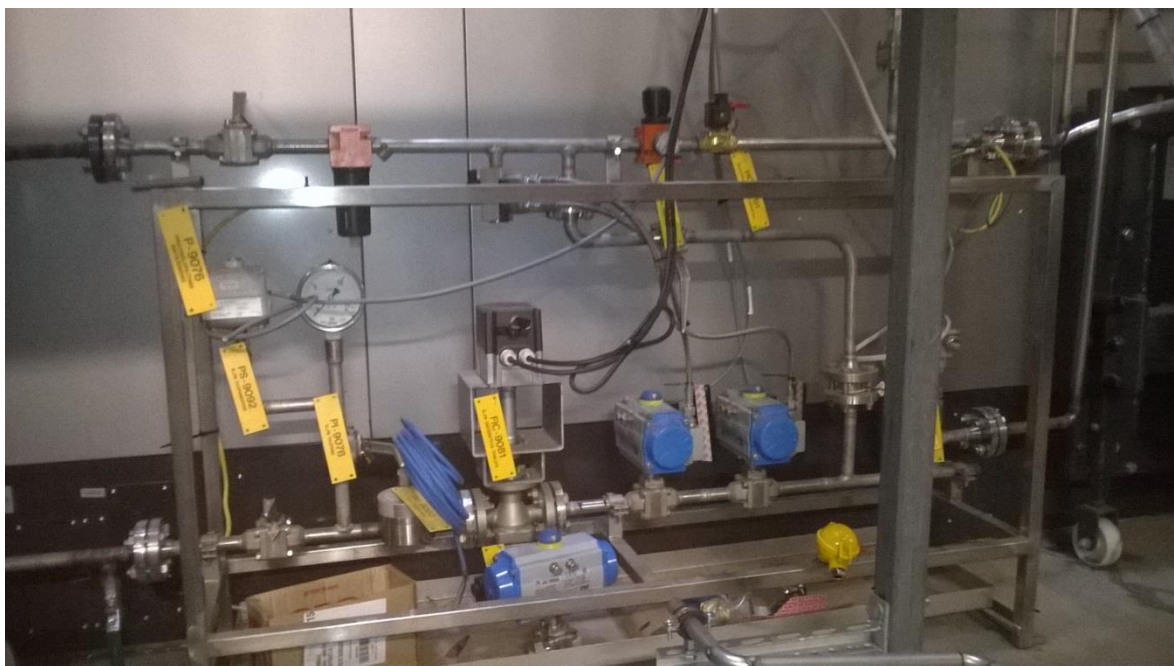
7.3 Kaapelivedot kenttälaitteille

Kaapelivetoja tehtiin poltinhjouskeskuksesta kenttälaitteille pyrolyysiöljykonttiin, pumppukoneikolle, venttiilikoneikolle ja polttimelle. Sähköalan harjoittelijat hoitivat pääasiassa kaapelien kytkemisen ja osan kaapelivedoista.

Harjoittelijat vetivät kaapelit sekoittimelle ja lämpötilälähettimelle kontin kylkeen. Läpiviennit kaapeleille porattiin hallin ja kontin seinien läpi.

Yksi kaapeliveto tehtiin lämmönvaihtimien ohjauskaapin ja poltinhjouskaapin välille. Pumppukoneikolle vedettiin kaapeli vain lämpötilälähettimelle.

Kuvassa 13 esitetylle venttiilikoneikolle vedettiin kaapelit pikasulkuventtiileille, painelähettimille, painekytkimelle ja säätöventtiilille. Lämpötilälähettimelle ja öljymäärämittarille ei vedetty kaapeleita, koska niille ei löytynyt poltintoimittajan tekemistä sähkökuvista paikkaa sähkökytkennöille. Riviliittimet luvattiin kuitenkin lisätä ja kytkeä ne kaapin sisälle, jolloin päästään kytkemään loput sähköistykset.



KUVA 13. Venttiilikoneikko kytkettynä

Kuvassa 14 esitetyn polttimen yläpuolelle rakennettiin kaapelihylly ennen kuin kaapeleita voitiin vetää. Hylly kiinnitettiin kierretangoilla roikkumaan hallin rakenteisiin ja tuettiin toisesta päästä isompaan kaapelihyllyyn. Tämän jälkeen kaapelit vedettiin pneumaattiselle sylinterille, liekinvalvojalle ja painekeytkimelle. Harjoittelijat tekivät loput kaapelivedot läppäventtiilille ja kipinäsytyttimelle.



KUVA 14. Pyrolyysiöljypoltin kytkettynä

7.4 Hankinnat

Tehtäviin kuului myös erilaisten osien hankinnat. Esimerkiksi laippojen ja palloventtiilien määrää seurattiin ja ilmoitettiin, jos jotain osia oli tilattava lisää. Kaikki putkenosat hankittiin LVI-Dahlilta.

Palamisilmapuhaltimen ja polttimen väliin hankittiin joustava putki, sillä poltinta on pystyttävä siirtämään. Joustava putki hankittiin LVI-Dahlilta.

Myös putkieristeiden hankinta kuului tehtäviin. Villaeristekourut tilattiin LVI-Dahlilta, mutta niitä ei asenneta ennen kuin putkilinjat on painekoestettu.

7.5 Kesken jääneet tehtävät

Pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän käyttöönotto jäi muutamilta osin kesken. Tärkeimpänä jatkossa olisi hoitaa putkistojen hitsaus loppuun ja takaisinkierrätyksien tekeminen valmiiksi. Yhtä tärkeitä on loppujen laitteiden kuten venttiilien ja lämpötila-antureiden asennukset. Tärkeitä töitä ovat myös loput sähköistykset, huohottimien asennus ja impulssiputkien virittäminen paine-erolähettimeen.

Vasta kun putkisto on saatu valmiiksi ja painekoestettu, voidaan asentaa saattolämmitykset ja eristykset paikalleen.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän käyttöönotto. Työssä keskityttiin itse käyttöönoton tehtäviin eli käytännön työhön kuten esimerkiksi asennuksiin, mutta myös suunnittelua oli paljon mukana.

Työn alussa oletettiin, että pyrolyysiöljypoltinjärjestelmä olisi valmis ja sitä päästäisiin testaamaan vielä tämän opinnäytetyön puitteissa, mutta toisin kävi. Käyttöönottoa viivästyttivät järjestelmään tehtävät lisäykset. Myös hitsaajan lähteminen kesken kaiken ja hitsaajan muut tehtävät energiantutkimuskeskuksessa viivästyttivät työn etenemistä.

Pyrolyysiöljypoltinjärjestelmälle tehty vaarojen arviointi viivästytti työtä sen takia, että kaikkia laitteita ei voitu asentaa tai tilata, ennenkuin tiedettiin pyrolyysiöljykontin tilaluokitus. Konttia ei luokiteltu ATEX-tilaksi eli räjähdysvaaralliseksi tilaksi, joten asennuksia pystyttiin jatkamaan normaalisti. Suurin osa todettujen riskien aiheuttamista lisäyksistä eivät olleet kiireellisiä.

Asiantuntijatarkastuksessa todetut puutteet aiheuttivat eniten viivästyä työn etenemiseen, koska tehtävät korjaukset olivat aika mittavia ja uusia laitteita ja osia jouduttiin hankkimaan kiireellisesti.

Viivästyksistä huolimatta pyrolyysiöljypoltinjärjestelmän käyttöönotto meni merkittävästi eteenpäin varsinkin pyrolyysiöljykontin ja kaapeloinnin osalta.

LÄHTEET

ENVIROBURNERS 2015, EBL-50PB - pyrolyysiöljypoltin manuaali

STARCK, J. 2016. Vaaranarviointi pyrolyysiöljypoltin-järjestelmälle ja öljyn säilytystilalle

VARMUUDEN VUOKSI 2015. [viitattu 2016-03-27]. Saatavissa:

http://www.varmuudenvuoksi.fi/aihe/huoltovarmuuden_toteutuksia/235/pyrolyysioljy_-_uusi_lisa_energian_omavaraisuuteen

MOTIVA 2014. [viitattu 2016-03-27]. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/muita_biopolttoaineita

GREEN FUEL NORDIC 2012. [viitattu 2016-03-27]. Saatavissa: <http://www.greenfuelnordic.fi/biooljy>

HAAPASAARI, T. 2015. Pyrolyysiöljyn käytettävyys ja tarvittavat oheisjärjestelmät pyrolyysiöljyn poltinpoltossa [viitattu 2016-05-16]. Saatavissa:

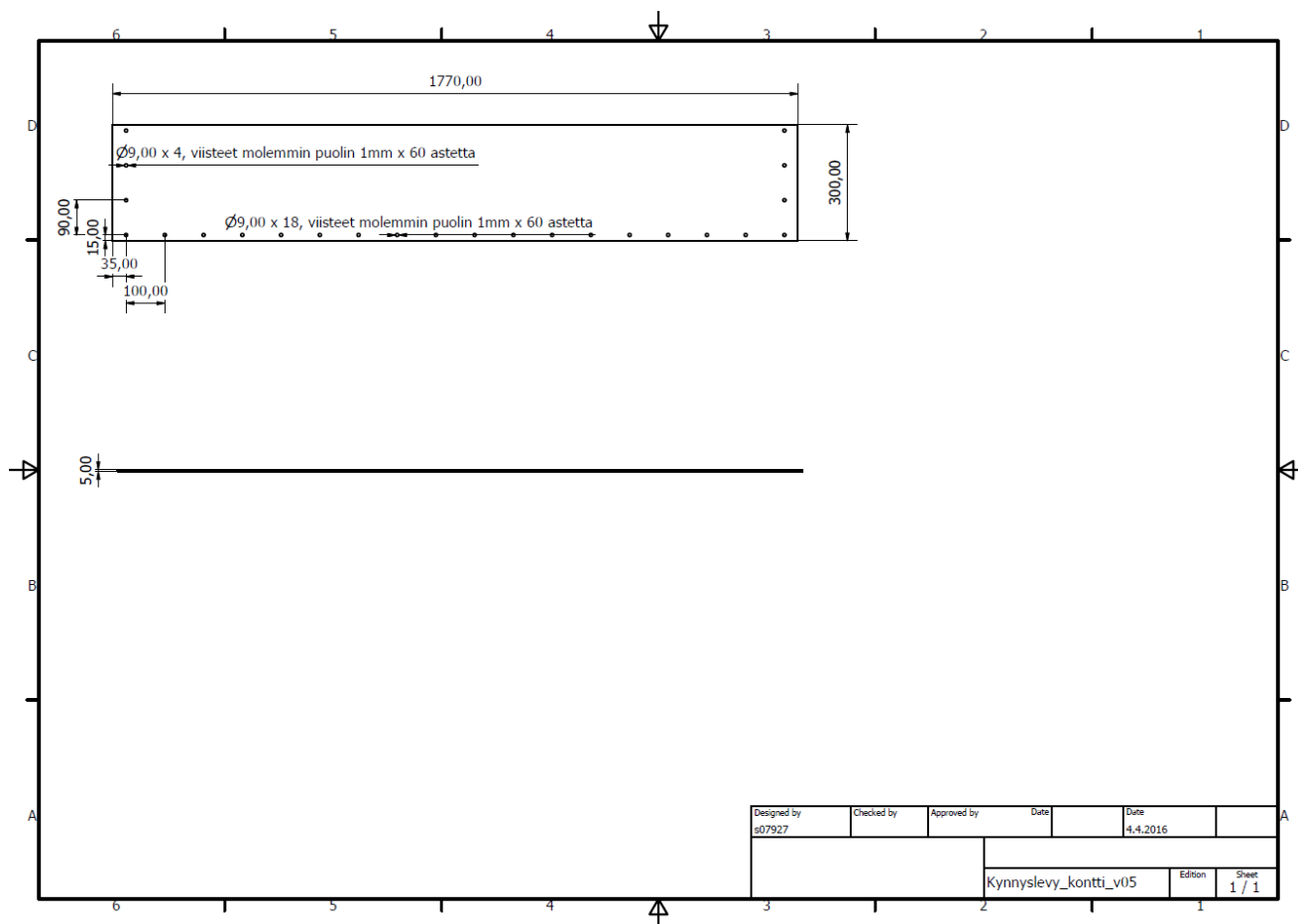
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103018/Haapasaari_Timo.pdf?sequence=1

SAVONIA 2015. Pyreus [viitattu 2016-05-30]. Saatavissa:

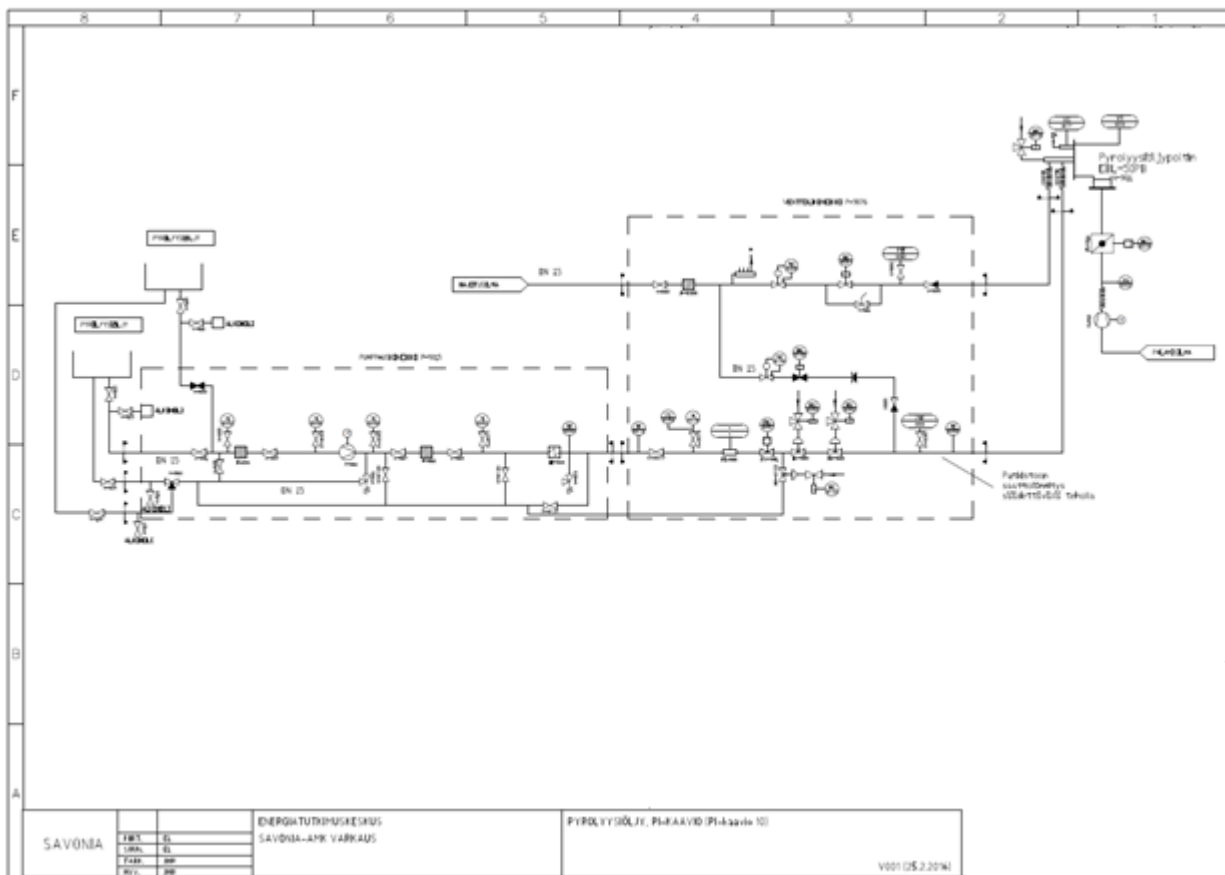
<https://uusiutuvaenergia.savonia.fi/hankkeet/pyreus>

ALIN, J. FORTUM, Asiantuntijakommentit 2016-04-13

LIITE 1: KYNNYSLEVY PYROLYYSIÖLJYKONTTIIN



LIITE 2: PI-KAAVIO PYROLYYSIÖLJYPOLTINJÄRJESTELMÄ



LIITE 3: PI-KAAVIO PYROLYYSIÖLJYKONTTI

