



BIODIESELINVALMISTUS
Opetus- ja oppimismateriaalin
kehittäminen ja kehittämissuunnitelma

Hannu Vilkkilä

Kehittämishankeraportti

Toukokuu 2008



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU

Ammatillinen opettajakorkeakoulu

Tekijä(t) VILKKILÄ, Hannu	Julkaisun laji Kehittämishankeraportti	
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Salainen _____ saakka	
Työn nimi BIODIESELINVALMISTUS Opetus- ja oppimismateriaalin kehittäminen ja kehittämissuunnitelma		
Koulutusohjelma Ammatillinen opettajakorkeakoulu		
Työn ohjaaja(t) Erkki Anttonen, Marja Vuortama-Räsänen		
Toimeksiantaja(t) Bioenergiakeskus		
Tiivistelmä Opetusharjoittelussa on käytetty opetustilanteessa biodieselin valmistusta opetusmenetelmänä (demonstraatio). Opetuksessa olen kehittänyt biodieselin valmistusprosessin näytelaudan, rypsin viljelystä RME biodieseliin saakka. Näytelauta sisältää 19 näytettä biodieselintuotannosta luokassa esitettävässä muodossa, se kertoo biodieselin valmistusprosessista. Olen myös tehnyt PowerPoint esityksen se kertoo työturvallisuudesta, valmistuksessa käytettävistä laitteista, öljyn puristuksesta, titrauksesta esteröinnistä, vesipesusta, kuivauksesta, suodattuksesta ja laadun testauksesta.		
Avainsanat (asiasanat) biodiesel, esteröinti, öljynpuristin, biopoltonesteet, metanoli, bioenergia, rypsi		
Muut tiedot		

Author(s) VILKKILÄ, Hannu	Type of Publication Development Projekt Report	
	Pages 29	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until _____	
Title PRODUCTION OF BIODIESEL (RME) Development of teaching and learning material		
Degree Programme Vocational teacher education studies		
Tutor(s) Erkki Anttonen, Marja Vuortama-Räsänen		
Assigned by Bioenergy Development Centre BDC		
Abstract The production of biodiesel in practise has been used as a teaching method in teacher training. I have developed a sample board which contain samples of all main phases and by-products of RME production process. The sample board contain 19 samples and it can be used in class-room teaching to demonstrate the steps of the process. In addtion, I have prepared a MS Power Point presentation which presents issues related to safety, equipment, oil pressing, titration, wet cleaning, drying, filtering, and quality control of RME production.		
Keywords biodiesel, biodiesel process, oil press , bio oil, methanol, bioenergy, turnip rape , Bioenergy Development Centre BDC		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	ERÄS ESIMERKKI OPETUSHARJOITTELUSTANI BIODISELIN VALMISTUKSESTA	5
2.1	Biodieselinvalmistus koulutuksen ohjelma (3 pv)	5
3	NÄYTELAUTA	6
3.1	Viljelystä ja öljyntuotannosta näytteet	7
3.2	Esteröinnistä ja biodieselin laadun parantamisesta näytteet	8
3.3	Sivutuotteista ja kemikaaleista näytteet	9
3.4	Prosessissa poistuvien aineiden näytteet	10
4	BIODIESELINVALMISTUS	11
4.1	Biodieselprosessin kuvaus käyttäen näytelautaa havainnollistamiseen	11
4.2	Työturvallisuus ja turvavälineet	12
4.3	Öljyn puristus	13
4.4	Titraus (happoluku)	14
4.5	Metanolin ja lipeän sekoitus	15
4.6	Esteröinti	16
4.7	Glyselorin poisto	17
4.8	Vesipesu	18
4.9	Kuivaus	19
4.10	Suodatus	20
4.11	Polttokokeet	21
4.12	Laadunvalvonta menetelmät	22
4.13	Biodiesel moottorissa	23
4.14	Viranomaisasiat tullille	
5	Yhteenveto	24
	LÄHTEET	26
	LIITTEET	27
1		27

KUVIOT

KUVIO 1	Näytelauta sisältää 19 näytettä	6
KUVIO 2	Prosessista näytteet 1-5	7
KUVIO 3	Prosessista näytteet 6-10	8

<i>KUVIO 4</i>	<i>Prosessista näytteet 11–14</i>	<i>9</i>
<i>KUVIO 5</i>	<i>Prosessista näytteet 15–19</i>	<i>10</i>
<i>KUVIO 6</i>	<i>Näytelauta sisältää 19 näytettä biodieselin valmistusprosessista</i>	<i>11</i>
<i>KUVIO 7</i>	<i>Biodieselin valmistuksessa tarvittavat suojavälineet</i>	<i>12</i>
<i>KUVIO 8</i>	<i>Kiinalaisvalmisteinen lamelliputkiruuviöljynpuristin</i>	<i>13</i>
<i>KUVIO 9</i>	<i>Tirauksessa tarvittavia välineitä</i>	<i>14</i>
<i>KUVIO 10</i>	<i>Metanolin pumppaus tynnyristä esteröintilaitteeseen koulutustilanteessa</i>	<i>15</i>
<i>KUVIO 11</i>	<i>Biodieselin valmistuslaitteet</i>	<i>16</i>
<i>KUVIO 12</i>	<i>Glyseroli säiliön pohjalla</i>	<i>17</i>
<i>KUVIO 13</i>	<i>Vesi suuttimet pesulaitteessa</i>	<i>18</i>
<i>KUVIO 14</i>	<i>Vannelämmitin kuivaustilanteessa</i>	<i>19</i>
<i>KUVIO 15</i>	<i>Suodatin biodieselin poistolinjassa ja säiliön pohjassa laskuhana vedelle ym. pohjalle laskeutuneille aineille.</i>	<i>20</i>
<i>KUVIO 16</i>	<i>Polttojäännöksiä polttokokeista</i>	<i>21</i>
<i>KUVIO 17</i>	<i>Laadunvalvonnassa tarvittavia välineitä</i>	<i>22</i>
<i>KUVIO 18</i>	<i>Valtra ja biodiesel</i>	<i>23</i>

JOHDANTO

Toimin opettajana JAMK:n Bioenergiakeskuksessa. Opettajaopinnoissa opetusharjoittelussa olen pyrkinyt havainnollistamaan biodieselin valmistuksen eri vaiheita. Siksi olen pyrkinyt kehittämään havaintovälineitä prosessin kuvaamiseksi. Tässä kehittämistyössä esitän PowerPointin muodossa oppimateriaalin Biodieselin valmistus, jonka olen itse laatinut käytännönopetuksen pohjalta. Lisäksi kehittämistyössä esitän opetusharjoittelussa rakentamani havaintovälineen, Näytelaudan. Siitä olen ottanut kuvia ja liitän niitä tähän kehittämistyöhöni.

Opetuksessa olen kehittänyt biodieselin valmistusprosessin näytelaudan, rypsin viljelystä RME biodieseliin saakka. Näytelauta sisältää 19 näytettä biodieselintuotannosta luokassa esitettävässä muodossa, se kertoo biodieselin valmistusprosessista.

Tämä näytelauta on syntynyt opetusharjoittelusta saamani kokemuksen perusteella. PowerPoint esitys on viimeisin ja se on tiivistetty esitys biodieselin valmistusvaiheista ja se on tarkoitettu oppimateriaaliksi.

Olen myös tehnyt PowerPoint esityksen se kertoo työturvallisuudesta, valmistuksessa käytettävistä laitteista, öljyn puristuksesta, titrauksesta, esteröinnistä, vesipesusta, kuivauksesta, suodatuksesta ja laadun testauksesta.

Opetuksessani pidän tärkeänä että oppilas ymmärtää ja näkee käytännössä biodieselin valmistuksen eri vaiheet ja turvallisuus riskit. Osaa soveltaa opetuksessa saatua tietoa alkaessa valmistaa biodieseliä itsenäisesti.

Esteröinti parantaa kasvisöljyn ominaisuuksia dieselin polttoaineena. Viskositeetin paraneminen ja glyserolin poisto parantaa polttoaineen ominaisuuksia dieselmoottori käytössä. Näin käsiteltynä dieselin polttoainejärjestelmään ei tarvitse tehdä muutoksia. Esteröinti lisää biodieselin valmistuskustannuksia. Valmistusvaiheessa on turvallisuusriskejä metanolin ja lipeän käsittelyssä.

1 ERÄS ESIMERKKI OPETUSHARJOITTELU- TANI BIODISELIN VALMISTUKSESTA

1.1 Biodieselinvalmistus koulutuksen ohjelma (3 pv)

1. päivä

Biodieselprosessin kuvaus, havainnollistamalla näytelaudalla ja tehtävänanto.

Koulutuksen aikana tehdään erilaisia kokeita ja vertailuja ”tutkiva oppiminen”

Rasti 1: siemenen tilavuuspainon mittaaminen, öljynpuristus, puristimen säätö sekä saantomittaukset.

Rasti 2: sedimentointi, viskositeetin ja tilavuuspainon mittaaminen öljystä sekä happoluvun mittaaminen (titraus).

Rasti 3: metanolin ja lipeän sekoittaminen sekä esteröinti.

2. päivä

Rasti 4: glyserolin poisto ja välikerroksen talteenotto.

Rasti 5: vesipesu, happoluku pesuvedestä ja mahdollisesti toinen vesipesu.

3. päivä

Rasti 6: kuivaus, suodatus ja tankkaus.

Rasti 7: biodieselillä, dieselillä, rypsiöljyllä ja glyserolilla polttokokeita sekä polttojäännösten vertailu.

Rasti 8: koulutuksen aikana valmistetulla biodieselillä ajo Bioenergiakeskuksen pienkuormaajalla.

Puretaan tehtävät ja tehdään kooste.

Kerrataan, keskustellaan, otetaan palaute ja lopetetaan

2 NÄYTELAUTA

Olen valmistanut näytelaudan opetusharjoitteluni aikana. Käytän näytelautaa opetuksessani biodieselin valmistuksen havainnollistamiseen. Näytelauta on hyvä apuväline biodieselin valmistuksen alustukseen. Näytelaudasta voidaan kuvata biodieselin valmistuksen koko prosessi luokassa havainnollisesti. Prosessin kulku on kuvattu eturivissä. Takarivissä on sivutuotteet sekä prosessissa tarvittavat kemikaalit. Näytelautaa on käytetty eri seminaareissa ja luennolla biodieselin valmistuksen havainnollistamisessa. Näytelauta on ollut esillä eri messuilla näyttelymateriaalina.

Alla olevan kuvion 1, näytteet on kerätty biodieselin valmistusprosessin aikana, valmistuksen eri prosessien vaiheista



KUVIO 1 Näytelauta sisältää 19 näytettä

2.1 Viljelystä ja öljyntuotannosta näytteet

Rypsinkorren energiasisältö on MW ja satoa saadaan keskimäärin 1900 kg/ha. Rypsinkorsi voidaan briketöidä tai pelletöidä ja käyttää lämpölaitoksissa polttoaineena. Rypsin siemenen ei saa sisältää epäpuhtauksia. Ennen öljynpuristusta on hyvä lajitella epäpuhtaudet kuten korrenpätkä ja sellaiset roskat mitkä voi sitoa öljyä itseensä pois. Rypsiöljy puhdistuu sakasta 2-3 viikkoa saostuessaan. Pinnasta otetaan talteen puhdas öljy ja pohjasta sakka erilleen. Glyceroli erottuu raskaampana aineena säiliön pojalle

Alla olevan kuvion 2 näytteet vasemmalta lukien: 1. rypsinkorsi 2. rypsin siemen, 3. öljyn saostuminen, 4. puhdas rypsiöljy ja 5. glyserolin erottuminen esteröinnin jälkeen.



KUVIO 2 Prosessista näytteet 1-5

2.2 Esteröinnistä ja biodieselin laadun parantamisesta näytteet

Esteröity biodiesel on hyvin emäksistä ($\text{pH} > 10$) ja aiheuttaa polttoainejärjestelmässä korroosiota. Vesipesu poistaa metanolia, katalyyttiä ja saippuaa. Vesipesussa laskeetaan pH:ta 3-4 yksikköä, tavoitteena pH 7. Vesipesun jälkeen pitää suorittaa kuivaus koska biodiesel on sameaa ja sisältää vielä vettä. Suodatus tapahtuu kuivauksen jälkeen laskettaessa biodiesel varastosäiliöön. Kuivattu ja suodatettu biodiesel on kirkasta. Jos biodiesel on sameaan, voidaan siitä päätellä esteröinnin epäonnistuneen.

Alla olevan kuvion 3 näytteet vasemmalta lukien: 6. esteröity biodiesel, 7. biodiesel/vesi, 8. vesipesty biodiesel, 9. kuivattu biodiesel ja 10. valmis biodiesel.



KUVIO 3 Prosessista näytteet 6–10

2.3 Sivutuotteista ja kemikaaleista näytteet

Puristetta voidaan käyttää eläimille valkuaisrehuna tai polttaa lämpölaitoksessa. Huonolaatuinen puriste on aina turvallisinta polttaa. Rypsipuristeen energiasisältö poltettaessa on hyvä runsaan öljypitoisuuden vuoksi. Metanoli on herkästi syttyvä ja höyrystyvä aine sekä terveydelle vaaraksi. Natriumhydroksidi (lipeä) on hyvin syövyttävä aine. Käsiteltäessä lipeää ja metanolia, pitää aina ehdottomasti käyttää asianmukaisia suojavälineitä. Natriumhydroksidi- ja metanolinäytteet, nämä aineet pitää oppia tunnistamaa ja käsittelemään vaaraa aiheuttamatta itselle sekä muille

Alla olevan kuvion 4 takarivi oikealta lukien: 11. rypsipuriste (pellettisuutin), 12. rypsipuriste (kiinalainen puristin), 13. natriumhydroksidi ja 14. metanoli.



KUVIO 4 Prosessista näytteet 11–14

2.4 Prosessissa poistuvien aineiden näytteet

Glyseroli voidaan polttaa hakkeen joukossa tai käyttää biokaasulaitoksessa. Poltettaessa glyserolia tulipesässä tai lämmityskattilassa, saattaa muodostua lämmönvaihtopinnoille vahamainen kerros mikä toimii eristeenä ja siten huonontaa hyötysuhdetta. Pesuveden mukana menee biodieseliä hukkaan, jos sitä ei oteta eroon ja jätetä erottumaan muutamaksi viikoksi. Biodiesel pitäisi käyttää vuoden sisällä koska sen säilyvyys on huono pitempiaikaisessa varastoinnissa, sen sisäisen hapen vuoksi.

Alla olevan kuvion 5 takarivi oikealta lukien: 15. glyserolia, 16. polttojäännöstä glyserolista, 17. pesuvettä, 18. pesuvedestä erottunutta biodieseliä ja 19. pilaantunutta biodieseliä.

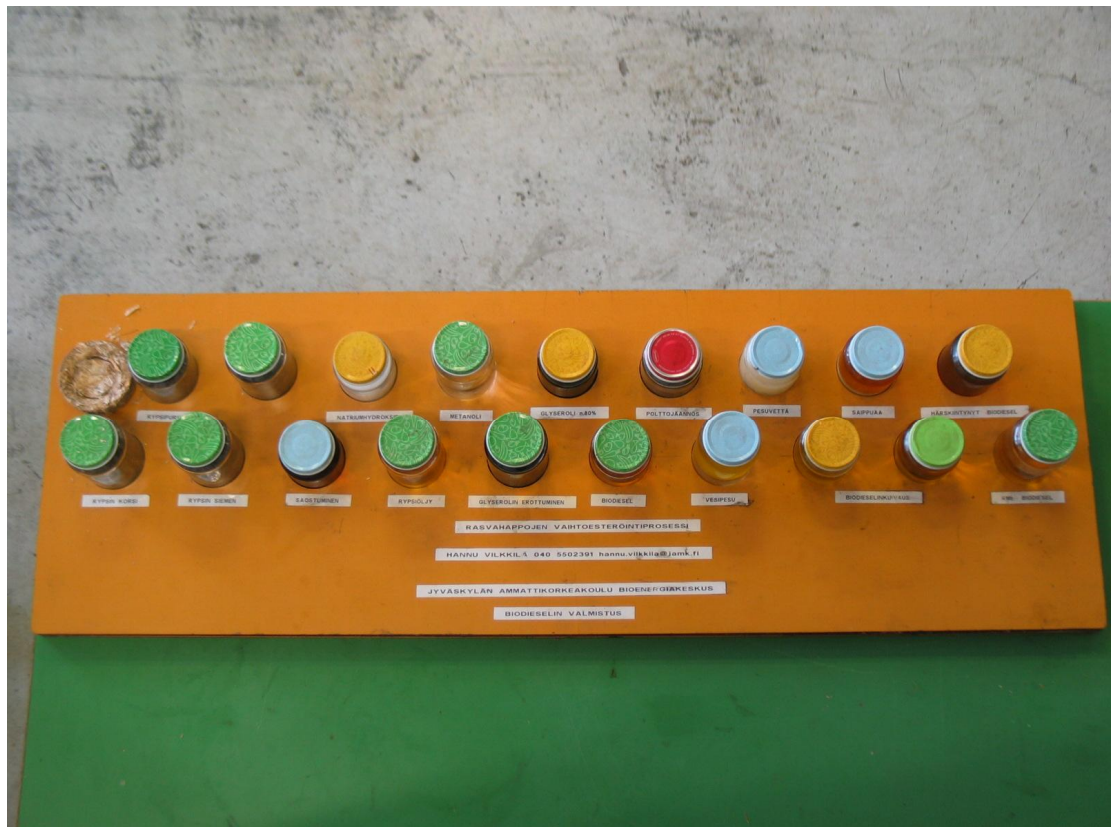


KUVIO 5 Prosessista näytteet 15–19

3 BIODIESELINVALMISTUS

3.1 Biodieselprosessin kuvaus käyttäen näytelautaa havainnollistamiseen

Kemialliselta nimeltään biodiesel on rasvahappo metyyli esteri (FAME). Tämä kevyt öljymäinen polttoaine jäljittelee dieselin polttoaine ominaisuuksia, mutta on parempi voiteluöljyitasoltaan. Ilman teknisiä muutoksia sitä voidaan käyttää kaikissa diesel ajoneuvoissa tai laitteissa. Biodieseliä voidaan sekoittaa dieseliin, mutta sitä ei voi käyttää bensiini laiteissa. Näytelauta on hyvä apuväline havainnollistamisessa ja nopea opetusmenetelmä biodieselin valmistuksesta ja prosessin eri vaiheista



KUVIO 6 Näytelauta sisältää 19 näytettä biodieselin valmistusprosessista

3.2 Työturvallisuus ja turvavälineet

Järjestelmän sijoituspaikaksi valitaan kuiva, hyvin ilmastoitu ja katettu alue. On suositeltavaa asentaa portti tai lukollinen aitaus, estämään asiattonta käyttöä tai ehkäisemään onnettomuuksia.. Lähistöllä ei saa olla syttyvää tai tulenarkaa ainetta. Tuuletus työtilassa pitää olla järjestetty metanolin höyrystymisvaaran vuoksi. Metanolihöyry on terveydelle vaarallista ja voi räjähtää helposti. Visiiri suojaa myös kasvot ja sitä voi käyttää silmälasien kanssa. Hengityssuojain kaasulle on vaihdettavilla suodatinpanoksilla, pitää muistaa tarkistaa suojainluokitus ja viimeinen käyttöpäivä koska suodatinpanokset menevä vanhaksi määräajassa. Suojakäsineet (neoprenkumi) pitää olla lipeän ja liottimen kestävät. Esiliina on hyvä suoja vaatteille koska lipeä syövyttää jo pieninä roiskeina. Silmän huutelupullot ja juokseva vesi on myös oltava läheisyydessä.



KUVIO 7 Biodieselin valmistuksessa tarvittavat suojavälineet

3.3 Öljyn puristus

Rypsi ja rapsi ovat pääasialliset raaka-aineet biodieselin valmistuksessa. Öljykasvien siemenien öljypitoisuus on yleensä n. 40 %. Kiinalaisvalmisteisella öljynpuristimella saadaan puristettua siemenestä keskimäärin n. 25 % öljyä. Sivutuotteena tulee valkuais- ja energiapitoista puristetta n. 75 %. Opetustilanteessa huolletaan öljynpuristin oppilaita avustuksella. Perehdytään havainnollisesti öljynpuristimen toimintaan ja säätöihin. Oppilaat tekevät siemenistä analyysit esim. roskapitoisuus, kosteus analyysi kuivauskaapilla ja tilavuuspaino. Käynnistetään öljynpuristin, tehdään öljynsaanto mittauksia ja tehdään säätöjä optimi öljynsaannon saavuttamiseksi. Lopuksi tehdään öljystä tilavuuspaino ja viskositeetin mittaukset. Pohditaan puristeelle järkevä jälki-käyttö, voidaanko puriste käyttää rehuksi tai poltetaanko puriste energiaksi?



KUVIO 8 Kiinalaisvalmisteinen lamelliputkiruuvioöljynpuristin

3.4 Titraus (happoluku)

Käytettävien öljyerien vesipitoisuus, vapaiden rasvahappojen ja muiden saastuttavien aineiden määrä vaihtelee. Jokaisesta öljyerästä tehdään titraatio, jotta saadaan johdonmukaisesti hyvälaatuista biodieseliä. Titraus on kemiallinen testaus menetelmä, missä määritellään kuinka paljon katalyyttiä ylimääräisen happamuuden kompensointiin tarkalleen tarvitaan. Saadaan tieto lisättävästä katalyytin (lipeä NaOH/KOH) määrästä. Yleisimmin käytetty tyyppi on natriumhydroksidi (NaOH), joka tunnetaan myös syövyttävänä aineena. Tarvitaan erittäin puhdasta muotoa tästä kemikaalista, kun öljystä ja metanolista jalostetaan biodieseliä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kaliumhydroksidia (KOH), mikä on kuitenkin hieman kalliimpaa. Oppilaat suorittavat titrauksen ohjeen mukaan ja vertailevat saamiaan tuloksia.



KUVIO 9 Tirauksessa tarvittavia välineitä

3.5 Metanolin ja lipeän sekoitus

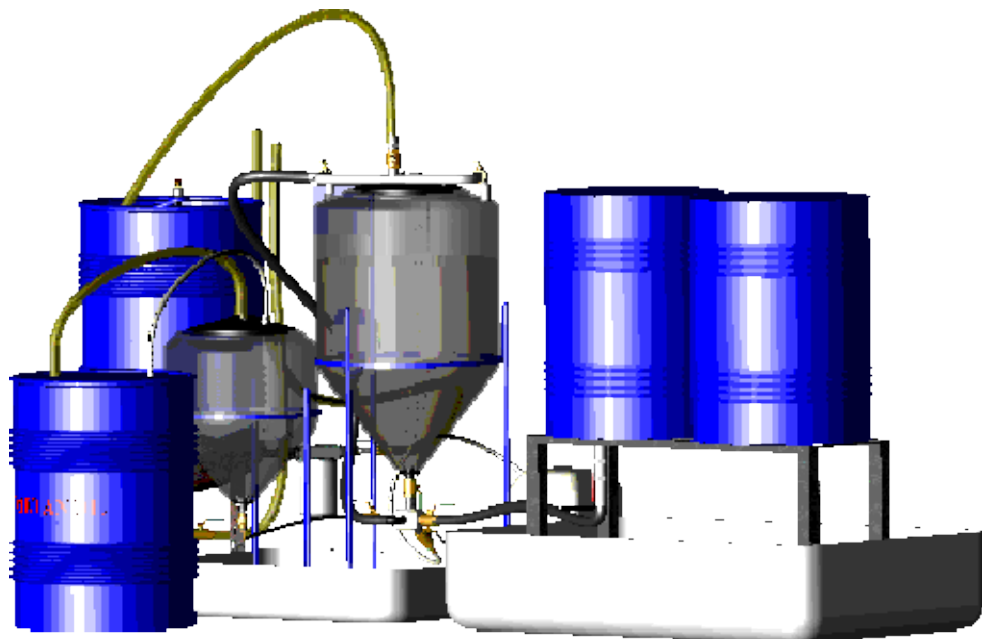
Syövyttävien aineiden kanssa työskennellessä on aina käytettävä maskia, suojalaseja ja pitkärannekeisia hanskoja. Pienet rakeet voivat aiheuttaa ihon palovammoja tai metallien korroosioistumista. Lähellä tulisi olla saatavilla vettä sekä etikkaa läikkymisen miedontamiseen. Läikkyneet rakeet lakaistaan ja huuhdotaan viemäriin. Rakeiden leviämisen ehkäisemiseksi muille pinnoille, hanskat huuhdotaan hanan alla, ennen poisottamista. Kaikki syövyttävien aineiden kanssa kosketukseen joutuneet tarvikkeet tulee huuhdella hanan alla ennen varastointia. Titraamalla saadun lukeman mukaan, taulukosta katsotaan lukema (g) ja punnitaan lipeän määrä. Varallisin vaihe, muista tuuletus, suojavälineet ja kaikkien turvallisuus.



KUVIO 10 Metanolin pumppaus tynnyristä esteröintilaitteeseen koulutustilanteessa

3.6 Esteröinti

Öljyä suositellaan esilämmitettäväksi teräksisessä tankissa vähintään 40 °C, ennen sen siirtämistä reaktiotankkiin. Jos öljyä esilämmitetään liki 65 °C, reaktio tapahtuu nopeammin mutta ehdoton yläraja on 65 °C. Öljyä ei saa lämmittää avotulella, sillä se saattaa aiheuttaa öljypalon tai metanoli räjähdyksen. Öljyä tulee varata riittävä määrä hallittuun valmistuserään (täysi- tai puolierä). Letkujen pidikkeet tulee olla tarpeeksi kireällä, etteivät letkut pääse kiertymään tai kääntymään liitoksistaan. Kemikaalit lipeä ja metanoli (remix), sekoitetaan (15 min) öljyyn ja jatketaan sekoitusta 1 tunti (säädetään ajastimeen 1 tunti). Jätetään glyseroli erottumaan 24 tuntia. Oppilaat käyttävät laitetta ohjeen mukaan. Opettaja selostaa prosessin kulun.



KUVIO 11 Biodieselin valmistuslaitteet

3.7 Glyselorin poisto

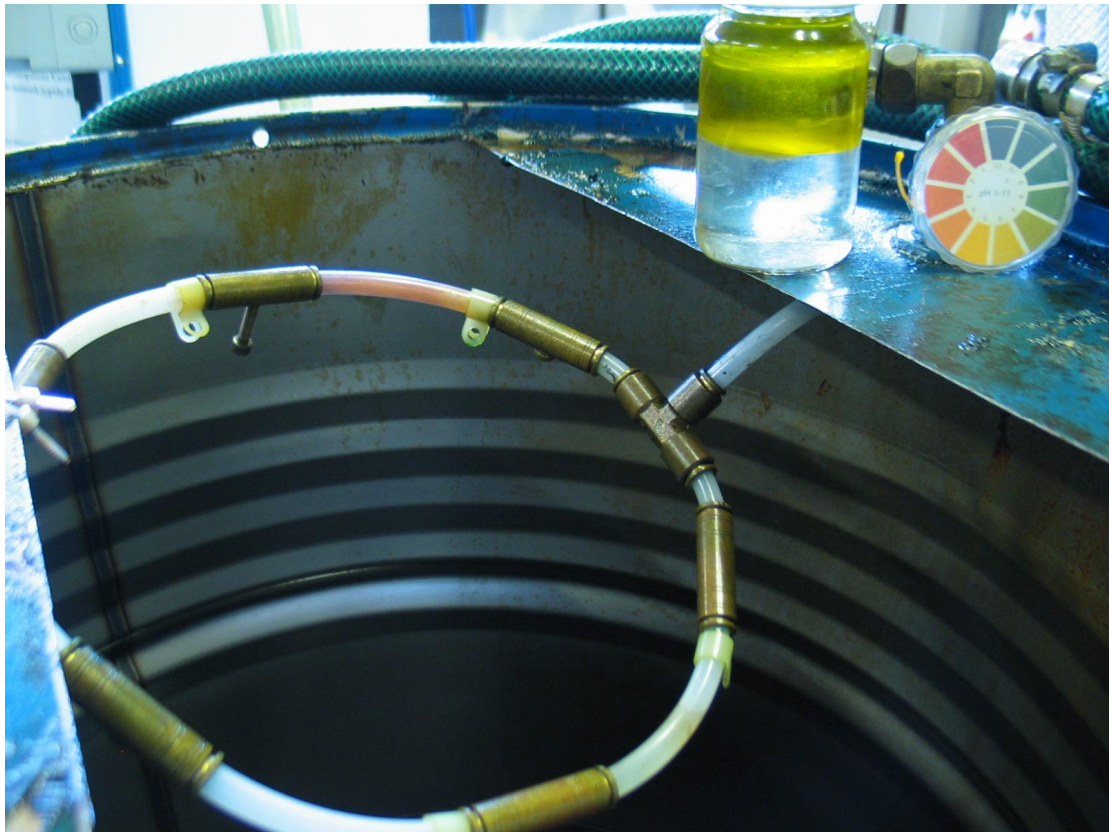
Glyseroli erottuu raskaampana aineena säiliön pojalle. Kun raaka-aineena on hyvälaatuinen öljy, niin glyserolia erottuu säiliön pohjalle, öljystä n. 15–18 %, jos esteröinti on onnistunut hyvin. Glyserolin voi polttaa tai käyttää biokaasulaitoksessa tehoaineena kaasun tuotossa. Reaktio tankin kansi on syytä poistaa, jotta ylijäänyt metanoli haihtuu biodieselistä. Mitä nopeammin metanoli voidaan haihduttaa, sitä nopeammin glyseroli erottuu biodieselistä. Kiinnitetään tyhjennysventtiiliin 1 m pituinen letku glyserolin juoksutusta varten. Juoksutusputkisto ei saa kiristyä venttiiliä käytettäessä. Tyhjennysventtiiliin avataan ja glyseriiniä tyhjennetään ämpäriin, kunnes sen väri muuttuu ruskeasta keltaiseksi, jolloin venttiili suljetaan. Tankin gallona merkistä nähdään, paljonko glyseriiniä irtautui.



KUVIO 12 Glyseroli säiliön pohjalla

3.8 Vesipesu

Kun alkoholi on haihdutettu ja glyseriini on erotettu, jäljellä on raakaa biodieseliä. Tätä polttoainetta voidaan sellaisenaan käyttää diesel ajoneuvoissa ja laitteissa. Tällaisenaan sen pH on kuitenkin korkea (noin pH 10). Siksi se kiihdyttää polttoaine järjestelmien korroosiota, varsinkin vanhemmissa moottoreissa. Biodieselin peseminen alentaa sen pH 7 lähelle. Vesipesu poistaa metanolia, katalyyttiä ja saippuaa. Vesipesussa lasketaan pH:ta 3-4 yksikköä, tavoitteena pH 7. Vesipesussa, suuttimien läpi lasketaan hieno vesisumu biodieselin pintaan. Biodiesel ei liukene veteen vaan jää kevyempänä veden pinnalle. Vesi toimii kantoaineena veteen liukoisille aineille kuten lipeä, metanoli... Oppilaat suorittavat mittauksen ohjeen mukaan, opettaja selostaa prosessin kulun.



KUVIO 13 Vesi suuttimet pesulaitteessa

3.9 Kuivaus

Vesipesun jälkeen pitää suorittaa kuivaus koska biodiesel on sameaa ja sisältää vielä vettä. Kuivaus tapahtuu lämmittämällä biodiesel $>70\text{ }^{\circ}\text{C}$ tai annetaan olla auringossa avoimessa astiassa viikko pari, Tankin vannelämmitin sopii hyvin öljyn tai biodieselin lämmittämiseen ja lämpimänä pitämiseen. Öljyä ja biodieseliä ei saa lämmittää avotulella, sillä se saattaa aiheuttaa öljypalon tai metanolin räjähdyksen. Sähköllä toimiva vannelämmitin on helppo käyttää ja siirtää säiliöstä toiseen. Vaihtoehtoisesti vesipesun ja kuivauksen voi suorittaa kemikaalijauheella. Jauhe sekoitetaan tehokkaasti pumppaamalla biodieselin joukkoon, jonka jälkeen se suodatetaan tehokkaasti biodieselin joukosta pois.



KUVIO 14 Vannelämmitin kuivaustilanteessa

3.10 Suodatus

Kun biodiesel on valmista pumpattavaksi varastosäiliöön, niin samassa yhteydessä suoritetaan biodieselin suodatus. Suodatus tehdään yleensä kuivauksen jälkeen $10\ \mu\text{m}$ suodattimella. Uusissa Valtroissa esisuodatin on $30\ \mu\text{m}$ ja varsinainen on $5\ \mu\text{m}$. Suodatus on hyvä suorittaa vähintään saman tason suodattimilla mitkä on käyttökohteessa. Prosessiastiassa on hyvä olla laskuhana suodattimelle hieman pohjan yläpuolella. Pohjanahanasta voidaan laskea pohjalle laskeutuneet epäpuhtaudet, kuten vesi ja ym. biodieseliä painavimmat aineet. Jauhetta käytettäessä on hyvä olla myös esisuodatin ($30\ \mu\text{m}$), jotta suodattimet eivät tukkeutuisi kovin nopeasti.



KUVIO 15 Suodatin biodieselin poistolinjassa ja säiliön pohjassa laskuhana vedelle ym. pohjalle laskeutuneille aineille.

3.11 Polttokokeet

Diesel talvilaatu jättää vähän nokea, mutta ei jää kiinteätä polttojäännöstä. Biodieselistä ei jää kiinteätä polttojäännöstä jos esterointi on onnistunut hyvin. Rypsiöljystä jää paljon kiinteätä polttojäännöstä ja rypsiöljy pitää esilämmittää, ennen kuin se syttyy palamaan. Glyseroli syttyy palamaan hyvin kun siinä on metanoli jäämiä, mutta glyserolista jää paljon kiinteätä hartsimaista polttojäännöstä. Tämä aine on saatu erotettua kasvisöljystä esteröimällä. Tämä hartsimainen aine huonontaa viskositeettiä, aiheuttaa ruiskutuspumpussa ongelmia ja kerääntyy esim. männänrenkaiden uriin saaden ne juuttumaan kiinni. Glyseroli ja huonompilaatuinen biodiesel kelpaa hyvin lämmitykseen, mutta aiheuttaa ylimääräistä karstoittumista lämmönvaihtopinnoille polttolaitteissa.



KUVIO 16 Polttojäännöksiä polttokokeista

3.12 Laadunvalvonta menetelmät

Metanol testi (glyseroli jäämät) Viskositeetti (Ostwaldin viskometri) Vesitesti (katalyyttijäämä ”saippua”) Tilavuuspainomittaus (siemen, öljy ja biodiesel) Sameustesti EN 14214 standartin mukainen testi (maksaa Suomessa paljon n. 2000,00€) Liikaa metanolia käytettäessä, siitä suurin osa sitoutuu glyseriini mutta loppu jää biodieseliin. Tämä on helppo havaita, koska tällöin biodiesel tuoksuu vahvasti alkoholilta. Jos biodieseliä ei pestä, reaktio hidastuu mutta jatkuu varastointi tynnyrissä viikkojen tai kuukausien ajan. Metanoli toimii liuottimena glyserolille ja saippuolle, joten siitä eroon pääseminen edistää näiden saastuttavien aineiden poistumista. Ensimmäisen glyserolin juoksutuksen jälkeen tankin kannen auki jättäminen nopeuttaa glyseriinin erottumisprosessia



KUVIO 17 Laadunvalvonnassa tarvittavia välineitä

3.13 Biodiesel moottorissa

Biodieseliä on käytetty Bioenergiakeskuksen pienkuormaajassa 3 vuotta. Esiasennus suodattimen kanssa oli ongelmia mitkä johtuva osin tankin epäpuhtauksista (onkohan jäänyt tankki pesemättä tehtaalla). Pienkuormaajaan asennettiin virtausteholtaan suurempi uusi suodatin, varustettuna veden erottimella. Kun vaihdetaan uusi suodatin alkuperäisen tilalle, niin suodatustehoa ei saa pienentää vaan mieluummin suodatustehoa lisätään. Valtra sallii biodieseliä 20 % sekoittaa dieselin joukkoon, uusissa korkeapaine dieselissä, jos biodiesel täyttää EN 14214 standartin vaatimukset. Vanhemmissa moottoreissa voi käyttää 100 %: sta biodieseliä. Valmistajalla on vastuu biodieselin laadusta.



KUVIO 18 Valtra ja biodiesel

4 Yhteenveto

Biodieselin (esteröity)valmistuksen ja käytön edelläkävijä Suomessa Juha Solio, oli meillä ensimmäisellä kurssilla vieraileva kouluttaja. Solio piti luentoja sekä käytännön osuuden. Minä toimin käytännön osiossa apukouluttajana. Biokaasuosiossa oli myös vieraileva kouluttaja. Seuraava kurssi järjestettiin oman tiimin voimin. Biokaasu tuli Jaakko Tukian vastuulle. Kansainväliset luennot suoritti Pekka Äänismaa ja minun osioksi tuli, biodieselin valmistus käytännössä. Meidän opiskelija teki opinnäytetyön, minkä perusteella hankittiin öljynpuristin ja esteröintilaitteet Taskanen 2005.

Aloittaessani opetusharjoittelun mietin mitä oppimiskäsityksiä pitää ottaa käyttöön ja mitä ne tarkoittavat käytännön opetustyössä ja kuinka niitä sovellan kehittämishankkeessani. Biodiesel koulutus tapahtuu minun osiossani käytännön tasolla, käytän demonstraatio opetusmenetelmää. Heti alussa saamani palautteen perusteella, oli tarve kehittää opetusmateriaalia sekä pohtia miten kehitän opetusmenetelmiä. Aluksi kehitin biodiesellaitteita pienen kokoluokan vaatimusten mukaiseksi.

Biodieselin valmistuksessa vastaanotettavaa tietoa pitää aktiivisesti käsitellä, koska prosessissa on muuttujia, mitkä pitää ottaa huomion joka kerta. Kognitiivisen käsityksen mukaan ihminen muokkaa jatkuvasti myös jo oppimaansa tietoa, kokemuksiensa perusteella oppilas pystyy tekemään parempaa biodieseliä. Kognitiivista oppimiskäsitystä voidaan soveltaa hyvin biodieselin valmistuskoulutukseen. Koulutuksen aikana tehdään erilaisia kokeita ja vertailuja ”tutkiva oppiminen”

Opetustilanteessa käytännön osiossa on ongelmallista oppilaan osallistuminen työskentelyyn, koska käsitellään vaarallisia aineita ja suojavaikkeitä, joiden käsittely vaatii harjaantumista. Oppilastyöskentely ohjatusti onnistuu pienryhmissä mutta isot ryhmät >7 henkilön ovat ongelmallisia. Prosessissa lämpö, sekoitus ja kemikaalit aiheuttavat opiskelijan osallistumiselle rajoitteita sekä turvallisuus riskejä. Laadun analysointiin, öljynpuristukseen, vesipesuun, kuivaamiseen ja suodatukseen voi opiskelijat turvallisesti osallistua.

Olen tehnyt näytelaudan, PowerPoint esityksen ja tiedonhakuohjeet netistä joita käytän havainnollistamiseen. Havainnollistaminen auttaa konkretisoimaan opittavaa, vas-

taanottamaan, ymmärtämään, jäsentämään, muistamaan opiskeltavaa asiaa, luomaan virikkeisyyttä, herättämään ja pitämään yllä mielenkiintoa. Tämä opetusmenetelmä soveltuu hyvin vaarallisten aineiden käsittelyä opetettaessa.

Olemme tiimissä ja ohjaavien opettajien kanssa yhteistyössä pohtineet Biopoltto-
ainejalosteet koulutuksen kehittämistä. Meidän kolmen yhteistyö opetuksessa, on kan-
tanut hedelmää. Saamme nykyisin kiitettävää palautetta opetuksestamme.

LÄHTEET

Taskanen, H. 2005. Biodieselkoulutusympäristön kehittämissuunnitelma.

Solio, J. 2005. FuelMeister™ käyttöohje.

Malkki, L. 2006. Rypsiöljyn metyyliesterin paikallinen valmistus ja käyttö. Pro gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Tulli: linkki [Valmisteverotuksen lomakkeet](#)

Viranomaisasiat: [EVIRA](#):lle

LIITTEET

LIITE 1

Biodieselin valmistusprosessin näytelauta sisältää, 19 näytettä biodieselintuotannosta luokassa esitettävässä muodossa.

kuvasarja cd

Biodieselin, valmistusprosessista on myös PowerPoint esitys.

kuvasarja cd

Laskentataulukko Exsell

cd