

# RAPSIÕLI – DIISELMOOTORI ÜKS ALTERNATIIVKÜTUSEID

T. Sõõro

Eesti Maaülikool

**ABSTRACT. Rapeseed oil – one of alternative fuels of diesel engine.** The need to find solutions for problems concerning engine fuels, like the limited oil resources and rise in fuel prices, growing environmental pollution and economic and political tensions, also the necessity not to depend on the energy market, have made alternative fuels, such as bio-fuels, increasingly attractive. The present article gives an outline of using pure rapeseed oil as a possible alternative fuel for diesel engines, its advantages and disadvantages, the technical problems involved; and also how reasonable it is to use them. Rapeseed oil is not a competitive alternative fuel for diesel engines neither now nor will be in the near future. If the state economic policies support production, small scale producing of rapeseed oil and limited use for diesel fuel may be considered. German technologies, rapeseed oil engines and tractors have to be used and experience taken into consideration then.

**Keywords:** diesel engine, fuel, rapeseed oil

## Sissejuhatus

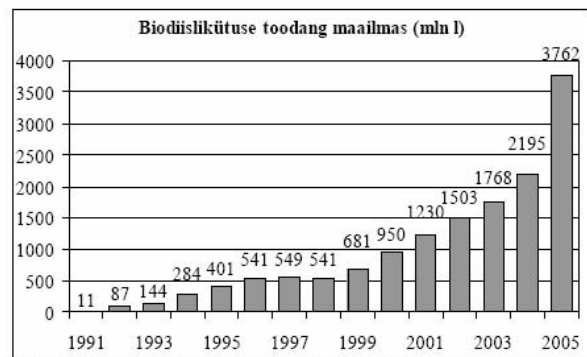
Käesoleval ajal on diiselmootori peamiseks kütuseks naftast toodetud diislikütus. Selle kasutamisel tekib järjest enam probleeme seoses naftavarude piiratud, energia ja kütuste järjest laieneva tarbimise ja keskkonna kasvava saastatusega. Naftavarude piiratus ja suurenev tarbimine on juba põhjustanud energiakriise. Maa- varad, sealhulgas nafta, on jaotunud maakoos ebaühtlaselt. Naftat ning naftatooteid tarbitakse kõige rohkem kõrgelt arenenud riikides ning järjest rohkem kiiresti arenevates riikides (Hiina, India, Korea jt), kellel sageli ei ole piisavalt naftamaardlaid. Siit tuleneb majanduslikke ja poliitilisi pingeid. Ebakindla majandusliku või poliitilise olukorra võimalikkusest johtub vajadus olla energiaga varustamisel sõltumatu. Kõik see sunnib otsima mootoritele alternatiivseid kütuseid, mis aitaksid leevendada kasvavaid probleeme.

Nimetatud probleemid on sundinud sisepõlemismootorite alternatiivkütuste otsingul pöörduma järjest enam taaskasvatatavast toormest toodetud biokütuste poole. Lisaks taastoodetavale toorainele on biokütustel teisigi eeliseid naftast toodetud kütuste ees. Nad põlevad täielikumalt, saastavad vähem keskkonda, taimset päritolu biokütuste tootmise ja tarbimise tsüklis tekib süsihappegaasi ringlus, mis vähendab kasvuhoonegaaside hulka atmosfääris.

Euroopas on enam tarvitataavaks mootorikütuseks diislikütus, mida püütakse vähehaaval asendada biodiislikütusega. Biodiislikütust on toodetud varsti ligemale 20 aastat (joonis 1). Biokütustele hakati Euroopa Liidus suuremat tähelepanu pöörama 2001. aastast alates. Praegu on biodiislikütuse tootmises liidriks Euroopa

Liit, kus toodeti 2006 aastal 79% kogu maailma biodiislikütusest. Suurimad biodiislikütuse tootjad Euroopa Liidus on Saksamaa, Prantsusmaa ja Itaalia.

Viimasel ajal on biodiislikütuse kõrval tõusnud ahvatlevaks alternatiivseks mootorikütuseks mitmel põhjusel taimeõli. Juba Rudolf Diesel katsetas diiselmootoril erinevaid kütuseid, sealhulgas taimeõli, ning demonstreeris 1900. aastal Pariisi maailmanäitusel maapäikliõliga töötavat diiselmootorit. Naftast saadava mootorikütuse suurema energiasisalduse tõttu kaldusid katsetused ja uuringud edaspidi enam naftast toodetava diislikütuse kasuks, mis peagi muutus diiselmootori ainsaks kütuseks. Uuesti hakati huvi tundma taimeõlide kui diiselmootori võimaliku kütuse vastu möödunud sajandi viimasel kümnendil.



Allikad: Rahvusvaheline Energia Agentuur, Earth Policy Institute

**Joonis 1.** Biodiislikütuse toodang maailmas (Ülevaade, 2007)

**Figure 1.** Biodiesel production in the world (Overview, 2007)

Taimeõli kasutamisel diiselmootori kütusena jääb ära vajadus toota taimeõlist diislikütust. Taimeõli on võimalik valmistada suhteliselt lihtsate vahenditega keemilisi vahendeid kasutamata. Tööstusliku suurtootmise kõrval võimaldab väljaarendatud väiketootmise tehnoloogia ettevõtlikel talunikel ja põllumajandusettevõtetel toota taimeõli ja mootorikütust omatarbeks või ka müümiseks lähiturul, vähendades nii sõltuvust kütuseturust.

## Rapsiõli mootorikütusena. Pro et contra

Biodiislikütuse tootmiseks kasutatakse peamiselt rapsi-, päevalille- ja sojaõli, harvem lina-, maapäikli-, oliivi- või mõnda muud õli. Euroopas kasutatakse biodiislikütuse produtseerimiseks valdavalt rapsiõli rapsiseemnete suure õlisisalduse tõttu.

Rapsiõli mootorikütusena kasutamise üheks oluliseks argumendiks on juba eeltoodud taimeõlikütuste

eeliste kõrval rapsiõli soodne energiabilanss (biokütuse tootmiseks kulutatud energia suhe toodetud biokütuse energiasse). Kui biodiislikütuse energiabilanss on 0,4, siis rapsiõlil on see 0,22 ning naftast toodetud diislikütuse energiabilanss on 0,18 (Remmele, 2007; Biomassi, 2008).

Rapsiõli eelised ja puudused tulenevad selle erinevatest omadustest võrreldes diislikütuste omadustega (tabel 1).

Rapsiõli oluliselt suurema hapnikusalduse (10,8%) tõttu võrreldes naftast toodetud diislikütusega põleb rapsiõlikütus täielikumalt kui diislikütus, samas väheneb süsinikoksiidi ja süsivesinike ning tahkete osakeste sisaldus heitgaasides.

Rapsiõli ja naftast toodetud diislikütuse võrdlevat katsetamisel on saadud üsna ühesugune mootori termi-

line kasutegur (Labeckas, 2005). Rapsiõlikütuse korral on mootori kasutegur keskmistel ja suurtel koormustel õige vähe kõrgem (0,39) kui tavadiislikütuse kasutamisel (0,38). Vaid väga väikesel koormusel on mootori kasutegur rapsiõlikütuse korral väiksem kui tavadiislikütuse kasutamisel. Mootori suuremat kasutegurit keskmistel ja suurtel koormustel rapsiõlikütuse kasutamisel seletatakse rapsiõli suurema hapnikusaldusega ja sellest tingitud täielikuma põlemisega.

Rapsiõli (nagu ka biodiislikütuse) oluliseks erinevuseks naftast toodetud diislikütusest on tema väga väike väävlisisaldus (0,04–0,002%), seepärast ei teki mootori suurtel koormustel gaaside kõrgel temperatuuril silindris sulfaate.

**Tabel 1.** Diisli- ja rapsiõlikütuse omadused (Labeckas, 2005)

**Table 1.** Diesel fuel and rapeseed oil properties (Labeckas, 2005)

Omaduse parameetrid	Diislikütus	Rapsiõli
Keemiline valem	$C_{13}H_{24}$	$C_{57}H_{105}O_6$
Tihedus 15 °C juures, $g\ (cm^3)^{-1}$	0.842	0.916
Viskoossus 40 °C juures, $mm^2\ s^{-1}$	2.94	38.0
Leekpunkt, °C	68	220–300
Filtri ummistumise temperatuur, °C	–5	+15
Hangumpunkt, °C	0	+20
Tsetaaniarv	51.6	44–48
Väävlisisaldus, $mg\ kg^{-1}$	33	2
Saastatus, $mg\ kg^{-1}$	0.2	25
Joodiarv, $J_2\ g\ (100\ g)^{-1}$	6	111
Happearv, $mg\ KOH\ g^{-1}$	0.06	2.0
Hapnikusaldus, max %	0.4	10.8
Hapniku ja vesiniku suhtarv, $C\ H^{-1}$	6.9	6.5
Alumine kütteväärtus, $MJ\ kg^{-1}$	42.55	36.87
Teoreetiline õhu-kütusesuhe, $kg\ kg^{-1}$	14.45	12.63
Tuhasisaldus, massi-%	0.01	0.01
Niiskusesisaldus, $mg\ kg^{-1}$	28	75

Rapsiõlikütuse oluliselt kõrgem leekpunkt (220–300°C) võrreldes diislikütusega tagab suurema tuleohutuse kütuse transpordil ja hoiustamisel. Turvameetmed eelkõige rapsiõlikütuse transpordil, aga ka hoiustamisel kujunevad seetõttu paljudel juhtudel lihtsamaks.

Rapsiõlil on head määrimisomadused. Mootori töötamisel rapsiõlikütusel või ka rapsiõlilisandiga diislikütust kasutades ei täheldata mootori kulumise intensiivistumist (mootori määrideõli keemilisel analüüsil ei täheldata määrideõli saastumist metallidega) (McDonnell *et al.*, 1999; Blaube, 2006).

Võrreldes diislikütusega on rapsiõli lekke korral vähem kahjulik keskkonnale.

Rapsiõlikütuse üheks puuduseks on selle 11% suurem erikulu võrreldes tavadiislikütusega, mis tuleneb rapsiõli 13,35% väiksemast alumisest kütteväärtusest (Labeckas, 2005).

Rapsiõlikütuse suur joodiarv ning happearv ja korrodeeriv toime võivad mõjutada mootori värvilisest metallist (messing, vask, tina jt) detaile. Rapsiõli võib kahjustada toitesüsteemi kummidetaile (tihendid).

Rapsiõlil on mineraalõliga võrreldes suurem kalduvus reageerida vee ja hapnikuga. Vesi võib taimeõlis esile kutsuda rasvhapete lõhustumise (hüdrolüüsi). Hüdrolüüs soodustab taimeõli kiiret bioloogilist vananemist (Labeckas, 2005).

Rapsiõli liigitatakse mootorikütusena esimese põlvkonna mitteprioriteetseks kütuseks, mis võib seada kahtluse alla rapsiõli mootorikütuseks kasutamise otstarbekuse. Rapsiõlikütuse otstarbekuse hindamiseks tuleb vaagida rapsiõli eeliseid ja puuduseid võrreldes naftast toodetud diislikütusega, aga ka arvestada rapsiõli mootorikütuseks kasutamise tehnilisi probleeme, kütuseturu võimalikke arengusuundumusi jmt küsimusi.

## Rapsiõlikütuse kasutamise tehnilisi probleeme

Esimesed kogemused tehniliste probleemide ja raskuste kohta saadi, kui tavadiislimootoriga sõiduki käitamiseks püüti diislikütuse asemel kasutada rapsiõli või toiduõli.

Juba mootori käivitamisel kogeti, et mootorit on rapsiõlikütuse puhul raskem või isegi võimatu käivitada, eriti jaheda ilma korral. Rapsiõli kütusena kasutades oli sageli võimalik mootorit tööle panna üksnes käivituserosooli kasutades. Juba üsna lühikese läbisõidu järel tuli välja vahetada kütusefilter, mis kas ummistus või purunes rapsiõli suurest viskoossusest tingitud suure rõhu tõttu. Pikade külmkäivituste ajal sattus karterisse suur hulk rapsiõli, mis kahandas tunduvalt mootoriõli määrimisvõimet. Taimeõlide põlemisel tekkis mootoris tõrv- ja vaikkeid, mis mootori detailidele ladestudes häirisid mootori tööd (pihustivad ummistusid, kolvirõngad pigitusid kinni) (Labeckas, 2005; Blaube, 2006).

Kogeti, et vanemad eelpõlemiskambriga mootorid taluvad taimeõli (või ka taimeõlilisandit diislikütuses) paremini kui uued otsesissepritsemootorid. Taimeõlikütuste kasutamisel oli rohkem tõrkeid mootoritel, millel on ühisanumaga (*common rail*) toitesüsteemid, mille toitepump asub kütusepaagis, millel kasutatakse jaotur-kõrgrõhupumpa.



**Joonis 2.** Rapsiõlikütuse kasutamisel purunenud filter (Labeckas, 2005)

**Figure 2.** The filter that failed when using rapeseed oil fuel (Labeckas, 2005)

Rapsiõli kasutamine diiselmootori kütuseks põhjustas toitesüsteemi tõrkeid, samas üsna sageli ei täheldatud üldse mingeid mootori põhimehhanismide kahjustusi ega mootori kiirenenud kulumist (McDonnell *et al.*, 1999; Blaube, 2006).

Usaldusväärsemate andmete saamiseks on uuritud rapsiõli diiselmootori kütusena ning tulemusi on rakendatud mootorite arendamisel rapsiõlikütuse tarvis.

Rapsiõli enam kui kümme korda suurema viskoossuse tõttu (võrreldes diislikütusega) läbib ta halvasti kütusefiltreid ja põhjustab toitesüsteemi pumba ja pihustite suurt koormust, lühendades nende kasutusiga. Soojendusega filtrid ummistuvad. Rapsiõli temperatuuri tõstmine kuni 50°C-ni ei mõjuta oluliselt rapsiõli rõhulangust ning vooluhulka filtris. Alles temperatuuri tõstmine üle 60°C vähendab rõhku filtris ning suurendab rapsiõli vooluhulka (Labeckas, 2005). Toitesüsteemi pumppihustitel põhjustavad rapsiõlis leiduvad hapnikumolekulid kavitatsioonikahjustusi.

Rapsiõli suur viskoossus, halb lenduvus ning kõrge leekpunkt võivad mootori väikestel koormustel ja gaaside madala temperatuuri korral silindris põhjustada probleeme kütuse isesüttimisele. Suure viskoossusega õli pihustub halvasti ning piisad jaotuvad põlemiskambris ebaühtlaselt. Pihustumisel moodustuvad suured piisad ei põle täielikult ära. Mootori detailidele tekib karbonaatne sade, mootori määrideõli saastub.

Turbiinilabadele sadestunud põlemata rapsiõli muudab turbolaaduri labade kuju ning sellest tingitud suureneb turbiini- ja kompressoriratta pöörlemiskiirus (Blaube, 2006).

Häired ilmnevad külma mootori käivitamisel ning mootorite töötamisel väikeste koormustega mootorivõlli väikestel pöörlemissagedustel. Mootorite töötamisel suure koormusega mootorivõlli nimipöörlemissagedusele lähedastel pöörlemissagedustel üle 60°C kuumutatud rapsiõlikütusega häireid ei ilmne (Niinepuu, 2001; Clean, 2008; Using, 2008).

Taimeõlikütuste kasutamisel vajavad mootorid sagedasemat hooldamist. Kohati on hinnangud rapsiõlikütuse kohta vastkäivad. Rapsiõli mootorikütusena vajab veel uurimist.

Kõrge tehnilise tasemega tänapäevased diiselmootorid on välja arendatud naftast toodetud diislikütuse kasutamiseks. Ennekõike kõrge viskoossuse ja keemilise ebastabiilsuse tõttu ei ole võimalik puhtast rapsiõli vahetult kasutada tavadiiselmootorites. Alternatiivkütuste (sealhulgas rapsiõli) kasutamisel tuleb mootorit kohandada vastavalt kasutatavale kütusele.

Suure viskoossusega taimeõlikütuste (rapsiõli-kütus) kasutamisel tuleb kütust vedeldada seda eelnevalt soojendades ning toitesüsteemi tuleb kütusele kohandada – tuleb kasutada mehaaniliselt tugevamat kütusefiltrit ning etteande- ja kõrgsurvepumpa, tuleb tõsta pumba rõhku, kasutada suurema avaga pihusteid jm (Clean, 2008; Pflanzenölaugliche, 2008; Umrüstung, 2008). Mootori kohandamine rapsiõlikütusele võib piirduda mootori toitesüsteemiga, aga võib lisaks haarata ka mootori põlemiskambri ja jahutusüsteemi kohandamist ja sekkumist mootori tööprotsesside juhtimisse.

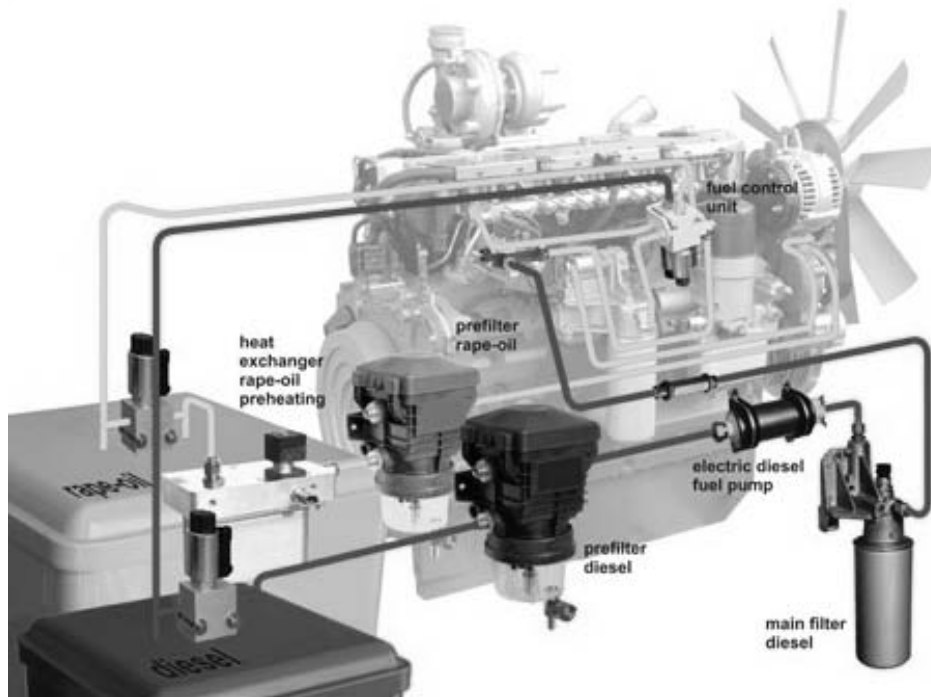
Diiselmootori kõrgetasemelised taimeõlikütusele ümberseadmestamise meetmed, mida rakendatakse ja kombineeritakse omavahel olenevalt mootori tüübist ja ümberseadmestamise kontseptsioonist, oleksid järgmised:

- ✓ kütuse eelsoojendamine kütusejuhtmeis (torud, voolikud), filtrites, pumpades, pihustites;
- ✓ mootori jahutusvedeliku eelsoojendus (käivitamisel);
- ✓ alternatiivsete vastupidavate materjalide kasutamine kolbide ja silindrikaante jaoks;
- ✓ hõõgsoojendusseadmete, pihustiotsakute ja põlemiskambrite modifitseerimine;
- ✓ sekkumine mootori tööprotsesside juhtimisse, pritserõhu ja -ajastuse muutmine;
- ✓ kütuse tuvastamise rakendamine ühelt kütuseliigilt teisele ümberlülitamisel.

On kaks mootori ümberseadmestamise kontseptsiooni – ühe ja kahe kütusepaagiga ümberseadmestamise kontseptsioon.

Kahe kütusepaagiga toitesüsteemi korral (joonis 3) lisatakse mootori toitesüsteemi lisakütusepaak, mis varustab külma mootorit käivitamisel ja mootori soojenemisel ning väikese koormusega töötamise ajal taimeõlikütusest paremini süttiva tavadiislikütusega. Sõiduki põhikütusepaak on taimeõlikütuse tarvis. Kahe kütusepaagiga toitesüsteemi korral käivitatakse külm mootor diislikütust kasutades ja alles pärast mootori soojenemist töötemperatuurini toimub toitesüsteemi ümberlülitamine taimeõlikütusele. Töötamise lõpetamisel lülitatakse

mootor ümber diislikütusele ja mootori toitesüsteem uhitakse mõne minuti jooksul läbi diislikütusega, et kergesti süttiv diislikütus oleks kättesaadav mootori käivitamisel, kui mootori temperatuur on langenud. Taoline toitesüsteem hoiab ära külma mootori käivitamisega kaasnevad probleemid (Umrüstung, 2008; Clean, 2008). Kahe kütusepaagiga toitesüsteemid on täiendavalt varustatud kütuse eelsoojendusseadmete ja kütuse etteande ümberlülitamist elektrooniliselt juhtiva süsteemiga.



**Joonis 3.** Firma Deutz AG rapsiõlimootori toitesüsteem (Deutz, 2008)  
**Figure 3.** Deutz fuel management system (Deutz, 2008)



**Joonis 4.** Tarvikute komplekt mootori seadmestamiseks taimeõlikütusele (ATG Heated, 2008)  
**Figure 4.** Vegetable oil kit for diesel engine (ATG Heated, 2008)

Ka ühe paagiga toitesüsteem on võimalik, kui toitesüsteemi seadmed on vahetatud selliste vastu, mis tagavad taimeõli hea pihustamise ja on vastupidavad taimeõlikütuse pikaajalisel kasutamisel.

Tänu nõudlusele pakub suur hulk firmasid teenuseid diiselmootori ümberseadmestamiseks tavadiislikütusele taimeõlikütusele (peamiselt rapsiõlikütusele). Näiteks firma Dieselveg pakub seadmete komplekti Heated Oil Kits mootori seadmestamiseks rapsiõlikütuse kasutamiseks (joon. 4). Komplektis on taimeõli soojendamiseks mootori jahutussüsteemiga ühendatav soojusvaheti ning elektriline soojendi Diesel Therm.

Enamus diiselmootorite rapsiõlikütusele ümberseadmestamiseks pakutavaid komplekte on mõeldud sõiduaudode diiselmootorite jaoks.

## Rapsiõlikütuse otstarbekusest

Rapsiõli diiselmootori kütuseks kasutamise otstarbekus sõltub mitmetest asjaoludest, nagu majanduslik tasuvus, alternatiivsete kütuste energiabilanss, strateegilised eesmärgid jmt.

Praegu on rapsiõlikütus veel kallim naftast toodetud diislikütusest, kuid nafta ja mootorikütuste kallinemisel naftavarude piiratudest johtuvalt võib rapsiõli hind osutada edaspidi võrreldavaks naftast toodetud diislikütuse hinnaga. Seda eriti siis, kui rapsiõli kütusena ei koormata maksudega (nagu näiteks Saksamaal). Sisepõlemismootorite tulevikukütused on sünteetilised kütused. Eeldatavasti tuleb sünteetilise diislikütuse hind kõrgem biodiisli- või rapsiõlikütuse hinnast.

Majandusliku sõltuvuse vähendamiseks kütuseturust on ilmselt otstarbekas omada võimalust tarvitada mitut erinevat alternatiivset kütust. Majandus-, energia-, poliitilise vm kriisi mõju on pehmem, kui on võimalik kasutada alternatiivseid kütuseid. Rapsiõli väiketootmisel ja omatarbeks kasutamisel või ka lähiturul müümisel on positiivseteks külgedeks tootmise suur paindlikkus turu nõudmistele kohandumisel ning väiksem ettevõtlu-risk (eriti kui rapsiõli toodetakse erinevatel kasutusseemärkidel), väikesemahuline transport ja väikesed transpordikulud, väike energiavajadus tootmisel, keskkonnasäästlik tootmine, kuna rapsiõli tootmisel ei pea kasutama kemikaale ning ei teki heitvett.

Biokütuste energiabilanss oleneb olulisel määral looduslikest tingimustest, nagu kliimavööndist ja mullaviljakusest. Saksa teadlaste arvutuste põhjal on Saksamaal rapsiõli energiabilanss üsna lähedane naftast toodetud diislikütuse energiabilansile. Põhjamaades on ilmselt biokütuste ja naftast toodetud kütuste energiabilansi erinevus suurem.

Rapsiõlikütuse otstarbekust sunnib kaaluma asjaolu, et maailma sellises kõrgelt arenenud riigis nagu Saksamaa on üle 200 väikeettevõtte tootnud rapsiõli oma tarbeks ja müügiks lähiturul (sealhulgas diiselmootori kütuseks) juba 5 aastat. 2007. aastal loetleti juba 577 rapsiõli tootvat väikeettevõtet (joonis 5).

Samuti sunnib rapsiõlikütuse otstarbekust vaagima asjaolu, et diiselmootoreid tootev ja arendav firma Deutz AG on põhjalike uuringute ja labor- ning välikatsetuste põhjal välja töötanud kõrgetasemelised rapsiõlikütusel töötavad diiselmootorid TCD 2012 ja TCD 2013 (joonis 6), mida kasutavad oma traktoritel traktorihitusfirmad Deutz-Fahre ja Agco-Fendt. Nimetatud rapsiõlimootoritel on firma Deutz AG poolt loodud elektronjuhtimisega ühisanumaga toitesüsteem. Firma Deutz AG rapsiõlimootorite heitgaasid on piisavalt puhtad ning vastavad ka tulevastele rangetele heitgaasinormidele. Mootori- ja traktorifirmad kinnitavad, et rapsiõlimootorid on sama töökindlad kui tavadiiselmootorid ning annavad neile tavadiiselmootorite ja traktoritega võrdväärseid garantiid.

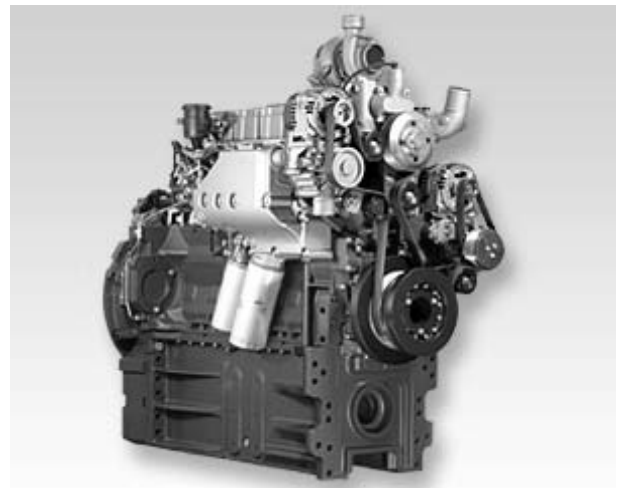
Saksa teadlased on uurinud rapsiõli tootmistehnoloogiasid, tootmiseseadmeid, toorainet ja väiketootjate toodetud rapsiõli kvaliteeti. Uurimistulemustest on tehtud mahukas ülevaade ja on välja töötatud tehnoloogia ja üksikasjalikud soovituselised kvaliteetse rapsiõli tootmiseks väikeettevõtetes (Remmele, 2007).

On ilmne, et rapsiõli ulatuslikumat kasutamist diiselmootori kütusena pidurdab vähene informeeritus, aga ka kütuse- ja mootori- ning traktorihitusfirmade teatav vastuseis rapsiõlikütusele. Rapsiõli ulatuslikum kasutamine diiselmootori kütusena nõuab täiendavaid investeeringuid nii mootorite ja traktorite tootjatelt kui ka traktorite ja autode kasutajatelt.



**Joonis 5.** Rapsiõli väiketootjate paiknemine Saksamaal (Remmele, 2007)

**Figure 5.** Rapeseed oil decentralized producers in Germany (Remmele, 2007)



**Joonis 6.** Firma Deutz AG diiselmootor TCD 2013 (TCD, 2008)

**Figure 6.** Deutz AG diesel engine TCD 2013 (TCD, 2008)

Rapsiõli ei konkureeri praegu ega lähemas tulevikus diiselmootori alternatiivkütuseks, vähemalt mitte suurtootmisel. Soodsa riikliku majanduspoliitika toel võib rapsiõli väiketootmine ja piiratud kasutamine diiselmootori kütusena osutada otstarbekaks, kui rakenda Saksamaa kogemusi, seal väljaarendatud tehnoloogiasid, rapsiõlimootoreid ja -traktoreid.

## Kasutatud kirjandus / References

- ATG Heated Oil System. 2008.  
(<http://www.dieselweg.com/prod01.htm>)
- ATG Vegetable Oil Kit. 2008.  
([http://dieselveg.com/veg\\_oil\\_kit.htm](http://dieselveg.com/veg_oil_kit.htm))
- Biomassi tehnoloogiuuringud ja tehnoloogiate rakedamine Eestis. 2008. Tallinna Tehnikaülikool (Lep7028, vastutav täitja Villu Vares).  
([http://www.bioenergybaltic.ee/bw\\_client\\_files/bioenergybaltic/public/img/File/Lep7028WFinalB.pdf](http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Lep7028WFinalB.pdf))
- Blaube, W. 2006. Lõbu sai läbi. – Auto Bild Eesti, 8, 42–43.
- Clean Green Diesel To Vegetable Oil Engine Conversions UK. 2008. (<http://www.dieselweg.com>)
- Deutz engines for operation with bio-fuels. (2008).  
([http://www.deutz.com/live\\_deutz\\_com/html/default/8a85818a167b73ea0116afbe26576bc2.en.html](http://www.deutz.com/live_deutz_com/html/default/8a85818a167b73ea0116afbe26576bc2.en.html))
- Labeckas, G., Slavinskas, S. 2005. Performance of direct-injection off-road diesel engine on rapeseed oil.
- McDonnell, K. P., Ward, S. M., McNulty, P.B. 1999. Results of engine and vehicle testing of semi-refined rapeseed oil. Universiti College Dublin, Dept. of Agricultural & Food Engineering, Ireland.  
(<http://www.regional.org.au/au/gc/irc/6/214.htm>)
- Niinepuu E. 2001. Rapsiõli mootorikütusena. – Maa-majandus, 4, lk 42.
- Pflanzenöltaugliche Motoren. 2008. Technologie- und Förderzentrum.  
(<http://www.tfz.bayern.de/biokraftstoffe/16678/>)
- Remmele, E. 2007. Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. Handbuch. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 83 s.
- TCD 2013 The Agricultural Engine. 2008.  
([http://www.deutz.com/live\\_deutz\\_products/html/display/engine?engineKey=8a85818a167b73ea0116afbe26576bc2&count=37](http://www.deutz.com/live_deutz_products/html/display/engine?engineKey=8a85818a167b73ea0116afbe26576bc2&count=37))
- Umrüstung auf Pflanzenölbetrieb. 2008. Technologie- und Förderzentrum.  
(<http://www.tfz.bayern.de/biokraftstoffe/16695/>)
- Using Vegetable oil as a diesel fuel. 2008.  
(<http://www.vegetableoildiesel.co.uk/>)
- Ülevaade Eesti biokütuste turust 2006. aastal. 2007. Eesti konjunktuuriinstituut, Tallinn, 83 lk.  
([http://www.bioenergybaltic.ee/bw\\_client\\_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biokytuste\\_2006a\\_turu\\_ylevaate\\_lopparuanne.pdf](http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biokytuste_2006a_turu_ylevaate_lopparuanne.pdf))

## Rapeseed oil – one of alternative fuels of diesel engine

T. Sõõro

*Estonian University of Life*

### Summary

The main fuel for diesel engines is diesel fuel produced of oil, which causes an increasing number of problems due to the limited oil resources, extending use of energy and fuels, also the growing pollution of our environment. Therefore alternative engine fuels are being worked out, also increasing attention is turned on biofuels produced of renewable sources. Vegetable oils as a possible alternative for engine fuels came to limelight in the last decade of the previous century.

The advantages and disadvantages of rapeseed oil (compared to diesel fuel) stem from its characteristics different from those of diesel fuels (Table 1). The combustion qualities of rapeseed oil are better due to its higher oxygen content (10.8%) compared to diesel fuel produced from oil. Rapeseed oil burns more completely. The engine thermic efficiency has been more or less the same in tests with rapeseed oil and diesel oil (Labeckas, 2005). The relevant difference of rapeseed oil is its very low sulfur content (0.04–0.002%). The lubricating qualities of rapeseed oil are remarkable. In rapeseed oil fuel engines intensified wearing has not been observed (McDonnell *et al.*, 1999; Blaube, 2006). Compared to diesel oil, rapeseed oil leakages are less harmful for the environment.

First and foremost due to its viscosity and chemical instability, pure rapeseed oil can not be used in regular diesel engines. A regular engine is hard or impossible to start if rapeseed oil is used. Fuel filters clog or get broken after short runs already. During long cold starts big amounts of rapeseed oil enter the crankcase, which will affect and worsen the lubricating properties of the engine oil. High viscosity oil does not atomize well, the big droplets will not burn fully. When burning vegetable oils in regular engines, tar and resin substances result which precipitate on engine details and harm it (Labeckas, 2005; Blaube, 2006).

Vegetable oil fuels affect more the engines that have common rail fuel injection systems, the feeding pump is in the fuel tank, distributor type injection pump is used. One of the disadvantages of rapeseed oil is its 11% higher specific fuel consumption compared to regular diesel oil, which results from 13.4% lower calorific value compared to diesel fuel (Labeckas, 2005). The high iodine value and acid value of rapeseed oil fuel, also its corrosive effect may spoil the nonferrous metal (like brass, copper, tin etc.) details of the engine. The problems occur when starting a cold engine and when the engine is working on low loads with low angular speed. When the engine load is high and the angular speed is close to rated angular speed, and the temperature of heated rapeseed oil is higher than 60°C, there are no problems (Niinepuu, 2001; Clean, 2008; Using, 2008).

When using high viscosity vegetable oil fuels (rapeseed oil), the viscosity of the fuel has to be lowered by pre-heating it and adjusting the engine to the fuel (Clean, 2008; Pflanzenöltaugliche, 2008; Umrüstung, 2008). Engine adjustments for rapeseed fuel may

include the combustion chamber and cooling system, also the work process of the engine.

Whether it is or is not reasonable to use rapeseed oil as diesel fuel depends on a number of factors, like economic profitability, energetic balance of alternative fuels, strategic aims etc.

If the prices of oil and engine fuels will rise as they have done in the recent years, the price of rapeseed oil may become comparable to diesel fuel produced of oil, especially if rapeseed oil fuel bears no extra burden of taxes (as it is in Germany, for example). To decrease economic dependency from fuel market it is reasonable to have several alternative sources for fuels. The advantages of small-scale rapeseed oil production and local usage (or nearby markets) give great flexibility to that kind of production to comply with the market demands, also lower risks for the entrepreneurs; smaller volume of transport and low transportation costs; little energy demand of production and environment-friendly process. In a well-developed country as Germany, 577 rapeseed oil small producers were to be found in 2007 (Figure 5).

Their production was used by the producers themselves and for nearby markets (including diesel engine fuel).

The company *Deutz AG*, specializing in diesel engines, has done thorough research, laboratory and field tests, which has enabled them to work out high-quality rapeseed-oil diesel engines *TCD 2012* and *TCD 2013* (Figure 6) that are used by tractor companies *Deutz-Fahre* and *Agco-Fendt*. German scientists have studied the production technologies, equipment, raw material and the quality of rapeseed oil produced by small manufacturers. Thorough reports have been made of the studies and the technology, detailed recommendations given for small-scale rapeseed oil production (Remmele, 2007).

Rapeseed oil is not a competitive alternative fuel for diesel engines neither now nor will be in the near future. If the state economic policies support production, small scale producing of rapeseed oil and limited use for diesel fuel may be considered. German technologies, rapeseed oil engines and tractors have to be used and their experience taken into consideration then.