

**VEHNÄN JA RAPSIN KASVIHUONEKAASU-
PÄÄSTÖT VILJELTÄESSÄ NIITÄ BIOPOLTTOAI-
NEIDEN RAAKA-AINEEKSI SUOMESSA**

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/28/EY mukainen laskenta
Artikla 19(2)

Helsinki, 8.4.2010

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	2
2 LÄHTÖTIEDOT.....	3
2.1 Viljelykasvien viljelypinta-alat ja sadot.....	3
2.2 Siemenet.....	3
2.3 Lannoitteiden valmistus ja käyttö	3
2.4 Torjunta-aineiden valmistus ja käyttö.....	4
2.5 Työkoneet	4
2.7 Kuljetukset	4
2.8 Kuivaus	4
2.9 Suorat ja epäsuorat N ₂ O-päästöt	5
2.10 Saanto ja allokointi	6
3 TULOKSET	8
3.1 Vehnäetanoli	8
3.2 Rapsibiodiesel	9
4. YHTEENVETO	10
LÄHTEET	11

1 JOHDANTO

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistäminen (ns. RES-direktiivi) 2009/28/EY artiklan 19(2) mukaan jäsenvaltioiden on 31.3.2010 mennessä toimitettava komissiolle kertomus, joka sisältää luettelon alueista, joilla maatalouden raaka-aineiden viljelystä peräisin olevien tyypillisten kasvihuonekaasupäästöjen voidaan olettaa olevan pienempiä tai samansuuruisia kuin direktiivin liitteessä V olevan D osan ”Eriteltyt oletusarvot viljelylle” -otsikon alla esitetyt päästöt. Lisäksi on laadittava kuvaus luettelon laatimisessa käytetyistä menetelmistä ja tiedoista. Käytettävissä menetelmissä on otettava huomioon maaperän ominaispiirteet, ilmasto ja oletetut raaka-ainetuotot. Maankäytön muutoksista johtuvia hiilivarantojen muutoksia ei kuitenkaan oteta huomioon viljelyn päästöjen laskennassa, vaan tälle on oma erillinen kohtansa polttoaineen käytöstä aiheutuvien kokonaispäästöjen laskukaavassa.

Allokointi polttoaineen (etanoli, biodiesel) ja sivutuotteen kesken on tehtävä niiden alemman lämpöarvon mukaan, oli sivutuotteen loppukäyttötapa mikä hyvänsä. Eli vaikka etanolin tuotannosta syntyvä rankki käytettäisiin rehuksi, on allokointi tehtävä oletuksella, että rankki poltetaan.

Viljelyn päästöjen oletusarvot pitävät sisällään viljelyprosessin päästöt (työkoneiden päästöt ja lannoitteiden käytön päästöt, maaperän N₂O-päästöt), raaka-aineen korjuun päästöt (työkoneiden päästöt) sekä viljelyssä käytettävien kemikaalien tai tuotteiden tuotannosta aiheutuvat päästöt (lannoitteiden ja torjunta-aineiden valmistus).

Suomessa todennäköisimmät ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet olisivat etanoli vehnästä tai ohrasta ja biodiesel rypsistä tai rapsista. Tässä selvityksessä on laskettu viljelystä aiheutuvat päästöt vehnälle ja rapsille, koska niille on olemassa oletusarvot direktiivin liitteessä V.

Direktiivin liitteessä V on annettu seuraavat kasvihuonekaasujen oletusarvot:

- etanoli vehnästä 23 g CO₂-ekv./MJ
- biodiesel rapsista 29 g CO₂-ekv./MJ.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 Viljelykasvien viljelypinta-alat ja sadot

Direktiivin mukaan tarkastelu tulisi suorittaa NUTS 2 -aluejakoa, tai sitä alhaisempaa aluejakoa, noudattaen. NUTS 2 -alueet ovat seuraavat:

- Itä-Suomi (Etelä-Savo, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala, Kainuu)
- Etelä-Suomi (Uusimaa, Varsinais-Suomi, Häme, Kaakkois-Suomi)
- Länsi-Suomi (Satakunta, Pirkanmaa, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa)
- Pohjois-Suomi (Pohjois-Pohjanmaa, Lappi)
- Ahvenanmaa.

Taulukossa 1 on esitetty keskimääräiset satotasot NUTS 2 -alueilla. Satotasot on laskettu TE-keskusten keskisadoista vuodelta 2009.

Taulukko 1. Eri viljelykasvien keskimääräiset sadot (kg/ha) NUTS 2 -alueittain.

Alue	Vehnä	Rapsi
Itä-Suomi	3225	-
Etelä-Suomi	4110	1973
Länsi-Suomi	4008	1813
Pohjois-Suomi	3430	-
Ahvenanmaa	3920	-

2.2 Siemenet

Siementen keskimääräinen käyttö eri kasveilla on seuraavanlainen (Virtanen ym. 2009, Lassi & Tulisalo 2009):

- vehnällä 274 kg/ha
- rapsilla 10 kg/ha

Kun vehnän siemensato on noin 4000 kg/ha ja rapsin 1700 kg/ha, ovat siementen aiheuttamat päästöt vehnällä noin 7 % koko viljelyn päästöistä ja rapsilla noin 5 %.

2.3 Lannoitteiden valmistus ja käyttö

Lannoitteiden valmistuksen tiedot perustuvat Yaralta saatuihin tietoihin, jonka mukaan päästöt ovat 2,9 kg CO₂-ekv./kg N. Yaralta saadun tiedon käyttäminen tässä yhteydessä perustuu siihen, että Yara on markkinajohtaja Suomen lannoitemarkkinoilla. Suomessa käytetään NPK-lannoitteita, joiden typpimäärä vaihtelee, mutta typen valmistuksen ollessa hallitsevin päästöjen aiheuttaja, voidaan lannoitteiden päästöt ilmaista ja laskea lannoitteen sisältämää typpikiloa kohden (Luomanperä 2009).

Lannoitteiden käyttömäärät perustuvat Ympäristötuen sitomusehtojen sallittuihin lannoitusmääriin (Maaseutuvirasto 2009). Käytetyt typpilannoitteen määrät on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Typpilannoitteen käyttömäärät

	kg N/ha
Vehnä	100
Rapsi	100

2.4 Torjunta-aineiden valmistus ja käyttö

Torjunta-aineiden valmistuksesta aiheutuvat päästöt ovat (Ahlgren ym. 2009):

- 4,92 kg CO₂/kg
- 0,00018 kg CH₄/kg
- 0,0015 kg N₂O/kg.

Torjunta-aineiden käyttömäärät perustuvat Agrimarketin (2009) kasvuohjelmiin ja K-maatalouden (2010) viljelyoppaaseen, koska viljelijöiden oletetaan toimivan näiden suositusten mukaisesti. Torjunta-aineita oletetaan käytettävän 2 kg/ha. Käytettävissä olevat torjunta-aineet ja niiden käyttömäärät voivat tulevaisuudessa muuttua, mutta torjunta-aineiden käytöstä aiheutuvat päästöt ovat marginaalisia, joten sillä ei ole suurta merkitystä lopputulokseen.

2.5 Työkoneet

Tarkastelussa on perinteinen viljelymenetelmä, jonka työvaiheita ovat maanmuokkaus (kyntö ja äestys), kylvö ja lannoitus yhtä aikaa, torjunta-aineiden levitys, viljoilla ja rapsilla puinti ja sadon kuljetukset. Oletuksena on, että 10 % työkoneissa käytetystä polttoaineesta on biopolttoainetta (Mikkola ja Ahokas 2010).

2.7 Kuljetukset

Lannoitteiden kuljetuksista aiheutuvia päästöjä laskettaessa kuljetusmatkaksi on arvioitu 200 km. Lisäksi on oletettu, että lannoitteet kuljetetaan valmistuspaikalta käyttöpaikalle täysperävaunuyhdistelmällä, joka on täynnä (40 tonnia) ja paluukuormat ovat tyhjiä. Päästötiedot ovat VTT:n LIISA-tietokannasta. Ahvenanmaalle lannoitteet joudutaan kuljettamaan laivalla, mutta sitä ei tässä tutkimuksessa ole huomioitu, koska kuljetuksesta aiheutuvat päästöt ovat marginaalisia.

2.8 Kuivaus

Bioenergian (hake ja bioöljy) käyttö on jo melko yleistä viljojen ja öljykasvien kuivauksessa. Vilja puidaan yleensä 18–23 %:n kosteudessa ja kuivataan 14 %:n kosteuteen säilytystä varten. Rapsi puidaan myös noin 20 %:n kosteudessa, mutta puintia voidaan siirtää ilmojen salliessa myös myöhemmäksi, koska ne eivät varise helposti. Rapsi kuivataan

puinnin jälkeen 9 %:n kosteuteen. Viljeltäessä vehnää bioetanolin raaka-aineeksi, voitaisiin myös vehnän puintia siirtää myöhemmäksi, koska etanolin raaka-aineena sen sakoluvun ei tarvitse olla yhtä hyvä.

Laskelmassa vilja ja rapsi puidaan 18 %:n kosteudessa. Kuivauksessa käytettävästä energiasta on bioenergiaa (hake + bioöljy). Hakkeen valmistuksessa kuluvan polttoaineen lähteenä on Tuukkanen 2007.

2.9 Suorat ja epäsuorat N₂O-päästöt

Dityppioksidia vapautuu maaperästä mikrobitoiminnan aiheuttamien nitrifikaatio- ja denitrifikaatioprosessien seurauksena. Prosessien voimakkuuteen ja dityppioksidin muodostumiseen ja vapautumiseen vaikuttavat monet tekijät, joita ovat muun muassa typen määrä ja kemiallinen olomuoto, maan happitila, pH, kosteus, lämpötila ja liukoisen hiilen määrä. IPCC:n ohjeiden mukaan maatalousmaiden N₂O-päästöjen arvioinnissa tulee ottaa huomioon lisääntyneestä typpikuormituksesta aiheutuvat suorat ja epäsuorat N₂O-päästöt (Pipatti ym. 2000).

Maaperän suorat N₂O-päästöt muodostuvat lannoitteiden käytön ja kasvitähteiden (crop residues) aiheuttamista N₂O-päästöistä. Lannoitteiden käytöstä aiheutuvien päästöt lasketaan yhtälöllä 1 (IPCC 2006).

$$N_2O_{fert} = N_{fert} \cdot (1 - Frac_{GASF}) \cdot EF \cdot \frac{44}{28} \quad (1)$$

missä N_{fert} on käytetyn typen määrä (kg)
 $Frac_{GASF}$ on haihtuva osuus tyyppistä (0,1)
 EF on päästökerroin (0,01 kg N₂O-N/kg N).

Kasvitähteistä aiheutuvien N₂O-päästöjen laskennassa tulee ottaa huomioon sekä kasvin maanpäällinen biomassa että maanalainen biomassa (juuret) (IPCC 2006). Kasvitähteistä aiheutuvat päästöt lasketaan yhtälöllä 2.

$$N_2O_{kasvitähde} = (m_{olki} \cdot N_{olki} + m_{juuret} \cdot N_{juuret}) \cdot EF \cdot \frac{44}{28} \quad (2)$$

missä m_{olki} on maanpäällisen biomassan määrä (kg)
 N_{olki} on maanpäällisen biomassan typpipitoisuus (%)
 m_{juuret} on maanalaisen biomassan määrä (kg)
 N_{juuret} on maanalaisen biomassan typpipitoisuus (%)
 EF on päästökerroin (0,0125 N₂O-N/kg N).

Kasvin maanpäällinen biomassa lasketaan satoindeksin (Harvest Index, HI) avulla. Satoindeksi tarkoittaa korjatun sadon kuiva-aineen suhdetta maanpäälliseen kokonaisbiomassaan. Satoindeksit ovat vehnälle 0,45 ja rapsille 0,35 (Pahkala ym. 2009). Vehnän ja

rapsin maanalaisen biomassan määrä on 22 % maanpäällisestä biomassasta (Ahlgren ym. 2009).

Maaperän N₂O-päästöistä on ollut tapana vähentää vertailumaankäyttötavan päästöt, joka yleensä tarkoittaa kesantoa. JRC (2007) raportissa vertailumaankäyttö oli vähennetty, koska tutkimuksessa oli käytetty mitattuja arvoja ja myös lannoittamattomille pelloille oli mitattu pieniä N₂O-päästöjä. Raportissa kuitenkin todettiin, että mitatut päästöt olivat huomattavasti suuremmat kuin IPCC:n kertoimilla lasketut päästöt.

Tässä tutkimuksessa päätettiin vertailumaankäyttö vähentää. Vähennys suorista N₂O-päästöistä on 0,32 kg N₂O-N/ha eli 148,8 kg CO₂-ekv./ha (Ahlgren ym. 2009).

Epäsuorat N₂O-päästöt muodostuvat lannoitteiden käytöstä aiheutuvasta typen haihdunnasta ja valunnasta ja lasketaan yhtälön 3 mukaisesti.

$$N_2O_{epäsuora} = \left(N_{fert} \cdot Frac_{GASF} \cdot EF_{GASF} + N_{fert} \cdot Frac_{LEACH} \cdot EF_{LEACH} \right) \cdot \frac{44}{28} \quad (3)$$

missä	$Frac_{GASF}$	on haihtuva osa tpeestä (0,1)
	EF_{GASF}	on päästökerroin haihtuvalle osalle (0,01 kg N ₂ O-N/kg N)
	$Frac_{LEACH}$	on valuva osa tpeestä (0,15)
	EF_{LEACH}	on päästökerroin valuvalle osalle (0,0075 kg N ₂ O-N/kg N).

Laskennassa käytetyt kertoimet ovat IPCC 2006 ohjeiden mukaiset, paitsi valuva osa tpeestä on kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukainen, koska se kuvaa paremmin Suomen tilannetta (Statistics Finland 2009).

Myös epäsuorista päästöistä on tehty vertailumaankäytön aiheuttamien päästöjen vähennys. Viherkesannosta aiheutuva typpihuuhtouma on hyvin pieni, noin 5-6 kg/ha vuodessa (Salo 2010) ja tässä on valittu käytettäväksi viiden kilon typpihuuhtoumaa vertailumaalle, joka tarkoittaa CO₂-ekvivalentteina 17,4 kg/ha.

2.10 Saanto ja allokointi

Vehnän etanolisaanto on 7,45 MJ/kg vehnää (Virtanen ym. 2009). Etanolisaanto voi kuitenkin tulevaisuudessa olla hieman korkeampi parempien teknologioiden ja kemikaalien ansiosta, jonka vuoksi saannoksi on oletettu 7,93 MJ/kg vehnää. Myös tulevaisuudessa mahdollisesti viljelyyn tulevat tärkkelysvehnäjalikkeet parantavat etanolisaantoa vehnästä.

Rapsin biodieselsaanto riippuu puristusprosessista (kuuma- tai kylmäpuristus). Bernesson ym. (2004) sanoo biodieselin saannoksi 15,11 MJ/kg rapsia teollisen mittakaavan biodiesel tuotannossa.

Allokointi tulee suorittaa lopputuotteiden lämpöarvojen suhteessa. Etanolin valmistuksen sivutuotteena syntyy rankkia, jonka lämpöarvo on Bernessonin ym. (2006) mukaan 19,51 MJ/kg kuiva-ainetta. Tällöin viljan viljelyn päästöistä allokoidaan 60,8 % etanolille, kun rankkia syntyy noin 1 kg/kg etanolia (Virtanen ym. 2009, Ahlgren ym. 2009). Biodieselin valmistuksen sivutuotteena syntyy rapsipuristetta ja glyserolia. Laajan mittakaavan biodieselin tuotannossa rapsin viljelyn päästöistä allokoidaan biodieselille 64,4 % (Bernesson ym. 2004).

3 TULOKSET

Vehnän ja rapsin osalta on esitetty NUTS 2 -aluejakoa vastaavat päästöt taulukoituina. Laskennan pohjana on kunkin alueen keskisato. Vehnän ja rapsin kuivauksesta aiheutuvat päästöt on esitetty erikseen, koska direktiivin oletusarvojen laskennassa ei kuivauksen päästöjä ole mukana. Suomessa kuivaus kuuluu kuitenkin oleellisena osana viljojen ja rapsin tuotantoprosessiin, jonka vuoksi siitä aiheutuvat päästöt tulisi ottaa mukaan viljelyn päästöjen laskentaan.

3.1 Vehnäetanoli

Taulukossa 3 on esitetty vehnän viljelyn päästöt NUTS 2 -alueilla.

Taulukko 3. NUTS 2- alueet, joilla vehnän viljelyn päästöt alittavat direktiivin oletusarvon 23 g CO₂-ekv./MJ

	Etelä-Suomi	Länsi-Suomi	Ahvenanmaa
Lannoitteiden valmistus	5,41	5,55	5,67
Torjunta-aineiden valmistus	0,20	0,21	0,21
Siemenet	2,04	2,08	2,12
Kuljetukset	0,23	0,24	0,24
Työkoneet	3,57	3,66	3,74
Suorat N ₂ O-päästöt	8,72	8,85	8,97
Epäsuorat N ₂ O-päästöt	1,70	1,75	1,78
Yhteensä	21,88	22,33	22,74
Kuivaus	0,08	0,08	0,08
Yhteensä	21,96	22,41	22,82

Suomessa viljellään tällä hetkellä vain leipävehnää, mutta viljeltäessä vehnää etanolin raaka-aineeksi, olisi JRC:n (2007) raportin mukaan mahdollista saavuttaa 13,5 % korkeampi sato kuin leipävehnän viljelyssä samalla lannoitemäärällä. Ympäristötuen tukiehdot rajoittavat typpilannoituksen käyttöä, jolloin leipävehnän viljelijät pakotetaan jäämään alhaisiin satoihin. Ammattilaiset voisivat Suomen oloissa saada hyvin tuotettua yli 6000 kg/ha satoja, mutta tällöin vehnän valkuaispitoisuus olisi liian alhainen leivontaan (Peltonen 2010), mutta soveltuisi paremmin etanolin raaka-aineeksi. Tällä hetkellä Suomessa ei viljellä tärkkelysvehnälajeja, mutta jos etanolin tuotanto vehnästä yleistyisi, alettaisiin niitä varmasti viljellä. Potentiaalisia satotasoja on kuitenkin hyvin vaikea arvioida, joten laskelmat täytyy tässä vaiheessa tehdä vain nykyisten leipävehnän satotasojen mukaan.

3.2 Rapsibiodiesel

Taulukossa 4 on esitetty rapsin viljelyn päästöt NUTS 2 -alueilla.

Taulukko 4. NUTS 2- alueet, joilla rapsin viljelyn päästöt alittavat direktiivin oletusarvon 29 g CO₂-ekv./MJ

	Etelä-Suomi	Länsi-Suomi
Lannoitteiden valmistus	6,26	6,82
Kalkin valmistus ja käyttö	3,46	3,76
Torjunta-aineiden valmistus	0,23	0,25
Siemenet	1,44	1,43
Kuljetukset	0,18	0,19
Työkoneet	4,14	4,50
Suorat N ₂ O-päästöt	9,78	7,98
Epäsuorat N ₂ O-päästöt	1,76	1,91
Yhteensä	27,25	26,85
Kuivaus	0,07	0,07
Yhteensä	27,32	26,92

4. YHTEENVETO

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistäminen (ns. RES-direktiivi) 2009/28/EY artiklan 19(2) mukaan jäsenvaltioiden on 31.3.2010 mennessä toimitettava komissiolle kertomus, joka sisältää luettelon alueista, joilla maatalouden raaka-aineiden viljelystä peräisin olevien tyyppillisten kasvihuonekaasupäästöjen voidaan olettaa olevan pienempiä tai samansuuruisia kuin direktiivin liitteessä V olevan D osan ”Eritellyt oletusarvot viljelylle” -otsikon alla esitetyt päästöt, jotka ovat:

– etanoli vehnästä	23 g CO ₂ -ekv./MJ
- biodiesel rapsista	29 g CO ₂ -ekv./MJ.

Viljelyn päästöt laskettiin NUTS 2- alueille vehnälle ja rapsille, koska näille löytyy oletusarvot direktiivistä. Lisäksi laskennassa eriteltiin vehnän ja rapsin kuivauksesta aiheutuvat päästöt, koska ne eivät olleet mukana direktiivin oletusarvojen laskennassa. Suomessa viljat ja öljykasvit täytyy kuivata varastointia varten.

Vehnälle direktiivin 2009/28/EY liitteen V D osan oletusarvo 23 g CO₂-ekv./MJ alittuu seuraavilla NUTS 2- alueilla: Etelä-Suomi, Länsi-Suomi ja Ahvenanmaa.

Rapsilla direktiivin 2009/28/EY liitteen V D osan oletusarvo 29 g CO₂-ekv./MJ alittuu seuraavilla NUTS 2- alueilla: Etelä-Suomi ja Länsi-Suomi.

Laskenta sisältää myös paljon epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi maaperän N₂O-päästöt sisältävät erittäin suuren epävarmuuden. Viljelyn päästöjen laskennassa ei myöskään oteta huomioon maankäytön muutoksista johtuvia hiilivarantojen muutoksia, koska tälle on oma erillinen kohtansa polttoaineen käytöstä aiheutuvien kokonaispäästöjen laskukaavassa. Maankäytön muutoksesta aiheutuvan hiilivarannon muutoksen lisäksi myös itse viljely aiheuttaa maaperän hiilivarantoihin muutoksia, joita ei tässä laskennassa ole huomioitu, koska direktiivissä ei ole sanottu pitäisikö se huomioida laskelmissa ja niidenkin osalta on hyvin paljon epävarmuustekijöitä.

LÄHTEET

- Agrimarket 2009. Kasvuohjelmat. Saatavissa: <http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iO=118>
- Ahlgren, S., Hansson, P-A., Kimming, M., Aronsson, P. & Lundkvist, H. 2009. Greenhouse gas emissions from cultivation of agricultural crops for biofuels and production of biogas from manure. 2009-09-08, Revised version. Dnr SLU ua 12-4067/08.
- Bernesson, S., Nilsson, D. & Hansson, P-A. 2004. A limited LCA comparing large- and medium-scale production of rape methyl ester (RME) under Swedish conditions. Biomass and Bioenergy 26 (2004) 545-559.
- Bernesson, S., Nilsson, D. & Hansson, P-A. 2006. A limited LCA comparing large- and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish condition. Biomass and Bioenergy 30 (2006) 46-57.
- IPCC 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 11. N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Saatavissa: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf
- JRC 2007. Well-to-Wheel Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. WELL-to-TANK Report. Version 2c, March 2007. Saatavissa: <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>
- K-maatalous 2010. Viljelyopas. K-maatalouden viljelyohjelma. Saatavissa: http://www.k-maatalous.fi/palvelut/asiakkuus/Documents/Viljelyopas_suomi.pdf
- Luomanperä, S. 2009. Yara Suomi Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 17.12.2009.
- Maaseutuvirasto 2009. Maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2009. Euroopan maa-seudun kehittämisen maatalousrahasto. Saatavissa: http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FKLsan7m/Ymparistotuen_sitomusehdot_2009.pdf
- Mikkola, H. & Ahokas, J. 2010. Suomalaisten peltokasvien energiatase ja nettoenergia Saatavissa: <http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/091.pdf>
- Pahkala, K., Hakala, K., Kontturi, M. & Niemeläinen, O. 2009. Peltobiomassat globaali-na energianlähteenä. Maa- ja elintarviketalous 137.
- Peltonen, J. 2010. Ympäristösäännöt estävät myllyvehnän viljelyyn. Maatilan Pellervo. Helmikuu 2010.

Pipatti, R., Tuhkanen, S., Mälkiä, P. & Pietilä, R. 2000. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt sekä päästöjen vähentämisen mahdollisuudet ja kustannustehokkuus. VTT julkaisu 841. Espoo 2000.

Salo, T. 2010. MTT. Sähköpostiviesti 12.2.2010.

Statistics Finland 2009. Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990-2007. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 8 April 2009.

Tike 2010. Matilda tietopalvelu. Peltokasvitalastot. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Saatavissa: <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/4>

Tuukkanen, S. 2007. Rypsimetyyliesterin tuotantopotentiaali, energiataseet ja kannattavuuslaskelma maatilamittakaavaiselle valmistukselle. Pro Gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto. 1.7.2007.

Virtanen, Y., Usva, K., Silvenius, F., Sinkko, T., Nurmi, P., Kauppinen, T. & Nousiainen, J. 2009. Peltoenergian tuotantojärjestelmien ympäristövaikutukset. Peltobioenergia-hankkeen loppuraportti.