

ÖLJYPOLTTIMEN MODIFIOINTI BIOÖLJYKÄYTTÖÖN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Suunnittelupainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2009
Petri Palo

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

PALO, PETRI:

Öljypolttimen modifiointi bioöljykäyttöön

Mekatroniikan opinnäytetyö

27 sivua

Kevät 2009

TIIVISTELMÄ

Nykyaikaisessa maailmassa on tarvetta lisätä biopohjaisten polttoaineiden käyttöä. EU on asettanut suosituksia ja tavoitteita uusiutuvan energian lisäämisestä jäsenvaltioilleen, myös Suomelle. Nestemäiset bioöljyt ovat tulevaisuudessa yksi varteenotettava vaihtoehto tämän toteuttamisessa. Bioöljyjen käyttöä nykyaikaisissa energiantuotantolaitoksissa on tutkittu kuitenkin suhteellisen pienessä mittakaavassa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella Oilon Oy:lle valmiista raskasöljypolttimesta bioöljykäyttöön soveltuva versio lähinnä muokkaamalla alkuperäistä poltinta ja sen komponentteja. Työhön kuuluu polttimen 3D-mallinnus ja työkuvien suunnittelu.

Viime aikoina on tutkittu paljon pyrolyysiöljyn valmistamista puusta käyttämällä metsien hakkuutähteitä ja esimerkiksi sahoilta saatavaa sahanpurua. Pyrolyysiöljy on yksinkertaistettuna tislattua puuta, johon on tuotantovaiheessa sitoutunut vettä, ja siten sen lämpöarvo on noin puolet perinteisen mineraaliöljyn lämpöarvosta. Pyrolyysissä öljyyn muodostuu happoja, ja sen pH on yleensä noin 2...3.

Öljyn erilaisten ominaisuuksien takia polttolaitteisto pitää suunnitella uudestaan. Tärkein ero mineraaliöljyihin verrattuna on juuri happamuus. Kaikki virtaavan öljyn kanssa tekemisissä olevat komponentit on valmistettu haponkestävistä erikoisosista. Polttimessa käytetään myös pienempää painetta kuin normaalisti, jotta komponenttien ja siirtopumppujen käyttöikä saadaan pidennettyä. Sumutus suuttimella toteutetaan perinteisen paineöljyhajotuksen sijaan paineilmalla. Polttimen tehoa säättävä paluukierto on poistettu, ja säätö on toteutettu kuristamalla suoraan suuttimelle menevää virtausta.

Opinnäytetyön tuotoksena on polttimen PI-kaavio, valmis 3D-malli polttimesta sekä kokoonpanoon tarvittavat työpiirustukset. Työpiirustuksia ei tässä työssä kuitenkaan salassapidettävyyden vuoksi julkaista. Fossiilisten polttoaineiden käyttö vähentyy ja loppuu tulevaisuudessa kokonaan, joten bioöljysovellusten kehittämistarpeet energiamarkkinoilla tulevat kasvamaan jatkuvasti nopeutuvalla tahdilla.

Avainsanat: bioöljy, happamuus, paine

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

PALO, PETRI:

Modification of oil burner for bio oil application

Bachelor's Thesis in Mechatronics

27 pages

Spring 2009

ABSTRACT

In the modern world, there is demand to increase the consumption of fuels consisting of biomass. The EU has set recommendations and aims to increase the consumption of renewable energy in its member states. In the future, liquid bio oils are one considerable option to complete this challenge. However, the use of bio oils in modern energy production facilities has so far been studied relatively little.

The aim of this thesis is to modify a burner for bio oil application from a burner which is originally suitable for burning heavy oil. The bio oil burner is designed by modifying both the heavy oil burner and its components. The thesis includes a 3D modeling of the burner and the technical drawings. The work is commissioned by Oilon Oy.

Lately, there have been many researches on how to produce pyrolysis oil from wood by using the felling waste and sawdust from sawmills. Pyrolysis oil is simply distilled wood. During the stage of production it has absorbed water. Therefore, its heat value is about one half of the heat value of traditional mineral oil. The pyrolysis reaction forms acids and the pH of oil is usually around 2-3.

Because of the different characteristics of the oil, the combustion equipment must be designed again. The most important difference compared to mineral oils is acidity. Every component, where the oil flows through, must be manufactured of acid resisting steel. The pressure in the pipelines of the burner is also lower than normally. This way, the life of the components and the transferring pumps is longer. The atomizing of the oil is executed by using pressurised air instead of using a pressure jet burner. The return circulation, which usually adjusts the burner capacity, is removed and the adjustment is executed by choking the circulation straight to the nozzle.

As a result of the study, a PI diagram of the burner, a 3D model of the complete burner, and technical drawings required for the assembly. However, the technical drawings are not published in this thesis because the work is confidential. The usage of fossil fuels is decreasing and ends completely in the future. Therefore, the developing demands of bio oil applications in energy markets will continuously increase at a quickening pace.

Key words: bio oil, acidity, pressure

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Yritysesittely	1
1.2	Lähtökohdat	2
1.3	Työn tavoite	3
1.4	Tehtävän rajaus	3
2	BIOÖLJYT	4
2.1	Mitä on bioenergia?	4
2.2	Miksi bioenergia?	5
2.3	Pyrolyysiöljy	5
2.4	Mäntyöljy	8
3	ÖLJYPOLTIN	8
3.1	Perinteinen öljypoltin	9
3.2	Raskasöljypolttimen toiminta ja komponentit	11
3.3	Polttimen toiminta	12
4	BIOÖLJYN POLTON JA PERINTEISEN RASKAAN ÖLJYN POLTON EROT	13
4.1	Bioöljypolttimen suunnittelu	14
4.2	Polttimen toiminta	15
4.2.1	Selostus polttimen toiminnasta PI-kaavion avulla	15
4.2.2	Pumppausyksikön toiminta	17
4.3	Polttimen rakenne	19
4.3.1	Öljylanssi	19
4.3.2	Lanssin kiinnitys, sytytyskärjet ja sytytyskaasuputki	20
4.3.3	Määränsäätöventtiili	21
4.3.4	Venttiilit	22
4.4	Ohjauskeskukset	23
5	YHTEENVETO	25
5.1	3D-malli	25
5.2	Tulevaisuuden näkymät	26
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Oilon Oy:n toimialana on nestemäisten ja kaasumaisten aineiden polttoon liittyvien laitteiden sekä niiden apulaitteiden valmistus. Tuotteita ovat siis mm. öljy-, kaasu- ja yhdistelmäpolttimet tehoalueelle 12 - 63 000 kW, säätö- ja ohjausjärjestelmät, esilämmitys- ja pumppauskeskukset sekä nykyisin myös maalämpöpumput. Oma tuotekehitys on varmistanut henkilökunnan osaamisen tason kasvun ja tuotetarjonnan voimakkaan laajentumisen. Laatu politiikassaan yritys ottaa ennen kaikkea huomioon ympäristövaikutukset. Uuden tuotteen, sarjan, konstruktion, muutoksen, materiaalin, menetelmän yms. laadunvarmistus tehdään huolellisesti ennen käyttöönottoa. (Oilon 2009.)

Yhtiömuoto on yksityinen perheyhtiö, joka on perustettu vuonna 1961. Emoyhtiönä toimii Oilon International Oy. Oilonin Suomen yhtiöitä ovat Oilon Oy, Oilon Energy Oy, Oilon Home Oy ja Ecopower Technology Oy. Oilon Oy sijaitsee Lahdessa, jossa myös sijaitsevat konttori-, tuotanto- ja kehitystilat. Vuotuinen polttimien valmistusmäärä on 25000 vuodessa ja polttimia viedään yli 30 eri maahan. Oilon Energy Oy on keskittynyt erikoispolttimien myyntiin voimalaitoksiin ja teollisuuden erilaisiin prosesseihin. Energyn polttimet menevät pääasiassa vientitoimituksiin ja Oilon Home Oy toimittaa pienpolttimia ja lämpöpumppuja lähinnä omakotitalojen sekä pienkiinteistöjen tarpeisiin. Ecopower Technology Oy keskittyy paineistettujen polttosysteemien kehittämiseen ja lisäksi yrityksellä on myyntiyhtiöitä Saksassa, Puolassa, Venäjällä sekä Kiinassa, jossa on myös tuotantoyhtiö. Liikevaihto on noin 45 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä noin 280. (Oilon 2009.)

1.2 Lähtökohdat

Muun kuin biopohjaisen öljyn talokohtaisesta poltosta pyritään pääosin eroon viimeistään 2020-luvulla. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, 2008)

Vuonna 2005 uusiutuvien energialähteiden osuus loppukulutuksesta Suomessa oli 28 %. EU-komission ehdotus Suomea sitovasta tavoitteesta on, että Suomi nostaa uusiutuvien energialähteiden prosentuaalista osuutta 38 prosenttiyksikköön vuoteen 2020 mennessä. Vastaavat luvut koko EU-alueella ovat 8 % ja 20 %. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008.)

Suomi on myös allekirjoittanut kansainvälisen ilmastosopimuksen, jossa sitoudutaan vähentämään hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjä. Bioenergialla ja muilla uusiutuvilla energialähteillä on tavoitteiden saavuttamisessa olennainen merkitys. Hiilidioksidin ohella myös muita päästöjä, kuten esimerkiksi typen oksideita ja rikkipäästöjä, saadaan vähennettyä hyödyntämällä uusiutuvaa energiaa. (Biopolttoaineiden käyttö Suomessa 2009.)

Nykyaikaisessa nopeasti kehittyvässä maailmassa tarvitaan jatkuvasti uusia ja entistä ympäristöystävällisempiä energiaratkaisuja ja polttoaineita. Suomi on maailman johtavia maita uusiutuvien energialähteiden ja erityisesti bioenergian hyödyntämisessä. Bioöljyjen käytön laajentaminen on yksi mahdollisuus lisätä uusiutuvien energialähteiden osuutta energiantuotannossa. Vaikka itse bioöljyjä on valmistettu ja tutkittu jo pitkään, ei niiden polttomahdollisuuksia ole tarkasteltu tähän päivään mennessä vielä paljoakaan. Liikennekäytössä bioöljyjä on tälläkin hetkellä joissakin maissa jopa runsaasti, mutta laajemman suuruusluokan energiantuotannon sovelluksissa bioöljyjen käyttö on vasta alkutekijöissään. Sen vuoksi myös Oilon Oy haluaa olla mukana tutkimassa bioöljyn polttomahdollisuuksia ja siten rakentaa prototyyppi bioöljypolttoon soveltuvasta polttimesta.

1.3 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella modifioimalla perinteisestä raskasöljypolttimesta poltin, joka soveltuu ominaisuuksiltaan bioöljyjen, kuten esimerkiksi mäntyöljyn tai pyrolyysiöljyn polttoon. Opinnäytetyön tekoon sisältyy siten myös polttimen 3D-mallintaminen SolidWorksia käyttäen. Työhön sisältyy myös tutkielma biopohjaisten öljyjen ominaisuuksista sekä niiden tuotannosta ja käyttömahdollisuuksista.

Opinnäytetyön valmis tuotos on 3D-kokoonpanomalli valmiista polttimesta. Lisäksi kaikista uusista osista suunnitellaan työkuvat ja kokoonpanoista kokoonpanokuvat, joita ei kuitenkaan tässä työssä salassa pidettävyydestä johtuen julkaiseta. Poltin siis mallinnetaan ja työkuvat piirretään sillä tarkkuudella kokonaisuudessaan, että se saadaan tehtaalla kasattua. Tavoitteena on myös saada polttimen koeajon tulokset eli savukaasuanalyysi loppupäätelmien yhteyteen.

1.4 Tehtävän rajaus

Opinnäytetyössä käydään läpi polttimen suunnittelua tarkastellen lähinnä laitteen mekaniikkaa jättäen sähkö- ja automaatiikapuoli vähemmälle. Polttimen suunnittelun perustana PI-kaavio, jonka pohjalta suunnitellaan putkitukset ja venttiilien asetellut polttimen rungon yhteyteen. Alkuosassa käsitellään myös bioöljyä, lähinnä pyrolyysiöljyä sen tuotantoa sekä ominaisuuksia. Loppuosa on teknisempi osuus, jossa perehdytään varsinaiseen polttolaitteiston toimintaan mekaniikan ja hydrauliiikan näkökulmasta.

2 BIOÖLJYT

2.1 Mitä on bioenergia?

Bioenergiaksi kutsutaan energiantuotantoa, jossa käytetään eloperäisestä aineesta valmistettuja polttoaineita. Määritelmässä erityisesti poissuljetaan fossiiliset polttoaineet. Kasvit saavat bioenergiaa fotosynteesin avulla ja eläimet saavat sitä kasveja kuluttamalla. Orgaanista materiaalia, joka sisältää bioenergiaa, kutsutaan joskus biomassaksi. Tätä biomassaa voidaan hyödyntää monin eri tavoin kuten esimerkiksi yksinkertaisesti lämmitykseen puuta polttamalla tai niinkin monimutkaisesti kuin geneettisesti muuttamalla bakteereja luodakseen selluloosa etanolia. Koska lähes kaiken bioenergian voidaan laskea olevan peräisin auringonvalosta, on bioenergialla suuri etu uusiutuvana energianlähteenä. On kuitenkin tärkeää, että bioenergia valjastetaan käyttöön ympäristöä säästävässä muodossa. Tiettyä kasvia tai ainetta bioenergian tuotannossa kutsutaan raaka-aineeksi. Raaka-aineet yleensä muutetaan helpommin käytettävään muotoon, eli yleensä nestemäiseksi polttoaineeksi. (Bioenergy 2009.)

Nestemäiset biopolttoaineet ovat herättäneet paljon mielenkiintoa ja niihin on alettu investoimaan, koska niitä voidaan käyttää korvaus- tai lisäenergiana perinteiselle fossiilipohjaisille polttoaineille. Bioöljyjä voidaan käyttää nykyisissä polttoainjärjestelmissä ja moottoreissa niin, että niiden järjestelmiin tarvitsee tehdä korkeintaan pieniä muutoksia. Niitä käytetään sekä liikennekäytössä että lämmön- ja sähköntuotannossa. Monissa maissa hyödynnetään tälläkin hetkellä suuria määriä biopohjaisia polttoaineita, ja tulevaisuudessa niillä on potentiaalia laajentua käytettäväksi yhä enenevässä määrin. Kaksi yleisimmin käytettyä biopolttoainetta ovat etanoli ja biodiesel, mutta valikoima nestemäisiä polttoaineita laajentuu ja kehittyy jatkuvasti. (Bioenergy 2009.)

2.2 Miksi bioenergia?

Tärkein bioenergian käyttöperuste on, että hiilidioksidin nettopäästöt ovat käytännössä nolla käytettäessä uusiutuvia energianlähteitä. Bioenergian käyttö on myös kestävä kehityksen periaatteiden mukaista, energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt vähenevät ja samalla estetään ihmiskunnalle haitallista ilmanmuutosta. Biopohjaisten polttoaineiden käyttö lisää energiantuotannon kotimaista osuutta ja paikallisia mahdollisia energiaraaka-ainepotentiaaleja pystytään hyödyntämään. Myös työllisyys paranee ja uuden yritystoiminnan edellytykset kasvavat ja bioenergian käyttö edistää metsien hoitoa ja turvaa teollisuuspuun laadun myös tulevaisuudessa. (Biopolttoaineiden käyttö Suomessa 2009.)

2.3 Pyrolyysiöljy

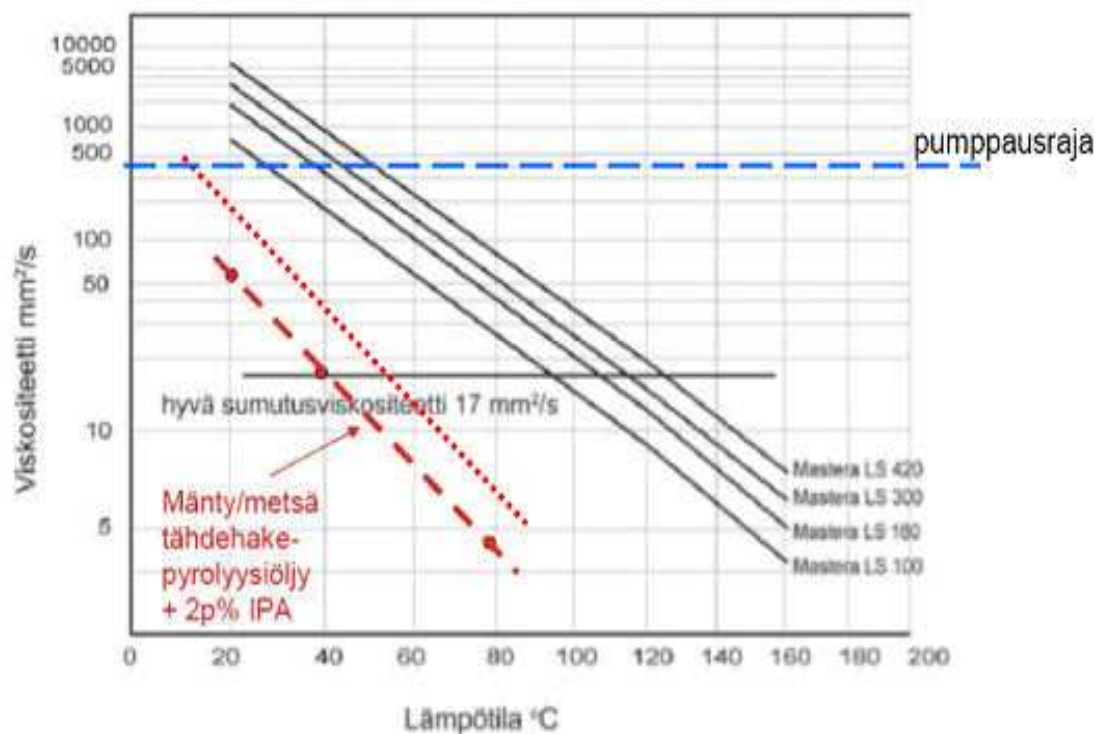
Pyrolyysiöljy on yksinkertaisesti nesteytettyä puuta. Puulajilla ei ole merkitystä, mutta helpointa ja halvinta on käyttää tähteitä – metsästä saadaan hakkuutähteitä ja sahoilta sahanpurua. Pyrolyysiöljyn lämpöarvo (14-18 MJ/kg kosteudesta riippuen) on noin puolet perinteisestä mineraaliöljystä, eli suurin piirtein samaa luokkaa kuin puupelleteillä. Se on tuotantokustannuksiltaan halvinta nestemäistä biopolttoainetta. (Metsäntutkimus 2006.)

Pyrolyysiöljy sisältää satoja kemiallisia yhdisteitä. Siinä ei juuri ole hiilivetyjä, vaan suurin osa yhdisteistä on orgaanisia happoja, aldehydejä, ketoneja, alkoholeja sekä estereitä. Öljyssä on myös fenolijohdannaisia, sokereita sekä muita erilaisia hiilihydraattien hajoamistuotteita. Lisäksi öljyssä on merkittävä osa (40-60%) raskaita molekyylejä. Öljy ei ole stabiili, vaan sen viskositeetti muuttuu ajan kuluessa. Öljy aiheuttaa korroosiota mm. hiiliteräkseen ja alumiiniin, mutta ei ruostumattomaan tai haponkestävään teräkseen. (Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia 2000.)

Biomassaa kuumennetaan pyrolyysissä hapettomassa tilassa nopeasti noin 500 celsiusasteeseen. Tämän seurauksena syntyy kaasuja, nestettä ja kiinteämpi hiilto-

jäännös. Suurin määrä nestejätettä saadaan, kun lämpötila on juuri noin 500°C ja käytetään nimenomaan nopeaa eli flash-pyrolyysiä. Viipymäaika reaktorissa on erittäin lyhyt, vain noin puolesta sekunnista muutamaan sekuntiin. Höyrystymisen jälkeen tuotteet jäädytetään mahdollisimman nopeasti. Parhaimmillaan nesteistä biopolttoainetta kuivasta biomassasta voidaan saada 70-75 paino-%. Muut tuotteet, kuten lauhtumattomat kaasut ja hiiltojäännös, käytetään yleensä pyrolyysiöljyn tuotantoprosessin energiaksi. (Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia 2000; Solantausta, McKeough, Sipilä 1997.)

Pyrolyysiöljyn viskositeetti on kevyen ja raskaan polttoöljyn välillä, ja sitä voidaan säädellä lisäämällä siihen alkoholia sekä lämmittämällä sitä. Öljy on myös suhteellisen hapanta siihen pyrolyysissä muodostuneiden yhdisteiden takia, sen pH on tuotantotavasta ja lähtöaineista riippuen 2...3. Polttosovelluksissa varastointilämpötilan on myös oltava korkeampi kuin pyrolyysiöljyn jäähmepiste, jotta öljy valuisi imukuummentimelle. Jäähmepiste on noin -35°C. (Toisen sukupolven pyrolyysin integroidut käyttöketjut 2008.)



KUVIO 1. Öljyjen viskositeettejä lämpötilan funktiona. (Toisen sukupolven pyrolyysin integroidut käyttöketjut 2008.)

TAULUKKO 1. Kevyen polttoöljyn ja biopolttoöljyn ominaisuuksien vertailua.

Kevyt polttoöljy	Biopolttoöljy
Tislautuvuus 180-360°C välillä	Ei tislaudu kokonaisuudessaan
Alkaaneja 70%	Ligniinin hajoamistuotteita
Aromaatteja 30%	Aldehydejä
Ei vettä	Vettä 20-25%
	Karboksylihappoja
	Hiilihydraatteja
	Ketoneja
	Fenoleja
	Alkoholeja
Ei kiintoaineita	Hiiltojäännöstä 1-3%
	Tuhkaa 0,1-0,2%
Hiili 86%	Hiili 40%
Vety 14%	Vety 8%
Happi 0%	Happi 52%
Stabiili ilmassa	Epästabiili ilmassa



KUVIO 2. Pyrolyysiöljy on väriltään mustaa ja tervan tapaista polttoainetta. (Toisen sukupolven pyrolyysin integroidut käyttöketjut 2008.)

2.4 Mäntyöljy

St1 toimittaa mäntypikeä, joka on jalostustuote sellutehtaan sivutuotteesta, raaka-mäntyöljystä. Sitä voidaan käyttää korvaamaan fossiilista raskasta polttoöljyä, ja se on uusiutuvaa, biohajoavaa ja vähärikkistä. Tällä hetkellä mäntypikeä käytetään esimerkiksi suurvoimaloissa ja paperitehtaissa. Tuotetta voidaan käyttää suoraan sellaisenaan, tai sitä voidaan sekoittaa kevyeen polttoöljyyn. (ST1 BFO 600 Mäntypiki)

TAULUKKO 2. Mäntyöljyn ominaisuuksia.

Ominaisuus	Tyypillinen arvo	Yksikkö
Rikki	0,30	p-%
Leimahduspiste	150	°C
Tiheys, 50°C	950	kg/m ³
Viskositeetti, 50°C	470	mPa/s
Happoluku	60	Mg KOH/g
Jähmepiste	15	°C
Vesi	0,10	p-%
Tuhka	0,30	p-%
Lämpöarvo (tehollinen)	38	MJ/kg
Typpipitoisuus	0,05	%

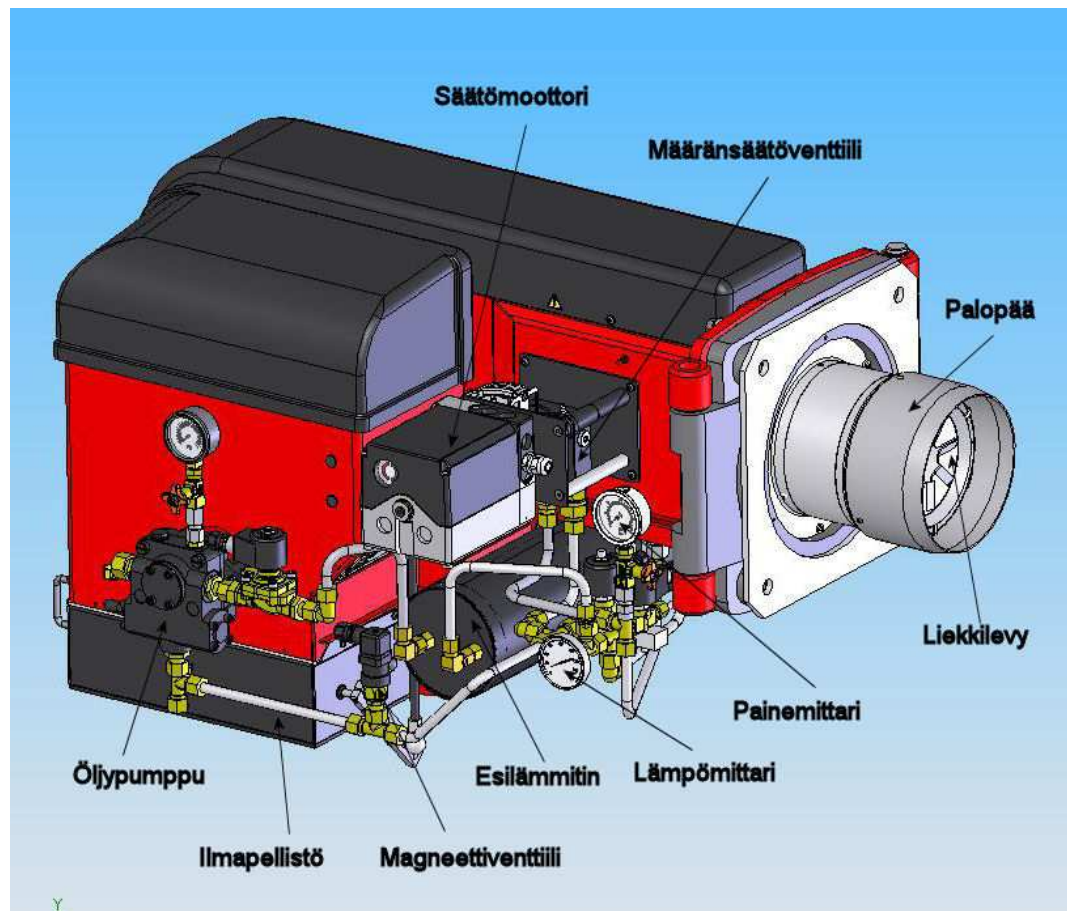
Mäntyöljyä ei Oilonin polttimella suunniteltu koeajattavaksi tämän opinnäytetyön aikataulun puitteissa. Mäntyöljy on kuitenkin tulevaisuutta ajatellen yksi varteenotettavimpia vaihtoehtoja bioenergian käytössä, ja sen käyttöönotto Oilonin polttimilla vaatii koeajoja sekä testausta.

3 ÖLJYPOLTIN

Perinteisesti öljyä poltetaan polttimella, jonka perustoimintaperiaate on suhteellisen yksinkertainen: paineistettu öljy sumutetaan palopäästä suuttimella tulipesään, joka sytytetään käyntijakson alussa sytytyskärjillä 10-15kV:n jännitteellä. Ras- kasöljypolttimessa öljy esilämmitetään, jotta saadaan sumutuksen kannalta oikea viskositeetti. Palamista tehostetaan ilmalla, jonka painetta korotetaan polttimessa olevalla puhallinpyörällä.

Vaikka laite perustoiminnoiltaan on yksinkertainen, kehitetään polttimiin nykyäänä jatkuvasti uudempaa ja kehittyneempää tekniikkaa liittyen mm. polttimen tehonsäätöön ja palamisen optimointiin. Tällöin palaminen saadaan puhtaammaksi ja typpioksidien sekä CO:n määrät vähentyvät savukaasuissa.

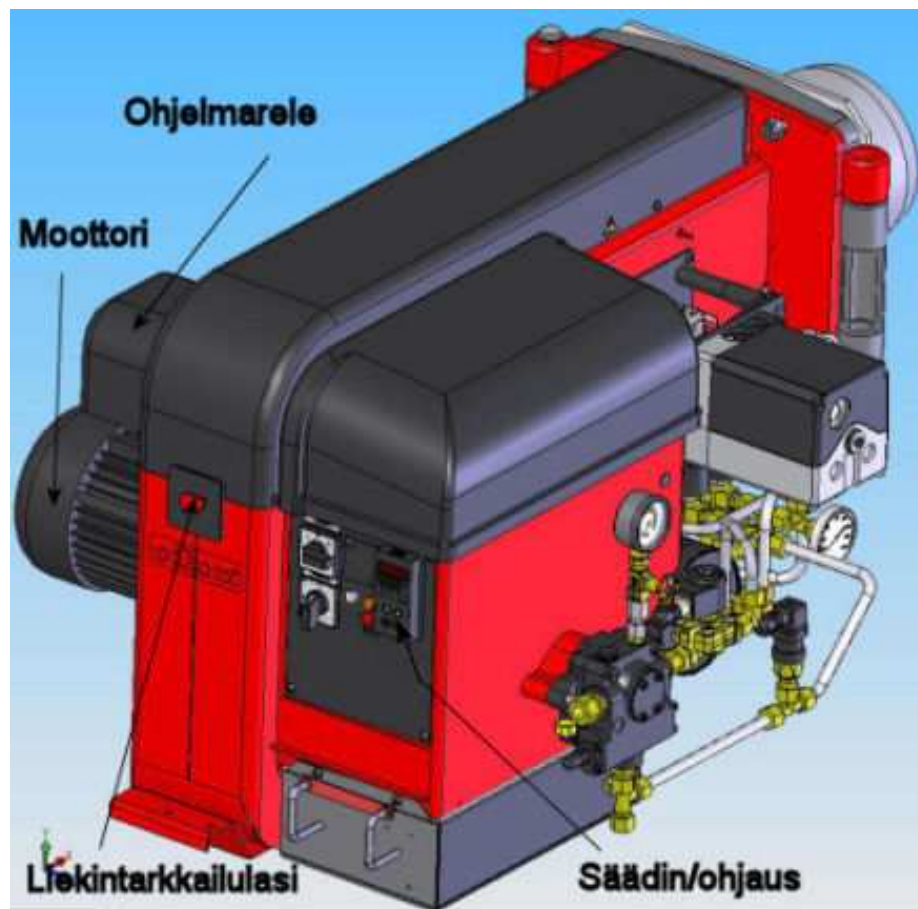
3.1 Perinteinen öljypoltin



KUVIO 3. SolidWorksillä mallinnettu Oilon RP-130 M moduloiva raskasöljypoltin. Tyypilliseseti tällaisen polttimen teho on 390-1370kW.

Ylläolevaan kuvaan on merkitty raskasöljypolttimen toiminnan kannalta olennaisimmat osat. Ensimmäisenä vasemmalla on paineenkorotuspumppu, joka korottaa öljyn paineen korkeammaksi aikaasaaden riittävän sumutuspaineen. Seuraavana on ilmapellistö, jonka avulla säädetään polttimelle menevää paloilman määrää. Tässä mallissa ilmapellistö on kytketty mekaanisesti metallivarrella säätömootto-

riin, joka säättää ilmamäärän halutun tehon mukaiseksi. Magneettiventtiileitä polttimen putkituksissa on useita sekä imu- että paluupuolella. Niillä säädellään öljyvirtauksia halutun mukaisiksi sekä ohjataan muun muassa suutinventtiiliä. Raskaanöljyn polttaminen ja hyvä sumutus vaativat öljyn viskositeetin pienentämistä, eli käytännössä tämä tarkoittaa lämmitystä. Siitä huolehtii esilämmitin, jonka teho on tässä polttimessa 6kW. Esilämmittimiltä vaadittava teho määritetään aina jokaiselle polttimelle erikseen poltettavan öljymäärän perusteella. Liekkilevy ohjaa paloilmian kierteiseen liikkeeseen palopäässä, jossa siihen sekoittuu myös sumutettu öljy. Öljy siis sumutetaan suuttimesta liekkilevyn keskireiästä. Suuttimen edessä sijaitsevat myös sytytyskärjet, joiden avulla öljyn palaminen saadaan käyntiin.



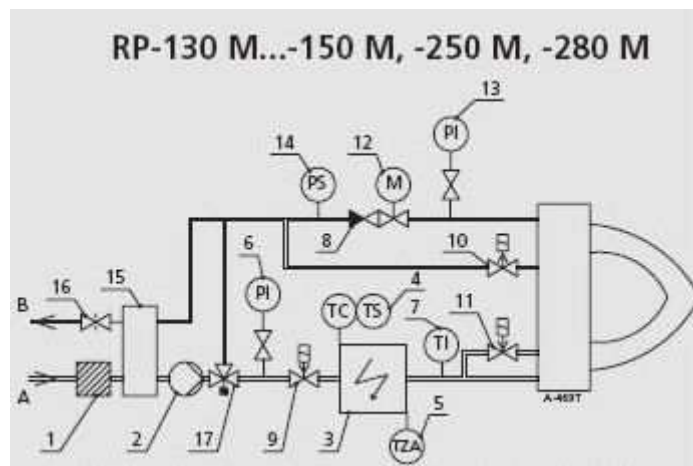
KUVIO 4. RP-130 M poltin toisesta kuvakulmasta.

Kuvassa vasemmalla on moottori, joka pyörittää puhallinpyörää, jolla nostetaan ilmanpaine palopäälle riittävän suureksi. Samalla akselilla polttimen toisella puolella on öljypumppu. Ohjelmarele suorittaa kaikki polttimen toimintavaiheet automaattisesti. Se tarkkailee antureilta tulevaa tietoa ja pysäyttää polttimen, jos on

tarve. Se ohjaa myös polttimen käynnistyksen eli esituuletusvaiheen ja sytytyksen, palamisvaiheen sekä hallitun pysäytyksen. Säätimeistä voidaan valita polttimen teho sekä säätää muita mahdollisia parametreja poltinmallista ja sen ominaisuuksista riippuen.

Raskasöljypoltin RP-130 M on siis pohjana bioöljykäyttöön sovelletun polttimen suunnittelussa. Tarkoituksena on rakentaa moduloiva poltin teholtaan n. 1MW.

3.2 Raskasöljypolttimen toiminta ja komponentit



KUVIO 5. Raskasöljypolttimen PI-kaavio.

Kuvaan on merkitty polttimen toiminnan kannalta olennaiset komponentit. Öljy syötetään öljyletkulla polttimelle vasemmalta linjasta A, ja ensimmäisenä se kulkee suodattimen (1) läpi. Suodattimen tehtävänä on poistaa öljystä siinä mahdollisesti olevat ylimääräiset kiintoaineet ja sakka. Seuraavana on kaasun/ilmanpoistin (15), joka poistaa öljystä ilman ja muut mahdolliset kaasut, jotta palaminen saataisiin mahdollisimman puhtaaksi. Tämän jälkeen on paineenkorotuspumppu (2), joka nostaa paineen suuttimelle riittävän sumutuksen aikaansaamiseksi. Yleensä noin 25-30bar. Seuraavaksi on paineensäätöventtiili (17), joka säätää suuttimelle menevän sumutuspaineen sopivaksi. Paineensäätöventtiilissä linja haarautuu, ja oikealle lähtee polttoon menevä öljy. Ylimääräinen öljy poistuu ylös paluulinjaan takaisin tankille. Komponentti numero 9 on magneettiventtiili (NC). Polttimen seisontajakson aikana tämä venttiili estää öljyn virtauksen suut-

timelle. Seuraavaksi öljy tulee esilämmittimelle (3). Kaikissa raskaan öljyn polttamiseen tarkoitetuissa polttimissa vaaditaan esilämmitin, jotta öljyn viskositeetti on riittävän pieni sumutuksen kannalta. Lämpötila on yleensä noin 100°C. Esilämmittimen yhteydessä on myös lämpötila-anturi (4), joka tarkkailee lämpötilaa esilämmittimen jälkeen. Jos lämpötila on liian alhainen, pysäyttää ohjelmarele polttimen. Esilämmittimen toimintaa valvoo myös ylärajatermostaatti (5), joka ei päästä esilämmittimen lämpötilaa nousemaan liian korkeaksi. Lisäksi ennen esilämmitintä on painemittari ja lämmittimen jälkeen on lämpömittari.

Öljyn paluulinjassa on ensimmäisenä painemittari (13) paluuvirtauksen paineen tarkkailuun. Tämän jälkeen tullaan määräsäätöventtiilille, joka kuristaa polttimen paluuvirtausta sääten siten poltettavaa öljymäärää eli toisinsanoen polttimen tehoa. Määräsäätöventtiilin jälkeen on yksinsuuntaventtiili, joka estää virtauksen takaisin päin. Seuraavana on painekeytkin, joka vahtii, ettei paine pääse nousemaan liian korkeaksi paluulinjassa. Palaava öljy kulkee myös kaasun/ilmanpoistimen (15) läpi. Viimeisenä komponenttina on palloventtiili (16), johon on porattu 1,5 millimetrin reikä. Tämän tarkoituksena on kuristaa öljyn virtausta. Öljy palaa tankkiin linjaa B pitkin. Komponentit 10 ja 11 ovat suutinventtiilin ohjauspiirin magneettiventtiileitä.

3.3 Polttimen toiminta

Kattilan termostaatti käynnistää polttimen toiminnan kattilan veden lämpötilan laskiessa riittävän alas. Öljypumppua sekä puhallinpyörää pyörittävä sähkömoottori käynnistyy. Esituuletusvaihe alkaa, ja tulipesä huuhdellaan siellä mahdollisesti olevasta palamattomasta öljystä tai kaasuista. Samalla öljypumppu kehittää paineputkeen paineen, jonka jälkeen magneettiventtiili avautuu ja öljy pääsee esilämmityspatruunan läpi suuttimelle, josta se sumuttuu tulipesään. Sumutettu öljy ja ilma sekoittuvat palopäässä keskenään, jolloin öljy myös palaa mahdollisimman täydellisesti. Ilma saatetaan pyörimisliikkeeseen palopäässä liekkilevyn avulla ja öljy suuttimen avulla. Öljyn pyörimisliike on päinvastainen kuin ilman, jolloin ne saadaan sekoittumaan mahdollisimman hyvin keskenään. (Kattila ja poltin 2009.)

Tulipesään sumutettu öljy sytytetään sytytysmuuntajan kautta tulevalla korkeajännitteisellä sähkövirralla, jolloin sytytyskärkien väliin muodostuu valokaari. Liekin syttymistä valvoo liekkivahti, joka on yleensä valokenno, infrapunakenno tai ultravioletianturi riippuen poltettavan öljyn tai kaasun liekin tyypistä. Jos liekkivahti ei havaitse liekkiä, ohjelmareleen automatiikka pysäyttää polttimen, ettei tulipesään pääse ylimääräistä ja palamatonta öljyä tai kaasua. Poltin menee tällöin häiriöön, josta automatiikka antaa myös ilmoituksen. Häiriön syy tutkitaan ennen seuraavaa käynnistysyritystä. (Kattila ja poltin 2009.)

4 BIOÖLJYN POLTON JA PERINTEISEN RASKAAN ÖLJYN POLTON EROT

Pääongelmana bioöljyn polttamisessa on sen aggressiivisuus eli happamuus. Esimerkiksi polttokokeissa käytettävän VTT:ltä saatavan pyrolyysiöljyn pH on noin 2-3. Kaikkien komponenttien, jotka ovat tekemisissä virtaavan öljyn kanssa, kuten esimerkiksi venttiilit, liittimet ja mittarit, pitää olla haponkestäviä erikoisosia. Suurena erona on myös paineenkorotuspumpun puuttuminen bioöljypolttimesta. Normaalisti polttimessa öljyn sumutus tapahtuu paineistetun öljyn avulla, jonka paine on nostettu putkistossa raskaalla öljyllä 25...30bar ja kevyellä öljyllä 20...25bariin. Bioöljypolttimessa paineena on 3.5...5bar, jonka tarkoituksena on pidentää lähinnä öljyn siirtopumpun, määränsäätöventtiilin ja muiden toiminnallisten komponenttien käyttöikä. Varsinainen sumutus suuttimella toteutetaan paineilmalla, joka sekoitetaan suuttimella öljyyn. Tällaista sumutusta kutsutaan paineilmahajoitteiseksi, ja sitä sovelletaan mm. poltettaessa öljyjä, joiden viskositeetti on erityisen korkea.

Vastaavanlaista vapaakiertoa polttimen suuttimelta tankille ei myöskään voida toteuttaa, koska esilämmittimellä kerran lämmitettyä öljyä ei saa kierrättää takaisin säiliöön. Jos öljy kuumennetaan sumutuslämpötilaan ja palautetaan takaisin säiliöön, ei säiliössä oleva öljy pysy enää homogeenisena, vaan säiliössä alkaa

tapahtua faasien erottumista. Tällöin öljyä uudelleen pumpattaessa tulee ongelmia. Lisäksi pyrolyysiöljy jähmettyy helposti putkistoihin ja toimilaitteisiin. Tämän takia putkitukset ja muut komponentit tulee varustaa saattolämmityksellä, joka on putkituksien ympärille kiedottavaa sähkölämmitteistä vastusnauhaa.

Varsinkin pyrolyysiöljy syttyy huonosti, joten poltin käynnistetään sytytyskaasulla, johon tässä tapauksessa suunniteltiin käytettäväksi tavallista nestekaasua. Eli esituuletusvaiheen jälkeen sytytyskärjet sytyttävät nestekaasun, joka palaa n. 10 sekuntia. Tämän jälkeen pääventtiilit avautuvat, jolloin nestekaasun avulla syttyy varsinainen polttoaine.

4.1 Bioöljypolttimen suunnittelu

Oilonilla 3D-mallinnetut polttimet koostuvat useista alikokoonpanoista, ns. moduuleista. Esimerkiksi raskasöljypoltin RP-130 M koostuu seuraavista moduleista: runko, palopää, säätöyksikkö, esilämmitin, ilmapellistö, suutinventtiili, öljypumppu, magneettiventtiili, puhallinpyörä ja varustelu. Lisäksi pääosin sähköisistä komponenteista koostuvia moduuleita ovat esilämmitinpohja, sähköpohja ja säädin.

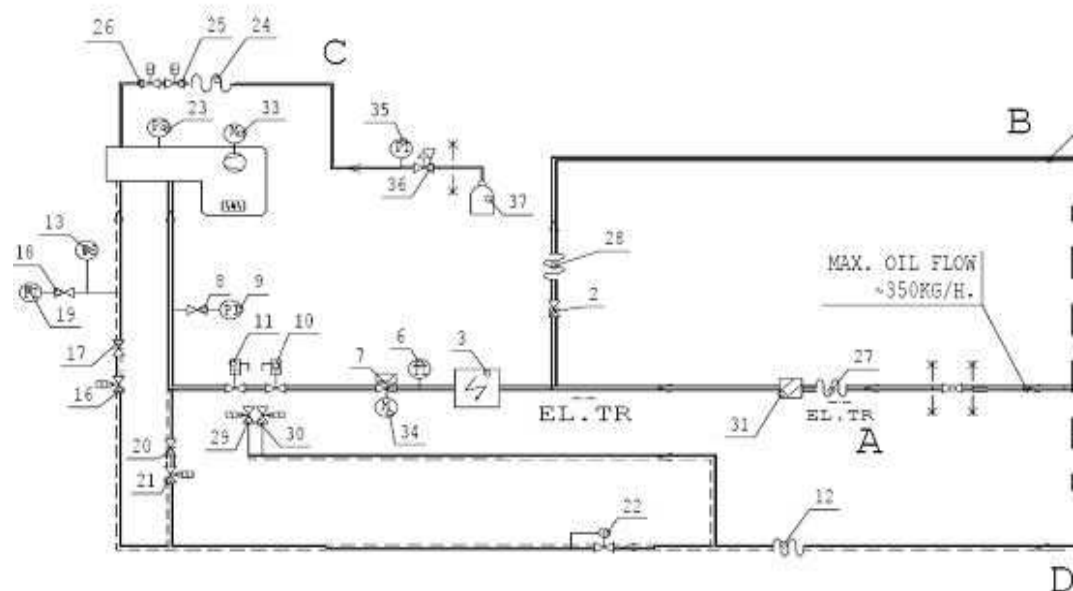
Polttimen suunnittelu aloitettiin tekemällä uutta kokoonpanoa vastaavan tehoista Oilon raskasöljypoltinta mukaillen. Polttimen suunnittelu ja mallinnus aloitetaan rungosta, joten se otettiin pohjaksi kokoonpanoon. Koska pääkomponentit ja perustoimintaperiaate bioöljypolttimessa ovat lähes samat kuin raskasöljypolttimessa, voitiin puhallinpyörä- ja ilmapellistömodulit liittää suoraan kokoonpanoon ilman muutoksia.

Seuraavaksi tehtiin esilämmittimen moduulikokoonpano, johon tehtiin muutoksia mm. putkituksiin. Itse esilämmitin vaihdettiin ABS-esilämmittimeen, joka on haponkestävää ja käytössä muissakin erikoisemmissä poltinsovelluksissa. Myös kaikki putkiliittimet vaihdettiin haponkestäviin versioihin.

Säätöyksikkömoduuli rakennettiin uusiksi, koska sen putkitukset ja öljymääräsäädin poikkesivat merkittävästi RP-130 M-polttimesta. Palopäässä ei muuttunut juurikaan muu kuin liekkilevyn keskireiän koko. Paineilmahajotteisen polttimen suutin on suurempi kuin paineöljyhajotteisen, joten liekkilevyn reiän halkaisijaa jouduttiin kasvattamaan. Suutinventtiilimoduuli korvattiin öljylanssilla, joka on käytössä yleisesti paineilmahajotteisissa polttimissa. Sen toiminta ja rakenne on tarkemmin kuvattu luvussa 4.3.1. Öljypumppumoduuli jätettiin kokonaan pois, koska paineenkorotuspumppua ei tässä sovelluksessa käytetty. Magneettiventtiilit sijoitettiin tätä poltinta varten suunniteltuun venttiiliryhmään, johon on mallinnettu myös öljy- ja hajotusilmaputkitukset. Sähkömoduulit jäivät mekaanisesta suunnittelusta kokonaan pois, koska polttimen ja pumppauskeskuksen ohjaukset sijoitettiin erillisiin ohjauskeskuksiin.

4.2 Polttimen toiminta

4.2.1 Selostus polttimen toiminnasta PI-kaavion avulla



A	Öljy polttimelle	lämpötila 100...120°C, paine 3...5bar
B	Öljy tankkiin	
C	Sytetykskaasu	7.5s, paine 70...150mbar, teho ~20kW
D	Paineilma	paine >6...10bar, 5...8% öljyn määrästä (kg/h), kuivataan

KUVIO 6. Bioöljypolttimen PI-kaavio.

Seuraavassa on selvitetty polttimen toimintaperiaate PI-kaavion sekä tärkeimpien toiminnallisten komponenttien avulla (Kuvio 6).

Öljy syötetään polttimelle linjasta A haponkestävää öljyletkua (27) pitkin. Se tulee suodattimelle (31), joka on myös valmistettu haponkestävästä materiaalista. Ennen esilämmitintä (3) öljyputki haarautuu linjaan B, joka menee takaisin tankille letkua (28) pitkin. Paluulinjassa on kuristus, joka toteutetaan poratulla haponkestävällä palloventtiilillä (2). Venttiiliin on porattu 1,5 millimetrin reikä, jolloin öljyn virtaus rajoittuu 150 kilogrammaan tunnissa. Esilämmitin (3), joka on valmistettu kokonaisuudessaan haponkestävästä materiaalista, nostaa suuttimelle menevän öljyn lämpötilan noin 120 asteeseen. Esilämmittimen lämpötila pidetään vakiona rajoitintermostaattilla.

Esilämmityksen jälkeen polttoaine menee määräsäätöventtiiliin (7), joka kuristaa öljyn virtausta tehontarpeen mukaan. Servomoottori (34) ohjaa ja käyttää venttiiliä. Tässä polttimessa säätö toteutettiin sijoittamalla öljymääräsäädin öljyn imulinjaan, kun normaalisti säädin on paluulinjassa, jolloin säätö tapahtuu palaavaa öljyvirtausta kuristamalla. Tämän komponentin pääosat (runko, annosteluakseli, etulaippa), jotka ovat tekemisissä virtaavan öljyn kanssa, valmistettiin haponkestävästä teräksestä. Sama moottori on mekaanisesti kytketty säätösauvalla polttimen ilmapelteihin, jotka säätyvät myös tehontarpeen mukaan. Ennen määräsäätöventtiiliä on myös lämpömittari suuttimelle menevän öljyn lämpötilan tarkkailuun. Määräsäätöventtiilin jälkeen ovat pilottiohjatut vinoistukkaventtiilit, jotka toimivat polttimen pääventtiileinä (10,11), ja joita on turvallisuusmääräyksistä johtuen kaksi kappaletta peräkkäin. Pääventtiileitä käytetään ohjausmagneettiventtiileillä (29,30). Pääventtiilien jälkeen linjassa on myös mittariventtiili (8) ja painemittari (9), joiden avulla tarkkaillaan painetta imulinjassa.

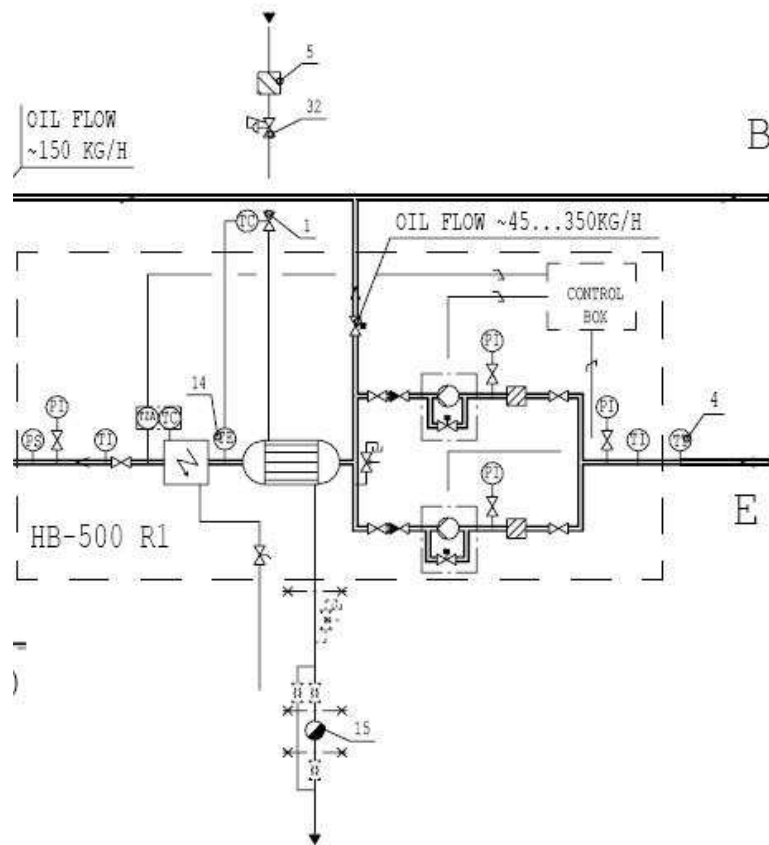
Polttimen tarvitsema paineilma sumutusta varten tuodaan linjasta D letkua (12) pitkin. Ilmalinja haarautuu ohjausmagneettiventtiileille (29,30) ja paineensäätöventtiilille (22), jolla saadaan painetta alennettua sopivaksi palamisen kannalta, ja joka säädetään polttimen koeajon perusteella. Seuraavaksi ilmalinja haarautuu

magneettiventtiileille (16,21). Venttiilin 16 kautta, joka on auki polttimen käydessä normaalisti, johdetaan polttimen tarvitsema hajotusilma neulaventtiilin (17) läpi. Neulaventtiilillä voidaan säätää hajotusilman määrää. Ennen suutinta linjaan on vielä kytketty painekeytkin (13), joka vahtii, ettei sumutusilman paine pääse laskemaan liian alas. Komponentit 18 ja 19 ovat mittariventtiili ja painemittari, jonka avulla tarkkaillaan painetta. Toisen haaran avulla puhdistetaan öljyvirtauslinja lanssille. Siinä on magneettiventtiili (21), joka on kiinni polttimen käydessä. Polttimen pysähtyessä ja siirtyessä seisontajaksolle, puhalletaan tämän venttiilin läpi ilmaa suuttimelle, jolloin imulinja puhdistuu. Linja puhalletaan tyhjäksi, jottei sinne muutoin jäävä öljy jähmettyisi putkistoon ja siten tukkisi sitä seisontajakson aikana. Puhdistusliitäntä on sijoitettu mahdollisimman lähelle pääventtiileitä 10 ja 11. Linjassa on myös neulaventtiili (17), jonka avulla säädetään ilmamäärää.

Lisäksi polttimessa on paine-erokytkin (23), joka tarkkailee polttimen puhallinpyörän tuottamaa painetta. Sähkömoottori (33) pyörittää puhallinpyörää, joka paineistaa polttimen tarvitseman paloilman. Sytytyskaasu, jolla varsinainen polttoaine sytytetään, tuodaan polttimelle linjasta C kaasuletkun (24) läpi magneettiventtiileille (25,26). Myös näitä venttiileitä on kaksi peräkkäin turvallisuusmääräyksistä johtuen. Tässä polttimessa käytetään sytytyskaasuna tavallista nestekaasua, joka saadaan pullosta (37). Kaasupulloon on asennettu paineensäädin (36), jolla säädetään sopiva paine, tässä tapauksessa paineena käytetään 50...150mbar. Varusteisiin kuuluu myös painemittari (35).

4.2.2 Pumppausyksikön toiminta

Polttimet tarvitsevat yleensä varsinkin isommissa sovelluksissa erillisen siirtoyksikön eli pumppauskeskuksen. Keskuksessa on kaksi pumppua ja lämmönsiirtimet, jotka lämmittävät jo etukäteen polttimelle menevää öljyä. Keskuksen koko eli pumput ja tarvittava lämmitysteho mitoitetaan polttimen tehon eli siis virtaavan öljymäärän mukaan. Tässä sovelluksessa käytetään keskus HB-500 R1.



KUVIO 7. Pumppauskeskuksen HB-500 R1 PI-kaavio.

Seuraavassa on selvitetty pumppauskeskuksen toiminta PI-kaavion sekä tärkeimpien toiminnallisten komponenttien avulla (Kuvio 7).

Öljy johdetaan tankilta pumppauskeskukseen linjaa E pitkin. Linjassa on paine- ja lämpömittarit tulevan öljyn tarkkailua varten. Linja haarautuu kahdelle eri pumpulle suodattimien läpi, ja suodattimien ja pumppujen välissä on vielä painemittarit syöttöpaineen tarkkailuun. Pumppujen jälkeen on vielä yksisuunta-venttiilit, jotka estävät öljyn virtauksen toiseen suuntaan, minkä jälkeen linjat yhdistyvät. Ylimääräinen öljy virtaa paluulinjaan B, joka on yhteydessä myös polttimelta tulevaan paluulinjaan. Normaalisti tähän linjaan on sijoitettu ylivirtausventtiili, mutta tässä sovelluksessa ylivirtausventtiili on korvattu paineensäätöventtiilillä (2...10bar), koska polttimessa ei ole paineenkorotuspumppua, jolloin polttimen tarvitsema paineensäätö suoritetaan jo pumppauskeskuksella painehäviöt putkituksissa ja muissa komponenteissa huomioiden (käytännössä koeajon avulla).

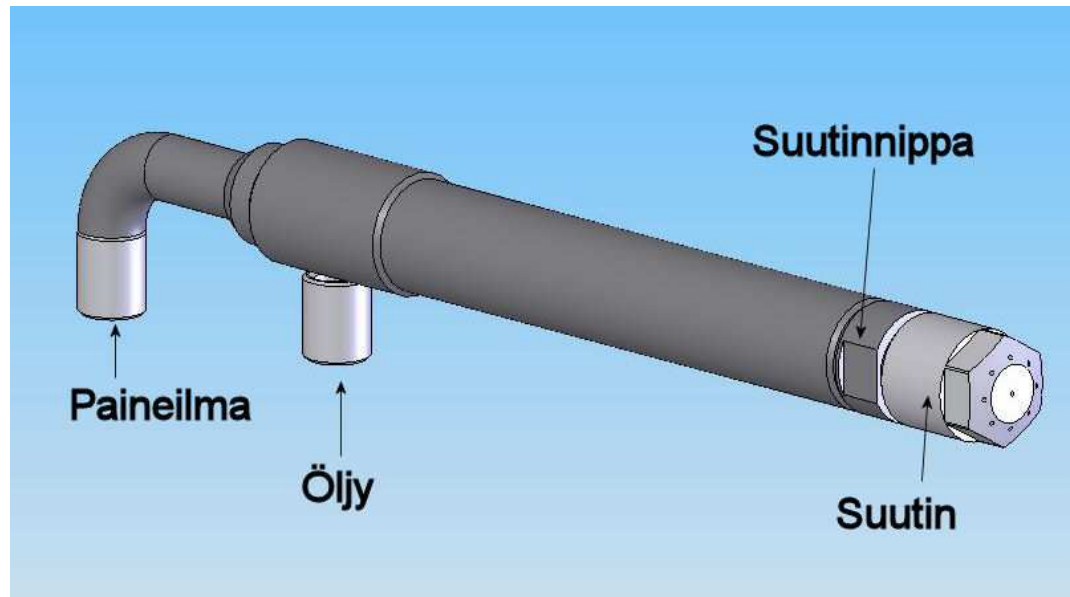
Polttimelle menevä öljy johdetaan seuraavaksi levylämmönsiirtimelle ja sähköisen esilämmittimen läpi polttimen imulinjaan. Levylämmönsiirtimelle johdetaan kuumaa vettä tai höyryä suodattimen (5) ja venttiilin (32) läpi, jolloin öljy lämpenee. Lämmittimien jälkeen linjassa on vielä painemittarit ja lämpömittarit virtaavan öljyn tarkkailuun.

Pumppauskeskus on myös valmistettu haponkestävästä teräksestä ja komponenteista. Pumput ovat tässä sovelluksessa tavallisia ruuvipumppuja, joiden kestävyys pyrolyysiöljykäytössä selviää koeajojen aikana. Erikoispumppuja ei prototyyppiä varten hankittu saatavuussyistä johtuen. Keskuksen sähköinen ohjaus on toteutettu omalla ohjauskeskuksella.

4.3 Polttimen rakenne

4.3.1 Öljylanssi

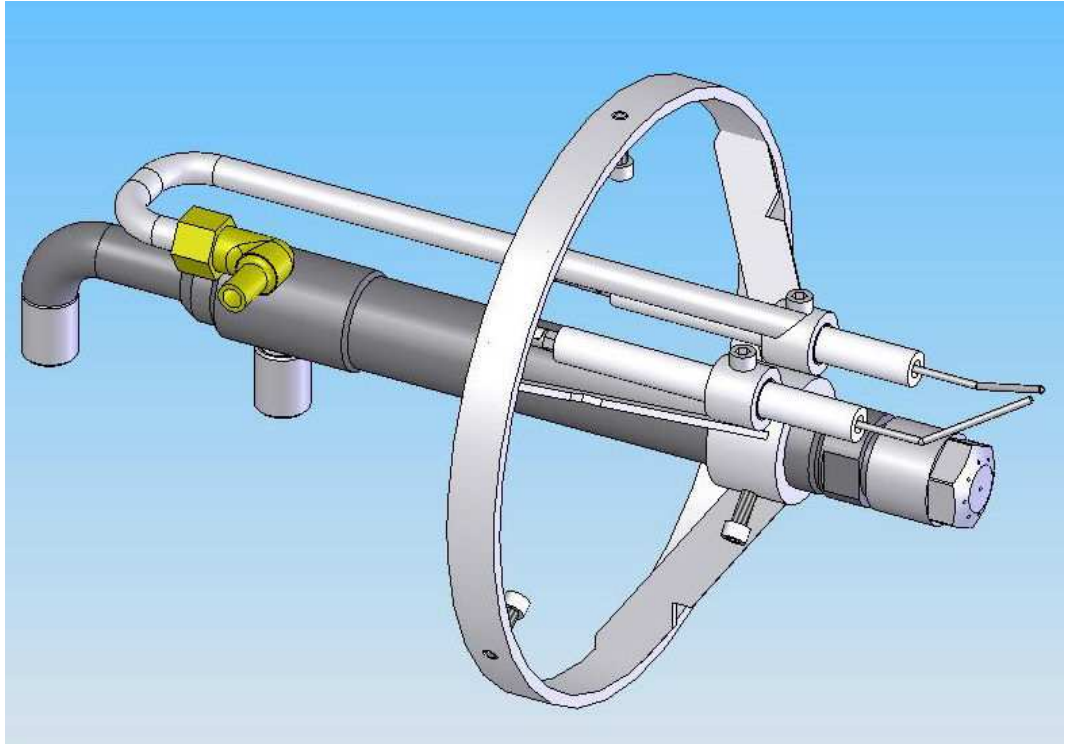
Koska polttimessa on pienempi paine suuttimella kuin perinteisessä raskasöljypolttimessa, käytettiin tavallisen suutinventtiilin ja suuttimen sijaan öljylanssia. Lanssin perästä syötetään hajotusaineena toimiva ilma ja toisesta putkesta poltettava öljy. Lanssin päässä on erikoissuutin, jossa ilma ja polttoaine sekoittuvat, minkä jälkeen ne sumutetaan suuttimesta tulipesään. Lanssi on valmistettu haponkestävästä teräksestä hitsaamalla putkiosat, muhvit ja suutinnippa kasaan. Suutin on G1-kokoisella kierteellä kiinni suutinnipassa. Koko lanssin pituus suutin mukaan lukien on tässä tapauksessa 400mm. Lanssi mitoitetaan tämäntyypisissä polttimissa aina polttimen koon, eli toisin sanoen myös tehon mukaan. Tässä polttimessa käytettiin lanssin minimipituutta, ja suuremmissa poltinsovelluksissa se voi olla jopa yli metrin mittainen.



KUVIO 8. Öljylanssi.

4.3.2 Lanssin kiinnitys, sytytyskärjet ja sytytyskaasuputki

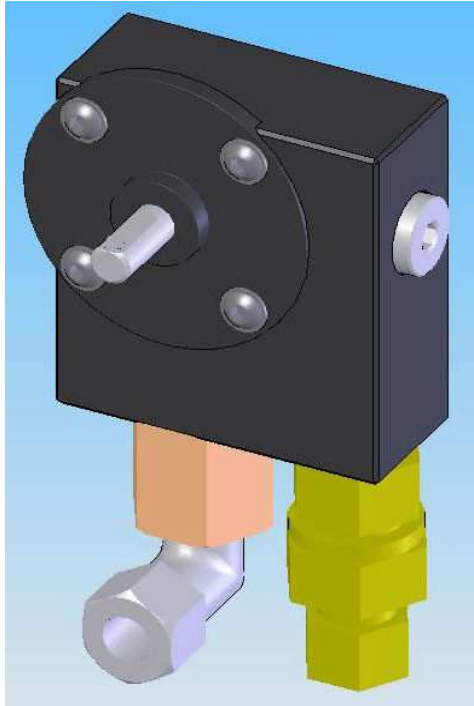
Lanssin kiinnitystä varten suunniteltiin polttimen runkoon palopään takapuolelle sijoitettavaksi ohjain, joka keskittää lanssin ja suuttimen polttimen rungon ja palopään keskelle. Ohjain kiristetään runkoon kuusiokoloruuveilla syvennykseen, joka on koneistettu runkoon ohjainta varten. Samaan ohjaimen suunniteltiin myös hitsattavaksi pidikkeet sytytyskärjille. Myös kärjet kiristetään ohjaimen kuusiokoloruuvilla, ja niiden etäisyyttä suuttimen etureunasta voidaan helposti siten säätää. Ohjain valmistettiin lattaraudasta sekä putkikomponenteista, ja materiaalina käytettiin tavallista terästä S235JRG2. Samaan kokoonpanoon on mallinnettu myös sytytyskaasuputki, joka todellisuudessa kiinnitetään polttimen runkoon.



KUVIO 9. Öljylanssi ja sen ohjain.

4.3.3 Määränsäätöventtiili

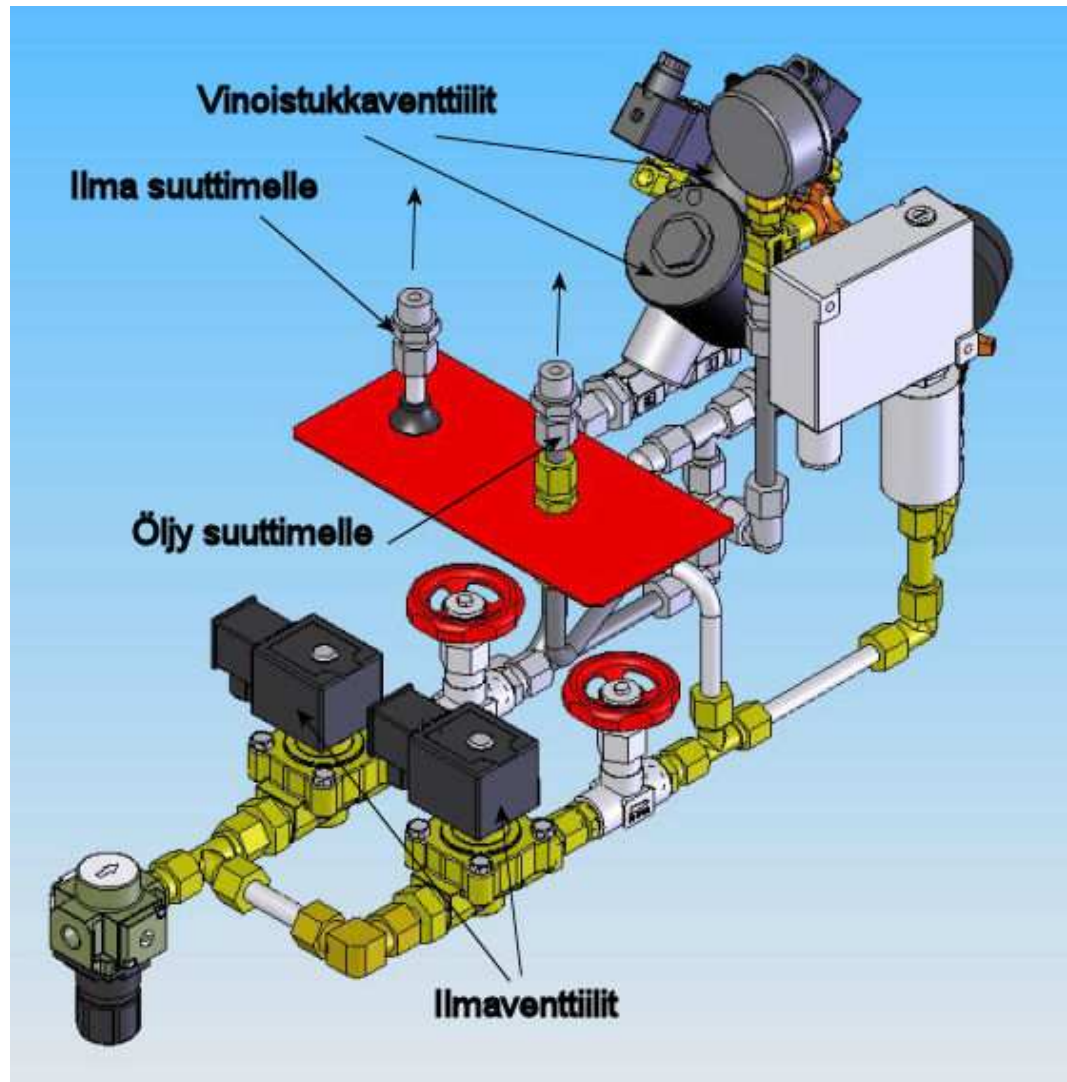
Määränsäätöventtiili on polttimen toiminnan kannalta yksi olennaisimpia komponentteja. Normaalisti raskasöljypolttimessa sillä kuristetaan paluukiertoa suuttimelta, jolloin polttimen tehoa saadaan säädettyä. Bioöljypolttimessa on vastaavanlainen haponkestävästä teräksestä valmistettu venttiili. Koska bioöljyä ei voida kierrättää takaisin tankille, joudutaan kuristamaan suuttimelle menevää virtausta. Kun raskasöljypolttimessa venttiili on auki, poltin käy minimiteholla. Bioöljypolttimessa taas venttiilin ollessa auki poltin käy maksimiteholla. Kuvassa keskellä laippaa näkyvässä annosteluakselissa on venttiilin sisällä ura, joka on koneistettu epäkeskeisesti akseliin. Uran koko vaihtelee polttimen tehon mukaisesti. Tätä poltinta varten jouduttiin koneistamaan erilainen annosteluakseli säädön erilaisuuden vuoksi. Koska säätö toimii päinvastoin kuin raskasöljypolttimessa, pitää annosteluakselin koneistettava ura koneistaa peilikuvana akseliin ikään kuin toiselle puolelle. Koeajoa varten jouduttiin myös tilaamaan alihankkijalta useita eri annosteluakseleita eri kokoisilla urilla, jotta poltin saadaan käymään parhaalla mahdollisella tavalla.



KUVIO 10. Määränsäätöventtiili.

4.3.4 Venttiilit

Polttimen suhteellisen pienen koon vuoksi oli hankalaa saada sovitettua kaikki tarvittavat venttiilit ja muut putkistokomponentit polttimen välittömään läheisyyteen. Ratkaisuksi suunniteltiin kuvan mukainen venttiiliryhmä, joka kiinnitetään läpivientilevystä polttimen eturungon alaosaan kiinni. Vinoistukkaventtiilit toimivat polttimen pääöljyventtiileinä, jotka avautuvat polttimen käynnistyessä. Turvallisuusmääräysten vuoksi niitä on asennettava kaksi peräkkäin. Venttiilien ja muiden komponenttien asennus polttimeen suunniteltiin myös helpoksi huollettavuuden kannalta. Koko ryhmä irtoaa vaivattomasti polttimesta irrottamalla ainoastaan punainen asennuslevy ja putkitukset.



KUVIO 11. Polttimeen suunniteltiin magneettiventtiilimoduuli.

4.4 Ohjauskeskukset

Normaalisti tämän kokoluokan maalaitospolttimissa sähköiset komponentit sijoitetaan polttimen rungon yhteyteen. Prototyypilaitetta tehtäessä päädyttiin kuitenkin sähköosien mekaaniseksi sijoituspaikaksi valitsemaan yksinkertaisesti erillinen ohjauskeskus, kuten yleensä tehdään laivapoltintoimitusten yhteydessä. Myös pumppauskeskus HB-500 R1:lle tehtiin oma keskus.



KUVIO 12. Pumppauskeskuksen HB-500 R1 ohjauskeskus.



KUVIO 13. RP-130 M XH polttimen ohjauskeskus.

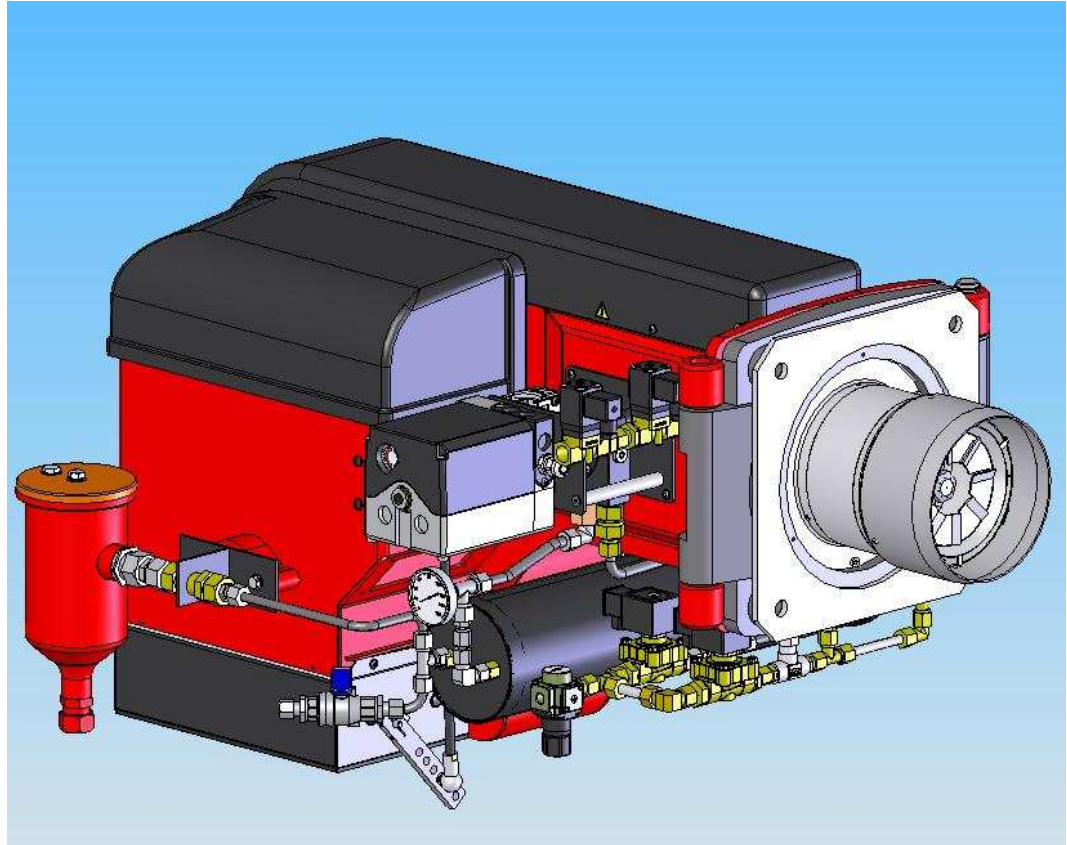
5 YHTEENVETO

5.1 3D-malli

Lopputuotoksena saatiin alkuperäisen suunnitelman mukainen polttimen 3D-malli ja siihen liittyvät kokoonpanokuvat. Myös uusia osia suunniteltiin ja niistä piirrettiin työkuvat, jotka valmistuivat aikataulun mukaisesti. Kokoonpanija kasasi polttimen prototyypin kuvien mukaisesti. Kasausvaiheessa päätettiin vielä tehdä pieniä muutoksia polttimen rakenteeseen etenkin putkitusten onnistumisen näkökulmasta. Myös muutamien magneettiventtiilien asentoja jouduttiin korjaamaan huolettavuuden takia, ts. magneettiventtiilin kela pitää saada vaivattomasti poistettua itse venttiilistä.

Suurimmat muutokset polttimeen olivat siis putkitusten uudelleen suunnittelu, haponkestävät osat, paineenkorotuspumpun puuttuminen ja tästä johtuvat suuttimen ja palopään muokkaukset sekä paineilmaputkistojen suunnittelu. Uusia mekaanisia osia piti myös mallintaa, lähinnä komponenttien kiinnikkeitä ja tuentoja. Yksi merkittävä erillinen muutos oli kuristaa suoraan suuttimelle menevää virtausta, minkä vuoksi määrätöventtiilin annosteluakselin mallia muutettiin ja tästä mallista tehtiin uudet työpiirustukset.

Tämän tyyppinen poltin tulee valmistuskustannuksiltaan huomattavasti kalliimmaksi erikoisten haponkestävien komponenttien hinnan vuoksi. Esimerkiksi putkituksissa käytetyt putkiliittimet maksavat haponkestävästä materiaalista valmistettuna noin viisi kertaa enemmän tavallisiin verrattuna. Myös muut virtaavan öljyn kanssa tekemisissä olevat komponentit, kuten venttiilit, mittarit, lanssi ja suodatin ovat arvokkaampia, kun niiden valmistusmateriaalina on haponkestävä teräs.



KUVIO 14. Työn valmis tuotos: 3D-malli RP-130 M XH polttimesta bioöljyn polttoa varten.

5.2 Tulevaisuuden näkymät

Tulevaisuudessa uusiutuvan energian käytön on lisäännyttävä paljon, jos halutaan estää ilmastonmuutosta ja kasvihuoneilmiötä. Bioöljyn käyttö energiasovelluksissa on vasta alkutekijöissään, minkä vuoksi sen poltto vaatiikin kokeilemista, testausta ja koeajoja. RP-130 M XH polttimen kokoonpano saatiin valmiiksi tehtaalla, mutta valitettavasti aikataulu ei antanut mahdollisuuksia lisätä koeajojen tuloksia tähän työhön. Koeajojen ja testausten valmistuttua tullaan varmasti törmäämään tiettyihin käytännön ongelmiin, ja laitteistoa sekä sen käytettävyyttä joudutaan edelleen kehittämään ja päivittämään. Pääasia on kuitenkin, että bioöljyn käyttösovelluksia on alettu tutkimaan entistä enemmän. Fossiilisten öljyjen poltto tulee vähentymään ja muutamien vuosikymmenien päästä varmasti loppumaan,

joten bioöljyn polttopuvelukset ovat tuotekehitystöiden jälkeen varmasti varten-
otettava vaihtoehto tulevaisuuden energiamarkkinoilla.

LÄHTEET

Bioenergy. [online]. Wikipedia [Viitattu 3.2.2009]. Saatavissa

<http://en.wikipedia.org/wiki/Bioenergy>

Biopolttoaineiden käyttö Suomessa 2009. [online]. Finbio ry [Viitattu 31.3.2009].

Saatavissa: <http://www.finbioenergy.fi/default.asp?init=true&InitID=456;0>

Kattila ja poltin 2009. [online]. Neste Oil [Viitattu 6.3.2009]. Saatavissa:

<http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2791%2C797%2C3184%2C3185%2C3189>

Metsäntutkimus 1/2006. Mikko Häyrynen

Oilon Oy 2008, Oilon -yhtiöt [verkojulkaisu] [viitattu 12.3.2009] Saatavissa:

<http://www.oilon.fi/>

Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, 2008. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008

ST1 BFO 600 Mäntypiki

Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, 2000. Eija Alakangas

VTT. 2008. Toisen sukupolven pyrolyysin integroidut käyttöketjut. PP-esitys