

Katri Pahkala  
MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

EU:ssa eräs keskeinen energia- ja ympäristöpolitiikan tavoite on uusiutuvien energialähteiden käytön edistäminen, jolla pyritään vähentämään jäsenmaiden riippuvuutta tuontiöljystä ja hillitsemään ilmastosta kasvihuonekaasupäästöjä vähentämällä. EU:ssa on tehty päätöksiä uusiutuvan energian osuudesta primäärienergiasta, sähkön kokonaiskulutuksesta ja liikenteen polttoainekäytöstä [1,2,3,4,5]. Suomi on bioenergian käytössä Euroopan kärkimaita. Lähinnä tämä perustuu puun käyttöön lämmön ja sähkön tuotannossa keskisuudessa ja suuressa teollisuudessa. Uusiutuvan energian edistämishjelmassa on kaavailtu, että näiden energianlähteiden käyttöä lisätään noin 30 % vuoden 2001 tasosta vuoteen 2010 mennessä [6]. Myös liikenteen polttoaineiden 5,75 %:n biopolttoaineosuus edellyttää huomattavaa lisäystä bioetanolin ja biodieselin tuotannossa, mikäli aiotaan käyttää kotimaisia raaka-aineita. Käyttämätöntä tai suhteellisen helposti käyttöönotettavaa raaka-ainepotentiaalia on kuitenkin olemassa. Suomen peltoala oli 2,22 milj. ha vuonna 2005 [7]. Ravinnon ja rehujen tuotantoon tarvitaan noin 1,7 - 1,8 miljoonaa hehtaaria peltoa. Energian raaka-aineiden tuotantoon ja muihin non food - tarkoituksiin voitaisiin käyttää silloin 0,5 milj. hehtaaria elintarviketuotantoa vaarantamatta.

## 1. Peltobiomassan hyödyntäminen eri energiamuodoissa

### 1.1 Nestemäiset biopolttoaineet

Viljasta, perunasta tai sokerijuurikkaasta tislattua bioetanolia voidaan käyttää pelkästään tai fossiilisiin polttoaineisiin sekoitettuna ajoneuvojen polttoaineena. EU:n suositus 5,75 % polttoaineista biopohjaisiksi vuoteen 2010 mennessä loisi Suomeen 150 milj. litran etanolimarkkinat.

Biodiesel on vaihtoesteröinnillä valmistettu kasviöljypohjainen dieselmootorin polttoaine (RME, rypsimetyyliesteri). Rypsimensiemen sisältää kasviöljyä noin 44 - 46 % kuiva-aineessa ja rapsi vastaavasti 45 - 50 %. Euroopassa noin 95 % biodieselistä valmistetaan rapsista. Suomessa viljeltävistä öljykasveista kevätropsi on potentiaalisin biodieselin raaka-ainekasvi.

Bioetanolin tuotanto tärkkelys- tai sokeripitoisista raaka-aineista ja biodieseltuotanto vaihtoesteröinnin avulla kasviöljyistä ovat kaupallista teknologiaa ja tuotteet ns. ensimmäisen sukupolven biopolttoaineita. Tulevaisuudessa olkea ja muita selluloosapitoisia raaka-aineita on mahdollista hyödyntää etanolin tuotannossa. Nämä ns. toisen sukupolven polttoaineiden valmistusprosessit ovat vasta tutkimus- tai demonstroituvaiheessa. Myös biodieselprosessi, jossa tuotetaan hiilivedyistä koostuvaa biodieselpolttoainetta käsittelemällä bioöljyraaka-aineita vedyllä, kuuluu toiseen sukupolveen [8]. Biomassasta on mahdollista valmistaa biopolttoaineita myös ns. synteetikaasureitin kautta, jossa biomassasta valmistetusta synteetikaasusta saadaan edelleen jalostamalla korkealaatuista dieselpolttoainetta kuten Fischer-Tropsch -dieseliä, metanolia tai dimetyylieetteriä (DME).

### 1.2 Kiinteät polttoaineet

Ruokohelpi otettiin Suomessa energiakäyttöön 1990-luvulla, kun havaittiin sen keväällä korjatun biomassan soveltuvan myös kiinteäksi polttoaineeksi. Ruokohelpi on monivuotinen heinäkasvi. Vanhimmat viljelykset Suomessa on kylvetty vuonna 1990 [9]. Ruokohelven kuiva-ainesato on noin 4 - 10 t/ha riippuen kasvuston iästä, edellisen kesän kasvuvuoloista ja korjuutappioista. Vuonna 2006 ruokohelpeä oli sopimusviljelyssä yli 17 000 ha. Ruokohelpialan odotetaan laajenevan vuoteen 2012 mennessä 100 000 hehtaariin [7]. Keväällä korjattu ruokohelpi soveltuu kiinteäksi polttoaineeksi sekoitettuna turpeeseen, hakkeeseen tai kuoren ja purun seokseen. Voimalaitoksissa polttoaineseoksen energiasisällöstä ruokohelpeä voi olla korkeintaan noin 10 % [9].

Suomessa viljellään vuosittain yli miljoona hehtaaria viljaa, josta saadaan jyvien lisäksi olkea yli 3 milj. kg kuiva-aineeksi laskettuna. Tästä määrästä vuonna 2005 oli 54 % ohran olkea, 24 % kauran, 21 % vehnän ja 1 % rukiin olkea [10]. Olki soveltuu seospolttoaineeksi suorassa poltossa. Käytettävissä oleva olkimäärä on aina pienempi kuin kokonaisolkimäärä, sillä maahan

jäävä säkki ja korjuutappiot vähentävät olkisatoa. Parhaiten polttoaineeksi soveltuvat vehnän ja rukiin oljet.

### 1.3 Biokaasu (metaani)

Biokaasua tuotetaan mädätysprosessilla, jossa bakteerit hajottavat eloperäistä ainesta hapettomissa oloissa. Muodostuvassa kaasussa on 60 - 70 % metaania ja 30 - 40 % hiilidioksidia. Biokaasua tuotetaan useimmiten lannasta. Biokaasureaktoreiden kaasuntuotantoa voidaan parantaa lisäämällä niihin muuta eloperäistä ainesta kuten aikaisessa kehitysvaiheessa korjattuja peltokasveja. Biokaasulaitokset ovat kannattavimpia kun mädätetään lantaa ja muuta jätettä yhdessä ja tuotetaan useampia tuotteita kuten kaasua ja lannoitetta [11]. Maatiloilla biokaasulla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita sekä lämmityksessä että moottoripolttoaineina. Maatila-kohtaisen laitoksen pitää olla riittävän suuri, jotta laitoksella voidaan hyödyntää koeteltua kaupallista tekniikkaa sähkön ja lämmön yhteistuotantoon [12].

## 2. Ympäristönäkökohtia peltoenergian tuotannossa

Verrattaessa peltokasvien viljelyn ja prosessoinnin vaatimaa energiapanosta polttoaineen energiasältöön todettiin taseen olevan positiivinen, kun huomioitiin myös sivujakeet. Ohraetanolin tuotannossa suhde oli 0,80. Energiasta pääosa kului etanolin valmistusprosessissa. Rypsi RME:n tuotannossa energiapanosten suhde polttoaineen energiasältöön oli 0,49. Ruokohelven tuotantoketjun energiapanoksien suhde kuivan ruokohelven energiasältöön oli 0,08. Oljen korjuun ja kuljetuksen vaatiman energiapanoksen suhde oljen sisältämään energiaan oli noin 0,03 [8].

Energiakasvituotannon vaikutus kasviuonekaasupäästöihin määräytyy sen perusteella, mikä on vertailukohta. Esimerkiksi viljan ja rypsin viljelyn kasviuonekaasupäästöt ovat samanlaiset riippumatta tuotteen loppukäytöstä. VTT:n ja MTT:n yhteistutkimuksessa [8] ohran, rypsin ja ruokohelven energiakäytön kasviuonekaasutaseita laskettaessa päädyttiin vertaamaan viljelyn aiheuttamia päästöjä viljelemättömään maahan, jolloin vertailukohta oli sama kaikilla lasketuilla viljelyketjuilla. Tällöin pääasiassa lannoituksesta, kalkituksesta ja lannoitteiden valmistuksesta aiheutuneet kasviuonekaasupäästöt suurimmillaan ylittivät fossiilisten polttoaineiden päästöt. Jos olki voitaisiin korjata joka toinen vuosi ja hyödyntää sähkön ja/tai lämmön tuotannossa ohraetanolin kasviuonekaasupäästöt pienenisivät 70 – 80 % ja RME:n 100 % [8]. Monivuotisten kasvien (ruokohelvi) viljelyn ilmastovaikutukset ovat hieman pienemmät kuin vuosittain kynnnettävien kasvien varsinkin turvemaidilla, jossa voidaan laskea päästöt eri kertoimilla nurmelle ja viljalle. Kaikkien energiakasvien viljely kuluttaa energiaa, joten vaikutus energiasektorin kasviuonekaasupäästöihin riippuu viljelymenetelmistä ja käytetystä energiamuodosta (fossiiliset/uusiutuvat). Kasviuonekaasupäästöjen vähentäminen edellyttää mahdollisimman energiatehokkaiden viljelymenetelmien kehittämistä ja käyttöönottoa. Pellolla syntyvien päästöjen lisäksi elinkaarianalysissä otetaan huomioon lannoitteiden valmistuksessa ja koneiden käytössä syntyvät päästöt.

Peltoenergian tuotannon kasviuonekaasupäästöt päästöt lasketaan samoin kuin muusta vastaavasta peltoviljelystä. Maatalouden kasviuonekaasupäästöt lasketaan MTT:ssä hallitusten välisen ilmastopaneelin IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) ohjeilla.

## 3. Tarkastelua

Peltokasvien tuotannon bioenergian raaka-aineeksi tulisi olla vähintään yhtä kannattavaa kuin muunkin viljelyn, jotta haluttua tuotantoa syntyisi MMM:n kaavailemat 0,5 milj. hehtaaria. Peltoraaka-aineen riittävyys bioenergiaksi on alueellinen kysymys, sillä kasvien viljelymahdollisuudet ovat erilaiset eri osissa maata. Esimerkiksi rypsin viljelyn lisääminen biodieselin raaka-aineeksi onnistuu parhaiten maan etelä- ja länsiosissa, ehkä myös Keski-Suomessa. Ohra viihtyy pohjoisempanakin. Ruokohelven viljely on mahdollista myös seuduilla, joissa viljan viljely on kannattamatonta, mutta heinäkasvit kasvavat hyvin. Eri jättemateriaalien sekä maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen todellinen käyttökelpoisuus energian raaka-aineena joudutaan selvittämään tapauskohtaisesti. Peltobiomassan kokonaisvaltainen hyödyntäminen sekä ihmisravinnoksi että non food -tuotantoon tarjoaa myös uusia mahdollisuuksia maatalouden elvyttämiselle

ja maaseudun muulle yritystoiminnalle. Tällaisten peltobiomassan integroitujen hyötykäyttöraatkaisujen käyttöönotto vaatii toteutuakseen vielä merkittäviä tutkimus- ja kehittämisspanostuksia.

#### 4. Lähteitä

- [1] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/30/EY liikenteen biopolttoaineiden ja muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä. Bryssel 8.5.2003.
- [2] Euroopan yhteisöjen komissio. Vihreä kirja – Energiahuoltostrategia Euroopalle. KOM (2000) 769 lopullinen. Bryssel 29.11.2000.
- [3] Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle vaihtoehtoisista tieliikenteen polttoaineista sekä toimenpiteistä biopolttoaineiden käytön edistämiseksi. KOM (2001) 547 lopullinen. Bryssel 7.11.2001.
- [4] Euroopan yhteisöjen komissio. Vihreä kirja – Euroopan strategia kestävän, kilpailukykyisen ja varman energiahuollon turvaamiseksi. KOM(2006) 105 lopullinen. Bryssel 8.3.2006.
- [5] Komission tiedonanto. Biomassaa koskeva toimintasuunnitelma. KOM(2005) 628. Bryssel 7.12.2005.
- [6] Uusiutuvan energian edistämishjelma 2003-2006: työryhmän ehdotus. 2003. Uusiutuvan energian työryhmä, pj. Erkki Eskola. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 5/2003. 56 p.
- [7] MMM 2005. Peltoviljelyn tulevaisuuden linjaukset 2005. MMM työryhmämuistio 2005:15.  
[http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005\\_15.pdf](http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2005/trm2005_15.pdf)
- [8] Mäkinen, T., Soimakallio, S., Paappanen, T., Pahkala, K., Mikkola, H. 2006. Liikenteen biopolttoaineiden ja peltoenergian kasvihuonekaasutaseet ja uudet liiketoimintakonseptit. VTT tiedotteita 2357: 134 p. + liitt. 19 p. <http://virtual.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2357.pdf>
- [9] Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E., Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. Maa- ja elintarviketalous 1. 31 p. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>
- [10] Luoma, H., Peltonen, S., Helin, J. & Teräväinen, H. (toim). Maatilayrityksen bioenergian tuotanto. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1027: Tieto tuottamaan 115.
- [11] Lampinen, A., Jokinen, E. 2006. Suomen maatilojen energiantuotantopotentiaalit 2006. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 84. 160 p.  
[http://ebooks.jyu.fi/1795\\_6900/9513924971.pdf](http://ebooks.jyu.fi/1795_6900/9513924971.pdf)
- [12] Hagström, M., Vartiainen, E. Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy. <http://www.mmm.fi/fi/index/julkaisut/tyoryhmamuistiot.html>