

Oljen hyötykäyttöön liittyviä otteita tutkimusraportista:

**”Peltobiomassojen korjuu ja sen ympäristövaikutukset
– kohdealueena Varsinais-Suomi ja Satakunta”**

**Jaana Laurila
Jukka Saarinen**

**Satafood Kehittämisyhdistys ry
17.10.2014**

Koko raportti löytyy osoitteesta:

http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/481%20biotalous%20RAKI/Raportti_Peltobiomassojen_hyodyntaminen_29102014.pdf

4 Saatavissa oleva olki

Määrä

Viljan olkea muodostuu suurin piirtein saman verran kuin jyväsatoakin eli noin 2–4 t ka/ha. Matalaan puiduista, vahvoista viljakasvustoista on saatavissa usean tuhannen kilon olkisatoja. Keskimäärin länsisuomalaiselta viljapelloilta paalataan 2,5 t/ha olkimäärä (Kuusela 2014). Viljojen teoreettista sivuvirtapotentialiaa kuvaa satoindeksi (korjattu sato) suhde maanpäälliseen kokonaisbiomassaan (Pahkala ym. 2009). Yleensä satoindeksi viljoilla vaihtelee 0,40–0,55 välillä. Sivuvirtapotentialiaa vähentää korjuunaikainen biomassan variseminen maahan korjuukoneen ulottumattomiin. Myös puinti pitkään sänkeen vähentää sivuvirtapotentialiaa merkittävästi, koska biomassan määrä on suurin lähempänä maata. Jos sängen pituudeksi jätetään sadonkorjuussa esim. 15 cm, menetetään noin 27 % potentialisesta olkisadosta (Pahkala & Kontturi 2008). Ruotsissa on tutkittu tekniikkaa kasvattaa olkisatoa ohjaamalla puinnissa akanat ja ruumenet mukaan olkikarhoon (Pahkala & Lötjönen 2012). Tällä tavalla oli saatu 14 % suurempi kuiva-ainesato.

Laatu

Oljen käyttökohde vaikuttaa sen laatuvaatimuksiin. Korjattavan oljen pitää olla kuivaa. Polttotarkoitukseen korjattavan oljen kosteuden pitäisi olla alle 20 % käytettävyyden kannalta. Isoissa laitoksissa käytössä olevien paalien repijälaitteiden toiminta vaikeutuu tätä kosteammalla oljella. Olkea voidaan varastoida lyhytaikaisesti ja käyttää kokopaalikattiloissa jopa 25 % kosteudessa (Alakangas 2000; Mattson 2014), mutta ongelmaksi muodostuu kostean polttoaineen alhainen lämpöarvo, korsibiomassojen lämpeneminen ja homehtuminen varastoinnin aikana (Lötjönen ym. 2011). Tämä voi altistaa polttoaineita käsittelevät työntekijät homepölyille. Kostean oljen poltto altistaa kattilan myös kuumakorroosiota aiheuttavien palamistuotteiden syntymiselle.

Jos olkea korjataan paljon, tulee korjuu aloittaa heti puintien käynnistyttyä. Syysviljoilla muodostuu suuri olkimäärä, ja ne myös puidaan viljanpuinnin alkupäässä. Syysviljoja kasvatetaan myös keskimääräistä avoimemmilla ja suurilla lohkoilla, joilla oljen tasainen kuivuminen on varmintä. Myös aikaiset ohrat ja kaurat puidaan varhain. Käytännön kokemuksen mukaan myös näistä on mahdollista saada hyviä olkisatoja.

Useimmissa tapauksissa viljalajilla ei ole merkitystä oljen käytettävyyden kannalta. Ratkaisevaa on kasvuston rehevyys. Hyvä viljasato tuottaa sivutuotteena myös paljon olkea. Riski oljen korjuuolosuhteiden heikkenemisestä kasvaa syksyn edetessä. Vilja kuivuu puitavaksi nopeammin kuin olki paalattavaksi. Yleensä vaaditaan 1–2 sateetonta päivää puinnista ennen kuin olki on tasaisesti kuivunutta.

Jos olki on paalatessa kuivaa, säilyy se hyvänä pitkiäkin aikoja. Oljen kosteus kuitenkin nousee, jos varastointiolot eivät ole kunnossa. Mahdollisuuksien mukaan kosteimmat olkipaalit tai paalit, joiden varastointiolot ovat heikoimmat, kannattaa käyttää ensin. Parhaat polttotarkoitukseen korjatut oljet kannattaa säilyttää talven energiankulutushuippuun ja varastoida kiinteällä alustalla sisätiloissa tai katoksessa, jolloin sadevesi eikä maakosteus pääse kostuttamaan paaleja.

Olki sisältää tyypillisesti noin 4–5 % tuhkaa (Alakangas 2000). Tuhkapitoisuus alenee, jos olki likoaa sateessa pellon pinnalla. Ns. harmaassa oljessa kalsium-, kalium- ja klooripitoisuudet ovat alhaisemmat sateen liuottamisen tuloksena (Sander 1997, Straw to Energy 2011). Harmaan oljen lämpöarvo on myös vasta puitua,

keltaista olkea korkeampi alhaisemman tuhkapitoisuuden ansiosta (Straw to Energy 2011). Käytännössä olki paalataan Suomen vaihtelevien sääolojen vuoksi heti sen kuivuttua riittävästi.

Hinta

Oljen arvo voi perustua sen sisältämään energiaan, ravinteisiin, kuiva-aineeseen (materiaalin määrään) tai maahan kynnettäessä sen maanparannusvaikutukseen. Suomessa ei ole vakiintuneita olkimarkkinoita usean muun Euroopan maan tapaan. Tilojen välisessä kaupassa olki ostetaan ”pystykaupalla” ja hinnoitellaan usein kiinteän hinnan mukaan, joka maksetaan paalien lukumäärään perustuen. Olki on myös nähty tuotteeksi, joka on paljolti luovutettu korvauksetta. Näissä tapauksissa oljen korjuu on usein ollut eduksi viljelytoimenpiteille (kuten ennen suorakylvöä tai suojaviljan oljen korjuu). Oljen käyttö eri tarkoituksiin on kuitenkin lisääntynyt ja nykyisin olki mielletään muiden maataloustuotteiden tavoin hinnoiteltavaksi raaka-aineeksi ja maan kasvukunnon ylläpitäjäksi.

Suomessa VTT:n laskelmissa oljen sisältämien ravinteiden arvoksi on käytetty 6,7 €/t ka (von Weymarn 2007). Tämä perustuu tanskalaiseen arvioon vuodelta 1997 (Nikolaisen ym. 1998). Markkinahinta-arvion mukaan olkitonni Suomessa maksoi 40 € (alv 0 %) vuonna 2011 (Ylhäinen 2011).

Tuoreempi Tanskasta saatu arvo oljen sisältämille ravinteille on 97 DKK/t (n. 13 €/t) (Pallesen 2014). Tanskan vakiintuneen hinnoittelukäytännön mukaan oljelle maksettava hinta toimitettuna on n. 500 – 600 DKK/t (70–80 €/t) (Hällfors ym. 2014). Perushinta maksetaan kosteudeltaan 13 %:lle oljelle. Hintaa korotetaan tai lasketaan 2 % jokaista kosteusprosenttia kohden, jolla kosteus alittaa tai ylittää perustason. Vastaanotettavan olkikuorman keskikosteus saa olla maksimissaan 22 % ja yksittäisen olkipaalin kosteus 27 %. Tätä kosteammat kuormat palautetaan. Urakoitsijoiden viljelijöille oljesta maksama hinta on n. 100 DKK/t (14 €/t) (Hällfors ym. 2014). Syyskuussa 2014 Iso-Britanniassa vehnän oljen tilahinnat olivat alueesta riippuen 50–60 puntaa/t (63–75 €/t)(pienet paalit) ja 30–45 puntaa/t (37–56 €/t)(isot kanttipaalit). Ohran hinta oli korkeampi (Farmers Weekly 2014).

Tanskan hintaa voidaan pitää vertailukohtana hinnoittelulle Suomessakin. Toiminta on Tanskassa vakiintunutta ja hyvin laajaa. Paalaus on keskittynyt urakoitsijoille, joiden toiminta on ammattimaista ja tehokasta. Peltolohkot ovat avoimia, suuria ja hehtaarilta paalattava olkimäärä on myös suuri johtuen syysviljojen suuresta osuudesta. Myös puinti ja paalaus tapahtuvat aikaisemmin ja keskimäärin paremmissa sääoloissa kuin Suomessa. Oljen hinnan tulisi olla sellainen, että koko tuotantoketju pystyy toimimaan kannattavasti. Luovuttaessaan oljen paalattavaksi myös viljelijän tulee saada luovuttamastaan tuotteesta riittävä ja kannustava hinta.

Käytännön toiminnassa arvon määrittäminen pitää olla nopea ja luotettava. Hinnoittelu perustuu yleisimmin kilomäärään ja oljen kosteuden mittaukseen, joiden mukaan oljen lopullinen hinta määräytyy sovitun hinnoittelumallin mukaan. Yleisesti olkitonnin hinta laskee kosteuden noustessa, koska kosteus heikentää oljen laatua, säilyvyyttä, sen lämpöarvoa ja vaikeuttaa sen käsittelyä. Ylimääräisen veden painosta ei myöskään haluta maksaa. Toimitusehdot saattavat asettaa myös maksimikosteuden, jonka ylittyä olkierää ei oteta vastaan.

5 Olki pellolta polttoon

Korjuu ja korjuulaitteet

Puimurin jäljiltä olki on korjuuvalmiissa karhossa. Tavoiteltaessa suurta olkisatoa kannattaa puintikorkeutta alentaa, koska iso osa oljen massasta sijaitsee kasvuston alaosissa. Sään ollessa kuivaa, olkea ei tarvitse pöyhiä puinnin jälkeen. Karheiden yhdistäminen on kuitenkin tarpeen, jos puimurin pöydän leveys on pieni tai jos paalaus tehdään suuritehoisella paalaimella. Karheelle ajo myös irrottaa olkea maasta sekä tasaa ja nopeuttaa kuivumista. Sateen jälkeen oljen kuivumista voidaan nopeuttaa uudelleen pöyhinnällä ja karhotuksella.

Yleisimmät paalaintyyppit ovat pyörö- ja suurkanttipaalain. Tässä raportissa korjuuta irtosilppuna ei tarkastella sen alhaisen tiheyden takia. Pyöröpaaleja on muuttuva- ja kiinteäkammioisia malleja. Pyöröpaalaimet ovat edullisempia ja kevyempiä kuin suurkanttipaalaimet. Kanttipaalaimet ovat kalliita, urakoitsijoille sopivia koneita. Kanttipaalainten etuna on pyöröpaalaimiin verrattuna suurempi kapasiteetti, tiiviimmät paalit ja parempi tilankäyttö varastoinnin aikana. Muoto on myös kuljetusta ajatellen parempi kuin pyöröpaaleilla. Kuljetusautoihin saadaan kanttipaaleilla 30–50 % painavampia kuormia kuin pyöröpaaleilla. Suurkanttipaaleja on erikokoisia. Maailmalla paalit ovat yleisesti suurempia kuin Suomessa (esim. Hesston paalit). Pituus ja leveys ovat konekohtaisia (esim. 120 x 90 x 160 cm, 120 x 70 x 240 cm) ja pituutta voidaan myös muuttaa. Pituus sovitetaan yleensä siten, että kuorman tilavuus saadaan hyödynnettyä maksimaalisesti. Korjuun tavoitteena ovat tiheät paalit, joiden kuljetuskustannus olisi kohtuullinen. Pyöröpaalatun ruokohelpipaalin tiheys on yleensä 120–180 (Lötjönen ym. 2011) ja kanttipaalatun 150–200 kg/m³ (Paappanen ym. 2008). Tiheyteen vaikuttaa useita muuttujia kuten kosteus, paalaimen säädöt ja toimintaperiaate sekä kuljettaja ajotapoineen. Paappasen ym. (2011) mukaan pyöröpaaleissa on havaittu suurta tiheysvaihtelua samallakin paalainmallilla, mikä ei selity ajonopeudella tai karheen koolla. Selittävä tekijä on paalikammion avautumispaineen säätöarvo. Tiiviyttä haettaessa avautumispaineen arvon pitäisi olla lähellä maksimia. Korkea avautumispaine rasittaa kuitenkin paalainta ja voi johtaa konerikkoihin. Pyöröpaalaimet käyttävät sidontaan verkkoa tai narua, kanttipaalaimet pelkästään narua. Muovinaru on paremman vetolujuutensa takia yleisempi kuin sisalnaru. Paalien käärimistä paalimuoviin ei voi pitää kannattavana. (Lötjönen & Knuuttila 2009, Lötjönen ym. 2011, Paappanen ym. 2011).

Paalien kuljettamiseen yhteen kohtaan peltoa korjuun tehostamiseksi on useita tapoja. Paalainten perään on saatavissa pieniä paalikärryjä, joihin mahtuu muutama paali. Paalit siirtyvät paalaimelta suoraan kärryihin ja kulkeutuvat paalaimen mukana pellon pätyyn. Kärryt tyhjennetään pellon päässä, josta ne voidaan kuormata vähäisemmällä ajolla. Tällaisia paalikärryjä tai paalilavoja on mm. tanskalaisilla valmistajilla (Fasterholt, ParkLand ja Pomi Industri) ja yksittäisten suomalaisten viljelijöiden itsensä valmistamina (Paappanen ym. 2011).

Paaleja kerätään myös traktorin vetämään paalikärryyn nostamalla lähellä ajolinjaa olevat paalit kuormaan tai traktorivetoisilla automatisoiduilla paalinkeruuvaunuilla. Automaattisen paalinkeruuvaunun periaate on, että vaunun etuosassa oleva keruuhaarukka tai -pöytä ajetaan paalin taakse, jonka jälkeen paali nostetaan, käännetään ja pinotaan automaattisesti kuormaan. Kuorma puretaan varastopaikalle kippaamalla. (Paappanen ym. 2011). Maailmalla on useita paalinkeruuvaunujen valmistajia, joiden valikoimista löytyy erikokoisia ja eri paalityypeille sopivia vaunuja. NHK:n itselastaavaan pyöröpaalivaunuun mahtuu yhdeksän paalia. Bridgewayn SL05-malliin mahtuu viisi pyöröpaalia. Andersonin TRB-malleissa paalit lastataan kahteen vierekkäiseen riviin. Andersonin TSR-malli on tarkoitettu kanttipaalien keruuseen. Gary Keldermanin

itselastaavaan paaliajoneuvoon mahtuu kymmeniä kanttipaaleja. Arcusin kanttipaalivaunuun mahtuu kahdeksantoista suurkanttipaalia. Automaattisen keruuvaunun suuri kapasiteetti on hyvin tehokas, kun sen vetäjänä on nopeakulkuinen liikennetraktori ja kun ajomatka pellon ja varastopaikan välillä on lyhyt. Muoviin käärittyjen paalien kerääminen ei liene mahdollista näillä laitteilla. Automatisoidut paalinkeruuvaunut ovat kalliita, mikä ohjaa niiden hankintaa urakoitsijoiden käyttöön. Suomen oloissa oljen korjuukausi on lyhyt. Jos koneille ei ole käyttöä nurmirehun korjuussa, on niiden hankinta, pelkästään oljen käsittelyyn, taloudellisesti raskasta.

Olkipaalien keruuvideoita ulkomailta:

<http://www.arcusin.com/autostackfs.aspx>

<http://www.youtube.com/watch?v=VJbPyJH0-2U&feature=related>

Välivarastointi

Poltettaviksi tarkoitettujen biomassojen tärkein ominaisuus on alhainen kosteuspitoisuus. Korsibiomassojen varastoinnin aikana materiaalin laatu pyritään säilyttämään samalla tasolla kuin se on korjuuvaiheessa. Kosteuspitoisuuden noustessa materiaalin lämpöarvo heikkenee oleellisesti. (Yrjölä 2009).

Oljen hyötykäyttölaitoksilla ei ole todennäköisesti pitkäaikaiseen varastointiin sopivia suuria varastoalueita, vaan paaleja varastoidaan voimalaitoksilla tyypillisesti vain pienen tasausvaraston verran. Loppu materiaali odottaa välivarastoissa. Laitosalueella varastointi edellyttää tilan lisäksi sitä, että laitoksen ympäristölupa sallii varastoinnin. Tämän vuoksi olki kuljetetaan useimmissa tapauksissa laitokselle käytön mukaan. (Lötjönen & Knuuttila 2009).

Varastointipaikka on valittava tapauskohtaisesti. Olki voidaan varastoida ennen käyttöä peltoalueen välittömään läheisyyteen, keräilyvarastoon tai terminaaliin, jossa käsitellään muitakin biopolttoaineita. Terminaalivarastoinnissa paalikasoista voidaan tehdä korkeampia kuin maastossa, koska terminaalissa on kantava pohja ja käytettävissä olevalla kalustolla on hyvä nostoulottuvuus. Kasan korkeutta rajoittaa yleensä alimpien paalien kantavuus ja se, kuinka ylettyvällä kuormaimella varastoa tehdään. (Lötjönen & Knuuttila 2009, Paappanen ym. 2011). Jos keräilyvarasto on lähellä peltoa, mitään välivarastoa viljelijöiden pellonlaitaan ei kannata perustaa, vaan silloin paalit kannattaa kuljettaa suoraan keräilyvarastoon. Paalien lähikuljetukseen käytetään mm. metsävaunua ja puutavarakuormainta, paalivaunua ja etukuormaintraktoria tai etukuormaintraktoria, jonka takanostolaitteessa on paalipiikit. Etukuormaimessa voidaan käyttää paalipiikkiä tai paalipihtiä tilanteesta riippuen. Etukuormaintraktorin sijasta voidaan käyttää kurottajaa, jonka ulottuvuus on traktoria suurempi. Kuormien purku tapahtuu samoilla laitteilla. (Lötjönen & Knuuttila 2009, Lötjönen ym. 2011).

Paalivarasto kannattaa tehdä muuta maastoa hieman korkeammalle tasaiselle paikalle. Esimerkiksi vanha juurikasaumapohja voisi toimia hyvänä välivarastona. Paalivaraston paikan on oltava sellainen, että paikalle pääsee suurellakin kuljetuskalustolla, ja paikan on oltava kantava. Kuljetuskalusto tarvitsee myös kääntöpaikan. Jos paalivarasto on ulkona ja kuorma tehdään auton nosturilla, paalivarasto on suunniteltava siten, että etäisyys autolta kasaan ei ylitä nosturin ulottuvuutta. Paikka ei saa olla myöskään sähkölinjan alla. (Lötjönen & Knuuttila 2009). Paalivaraston pohjalla käytetään aluspuita tai trukkilavoja maankosteuden siirtymisen ehkäisemiseksi. Tärkeää on, ettei sadevesi, lumi tai maankosteus pääse pilaamaan paaleja. Aumamuovi ei ole hyvä vaihtoehto alusmateriaaliksi, koska se kerää vettä päälleen (Yrjölä 2009). Kiinteäpohjaiset ja monivuotiset varastot voivat estää traktorilla liikkumista ja varaston tekemistä

etukuormaimella, joten kiinteäpohjaisia rakenteita lisätään sitä mukaan, kun varaston koko kasvaa. Puutavarakuormaajalla tai kurottajalla kasaa voi tehdä myös sivulta päin. (Paappanen ym. 2011).

Kiinteät varastotilat ovat kuivan korsimassan varastointiin parhaita. Jos tilalla on tyhjiä avaria varastorakennuksia, nämä kannattaa hyödyntää paalien varastoinnissa. Tanskassa, jossa oljen käyttö energiaksi on yleistä, on rakennettu paalivarastoiksi yksinkertaisia katoksia. Näissä on sorapohja, kyllästetystä puusta tehdyt runkotolpat ja katto. Seiniä ei välttämättä tarvita ja ne olisivatkin tiellä varastoa täytettäessä tai tyhjennettäessä. (Lötjönen ym. 2011). Seinätön varastohalli voi olla tuulisilla paikoilla kuitenkin varsin kallis, sillä rakennuksen pitää olla hyvin tuettu kovan tuulikuorman takia. Erilaiset pressuhallit voivat myös soveltua paalien säilytykseen. Hollannissa varastointiin käytetään siirrettäviä kaarimaisia varastohalleja (Yrjölä 2009). Varastot ovat purettavissa ja rakennettavissa helposti uudestaan, joten niiden paikkaa voidaan vaihtaa tarvittaessa.

Tanskassa on kehitetty Pomi Wrap -varastointi (Yrjölä 2009). Pomi Wrap -laite toimii siten, että paalit nostetaan traktorin etukuormaajalla koneeseen päällekkäin pinoon. Kun pino on valmis, laite työntää itseään pyörien avulla eteenpäin ja samalla muovi rullautuu paalipinon ympärille. Tämän jälkeen voidaan kuormata seuraava pino laitteeseen. Laite muodostaa yhtenäisen jonon paaleista, joiden ympärille ja alle tulee saumaton muovi. Suurkanttipaaleja varastoitaessa paaleja tulee viisi tai seitsemän yhteen riviin riippuen laitteen mallista. Käsityksen laitteen toiminnasta saa: <http://www.youtube.com/watch?v=GiQoXHI-zeg>.

Jos olkea joudutaan varastoimaan ulkona, tulee paalivarasto peittää ennen sateita vettä läpäisemättömällä peitteellä. Paalien peittämiseen on useita vaihtoehtoja: aumamuovi, kevyt- tai kestopelite ja peitepaperi (Yrjölä 2009, Paappanen ym. 2011). Oikein käsiteltyä peite kestää uudelleen käytön muutamia vuosia. Ruokohelpitukimuksissa aumamuovi on osoittautunut parhaimmaksi ja edullisimmaksi peittämisvaihtoehdoksi (Yrjölä 2009). Jos paalien varastointi on vain lyhytaikaista, paalien peittäminen saattaa olla tilannekohtaisesti tarpeetonta.

Sadeveden on päästävä valumaan peitteen päältä alas sivuille. Harjapaali estää vesipussien syntymisen peitteeseen varaston päälle. Jos vesipusseja syntyy, vesi valuu herkästi paaleihin ja niiden väleihin. Kanttipaalit ovat herkempiä kastumaan kuin lappeelleen varastoidut pyöröpaalit. Siksi niiden peittämiseen on kiinnitettävä enemmän huomiota. Peittämistä ei tarvitse tehdä umpiomaaisesti, jotta ilma pääsee vaihtumaan. Suojapeite kiinnitetään tai painotetaan niin, ettei kovakaan tuuli revi sitä pois. Paalikasojen peittomuovien reunat kannattaa painottaa reilulla maakerroksella. Maan joutuminen kuormausvaiheessa paalien joukkoon pitää kuitenkin estää. Jos peittämiseen joutuu käyttämään useita muoveja, ne on limitettävä riittävästi, jottei vesi pääse valumaan kasan sisään. Kanttipaalikasan päälimuovi voidaan painottaa muutamilla kasan reunoille nostetuilla paaleilla. (Yrjölä 2009, Lötjönen ym. 2011).

Kuiva olki voidaan myös varastoida tiivistämällä se briketeiksi tai pelleteiksi. Käsittelyt nostavat oljen tiheyden tasolle 500–600 kg/m³ (Lötjönen & Knuuttila 2009), mikä pienentää varastotilan tarvetta. Käsittelyt kohottavat kuitenkin raaka-aineen hintaa, joten ne tulevat kyseeseen ainoastaan, jos oljen loppukäyttö edellyttää pelletointiä tai briketointiä. Yhdeksi tavaksi tiivistää olki on esitetty ns. tiivistuotekonseptia, jossa jo korjuun yhteydessä olki tiivistetään brikettimäiseksi tuotteeksi (Pahkala & Lötjönen 2012). Tuote muistuttaa haketta. Tällä menetelmällä varastointiin, kuljetukseen ja voimalaitoskäsittelyyn liittyvät ongelmat ratkeisivat. Bernessonin ja Nilssonin (2005) kuvaama peltobriketointi vaikuttaa edellisen kaltaiselta menetelmältä.

Lyhyitä matkoja olkipaaleja on kannattavaa siirtää traktorin vetämillä paalivaunuilla. Kaukokuljetus hoidetaan käytännössä kuitenkin rekka-autoilla. Ruokohelven pitkän matkan kuljetukseen on suunniteltu jopa erityinen yhdistelmäajoneuvo (Lötjönen & Knuuttila 2009). Oljen käyttökohteen ollessa lähellä irtotavaran kuljetus on kannattavaa paalattuun olkeen verrattuna (Mäkinen ym. 2006). Paalattunakin olki on kevyttä ja paalikuorman paino jää aina ajoneuvon maksimikantavuuden alapuolelle. Tämä nostaa tonnia kohti laskettua rahtikustannusta. Kuorman painoa voidaan kasvattaa kuorman tiiviiden kasvattamisella, suurentamalla kuorman tilavuutta tai nostamalla olkipaalien tiheyttä. Kuorman tiiviyttä nostaa siirtyminen pyöröpaaleista kanttipaaleihin. Tämä mahdollistaa myös kuormatilan tarkemman täytön ilman paalien väleihin jäävää tyhjää tilaa. Paalikoon ja paalien asettelun merkitys kuormaa tehtäessä on merkittävä. Kuorma tulee tehdä tiiviiksi siten, että koko kuormatila käytetään hyväksi. Korkeuden tarkka hyödyntäminen saattaa vaatia esimerkiksi, että kuorman yksi paalikerros asetetaan ”kyljelleen”. Kuorma-auton tai ajoneuvoyhdistelmän suurimmat ulkomitat määritetään asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä. Paalien kuljetuksen kannalta tilanne parani v. 2013, kun ajoneuvon suurinta korkeutta korotettiin 20 cm 4,4 metriin. Kuormakokoa voidaan lisätä myös itse kuormatilaa suurentamalla, kuten esimerkiksi lattiaa madaltamalla. Kannattavuutta haettaessa kannattaa hyödyntää myös meno-paluu -kuljetukset. Eri lähteissä on suuntaa antavasti arvioitu polttoon menevälle korsibiomassalle 100 km kuljetusmatkaa pisimmäksi kannattavaksi etäisyydeksi. Tiiviiden ja painavien kuormien tärkeys korostuu kuljetusmatkan kasvaessa (Paappanen ym. 2008).

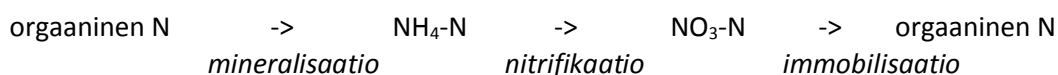
7 Peltobiomassan poiston haitat ja hyödyt

Typen käyttäytyminen maassa

Maan typpivarat ovat pääosin kolmessa eri muodossa: maan eloperäiseen ainekseen sitoutuneena orgaanisena typpinä sekä mineraalimuotoisina ammonium- (NH_4^+) ja nitraattityppinä (NO_3^-). Suurin osa tyypestä on sellaisenaan kasviraivinteena käyttökelvottomassa muodossa olevaa orgaanista tyyppiä. Sekin voi myös toimia kasvien ravinteena, mutta se on ensin muutettava ammoniumiksi tai nitraatiksi.

Tärkeimmät typen reaktiot maassa ovat mineralisaatio ja nitrifikaatio. Mineralisaatiolla tarkoitetaan maan orgaaniseen ainekseen sitoutuneen typen vapautumista ammoniakina ja ammoniumina mikrobiologisen hajotustoiminnan tuloksena (Pihlatie 2001). Ammoniumtyppi hapettuu nopeasti edelleen nitraattitypeksi (NO_3^-) nitrifikaatioksi kutsutussa reaktiossa.

Typen reaktioita maassa voidaan yksinkertaistaen kuvata oheisesti:



Suuri osa lannoitteena annetusta tai orgaanisesta aineksesta vapautuvasta tyypestä sitoutuu kasvaviin kasveihin ja poistuu pellosta korjattavan sadon mukana. Osa kasvimassasta jää kuitenkin peltoon ja liittyy maan orgaaniseen fraktioon, josta typpi yllä olevan kaavion mukaan vapautuu epäorgaaniseen muotoon. Typen vapautuminen maan orgaanisesta aineksesta riippuu monista ympäristötekijöistä sekä itse eloperäisen aineksen tyypipitoisuudesta tai tarkemmin aineen hiili-typpi-suhteesta (C/N-suhde). Jos hajotettavan aineksen tyypipitoisuus on matala tai ts. hiili-typpisuhde on korkea, hajoaminen saattaa jopa

sitoa maan epäorgaanisia typpivaroja. Jos aineksen typpipitoisuus on välillä 1,2–1,8 % kuiva-aineessa, typen vapautuminen ja sitoutuminen on yhtä suurta. Hiili-typpi-suhteella ilmaistuna typen sitoutumisen ja vapautumisen suhteen neutraali alue on $20 < C/N < (25)-30$ (Pihlatie 2001). Tätä alhaisemman C/N-suhteen vallitessa tapahtuu typen vapautumista ja korkeammassa typen sitoutumista.

Tyypillisiä esimerkkejä orgaanisen aineksen C/N-suhteista (Washington State University):

hiekkainen savimaa (hieno)	7:1	rahkasammal	58:1
humus	10:1	maissin varsi	60:1
ruoantähteet	15:1	olki	80:1
sinimailasen heinä	18:1	männyn neulaset	60:1 – 110:1
ruohojätteet	19:1	lanta	90:1
maatunut lanta	20:1	3 v. vanhennettu sahanpuru	142:1
hiekkainen savimaa (karkea)	25:1	sanomalehti	170:1
kasvisten jätteet	25:1	kuusenkaarna	491:1
puiden lehdet	35:1 – 85:1	2 v. vanhennettu sahanpuru	625:1

Typen häviöitä aiheuttavat tekijät

Maan mineraalityypen eri muotoihin kohdistuu häviöitä sekä huuhtoutumisen että haihtumisen kautta. Nitraatti ei sitoudu maahiukkasiin vaan liikkuu maanesteessä vapaasti. Runsaiden sateiden aikana nitraattityppeä huuhtoutuu syvempiin maakerroksiin juurten ulottumattomiin ja lopulta salaojien kautta pois pellolta. Huuhtoutumista tapahtuu myös pintavalunnan mukana.

Typpeä haihtuu ilmaan typpikaasuna (N_2) ja typen oksideina (NO ja N_2O). Typen oksideita ja typpikaasua syntyy mikrobiologisessa denitrifikaatioksi kutsutussa pelkistysreaktiossa. Denitrifikaatiota pidetään yleisesti peltomaiden merkittävimpana N_2O -päästölähteenä (Pihlatie 2001). Denitrifikaatio esitetään yksinkertaistettuna usein seuraavasti:



Denitrifioivat mikro-organismit maassa ovat lähinnä aerobisia bakteereita, jotka hapen puutteessa pystyvät pelkistämään typen oksideja. Denitrifikaatiota voi esiintyä, vaikka happitilanne maassa olisi normaali. Tällöin esimerkiksi nopeasti hajoava kasvimassa voi kuluttaa maassa olevan hapen paikallisesti, minkä seurauksena denitrifikaatio käynnistyy (Pihlatie 2001). Toinen typenoksidipäästöjä tuottava reaktio on nitrifikaatio, jossa maan ammoniumtyppi hapettuu mikrobiologisesti nitraatiksi. Reaktion välituotteista voi maan alentuneessa happitilassa syntyä kuitenkin dityppioksidia ja typpimonoksidia.

Typen häviötä tapahtuu myös ammoniakin haihtumisen kautta. Suomen happamissa, kosteissa ja suhteellisen viileissä peltomaissa typen häviö mineralisaation vapauttaman ammoniakin haihtumisen kautta lienee hyvin pientä. Käytännössä merkittävintä ammoniakin haihtumista tapahtuu pellon pinnasta karjanlannan levityksen yhteydessä. Haihtumista voidaan vähentää parhaiten sijoittamalla liete tai multaamalla se välittömästi levityksen jälkeen. Myös urean pintalevitykseen korkean pH:n mailla liittyy riski ammoniakin haihtumisesta.

Oljen ja vihermassan korjuun vaikutukset maan kasvukuntoon, rakenteeseen ja ravinnepäästöihin

Kasvijätteiden maahan jättäminen lisää maahan orgaanista ainesta, parantaa maan rakennetta, biologista aktiivisuutta ja vesitaloutta. Mururakenne ja monivuotisten kasvien juuristo auttavat muodostamaan huokosia, joiden kautta sadevesi imeytyy nopeasti maahan ja maan kaasunvaihto pysyy kunnossa (Alakukku & Teräväinen 2002). Kestävät murut estävät maan liettymistä ja kuorettumista. Hyvä rakenteinen maa ei ole poudanarka, ja sitä on helppo muokata. Hyväkuntoinen maa pidättää ravinteita ja toimii ravinnevarastona satokasveja varten, hyvä mururakenne mm. tehostaa fosforinpidätystä. Hyvän rakenteen ansioista veden pintavaluntaa ja eroosioita ei pääse helposti tapahtumaan, mikä estää myös ravinnepäästöjä. Jos maassa tapahtuu mineraalityypen nettoimmobilisaatiota, syksyinen olkien maahan muokkaus voi vähentää nitraatin huuhtoutumista (Saarikko ym. 1991). Tosin huuhtoutumisen väheneminen voi olla pientä tai lyhytaikaista (Hansen ym. 2010, Powlson ym. 2011). Nurmi jättää maahan viljakasveja enemmän kasvijätettä, ja sillä on enemmän maan kasvukuntoa ylläpitäviä vaikutuksia.

Kasvijätteiden (esim. oljen) poistamisesta pellolta on sekä hyötyä että haittaa pellon viljeltävyydelle ja tuottokyvyille. Haittavaikutusten todennäköisyyteen vaikuttavat mm. poiston tiheys ja maan alkuperäisen orgaanisen aineksen pitoisuus. Lyhyellä tarkastelujaksolla kasvijätteiden poiston positiiviset vaikutukset saattavat korostua, kun taas haittavaikutukset saattavat tulla näkyviin vasta vuosien viiveellä maaperän

hitaiden muutosten takia. Normaalit viljelytoimenpiteetkin rasittavat maata. Maan rakenne ja sen orgaanisen aineksen määrä pyrkivät heikkenemään ja laskemaan. Muokkaustoimenpiteet kuten kyntö, äestykset tai avoviljelyssä maan haraukset ilmastavat maata ja kiihdyttävät orgaanisen aineksen hajoamista. Myös pellon kasvukuntoa edistävät ojitukset ja kalkitukset parantavat maan ilmavuutta, lisäävät biomassan tuotantoa ja mikrobitoimintaa sekä nopeuttavat hajotusta. Usein toistuva oljen poisto voi lisätä pellon lannoitustarvetta kaliumin ja fosforin osalta (Powlson ym. 2011).

Orgaanisen aineksen pitkäaikaisen poiston haitat liittyvät erityisesti peltojen eloperäisen aineksen määrän vähenemiseen ja sen välillisiin vaikutuksiin maan fysikaalisiin ominaisuuksiin (Powlson ym. 2011). Oljen systemaattisen poiston vaikutusta peltojen orgaanisen hiilen määrään on mallinnettu ranskalaisessa tutkimuksessa (Saffih-Hdadi & Mary 2008). Jos oljet poistetaan joka toinen vuosi verrattuna siihen, että oljet muokataan maahan, peltomaan orgaanisen hiilen pitoisuus laskee 50 vuodessa 2,5–10,9 %. Lasku riippuu maalajista, ilmastosta, tuottavuudesta ja maan alkuperäisestä orgaanisen aineksen määrästä. Lafond ym. (2009) mukaan raskaiden tai keskiraskaiden maiden kasvukuntoon ja tuottavuuteen ei vaikuteta, jos olkimassasta poistetaan vähemmän kuin 40 % ja jos poisto ei tapahdu useammin kuin kahtena kolmesta vuodesta. Samaisen tutkimusryhmän mukaan (Lemke ym. 2010) vuosittainen puolen olkimäärän poisto ei vaikuta maan hiilipitoisuuteen alentavasti, jos maata lannoitetaan suositusten mukaisesti, koska kasvit tuottavat tällöin enemmän biomassaa. Toisaalta on myös huomattu, että orgaanisen hiilen kokonaismäärä ei ole välttämättä riittävän herkkä mittari ennustamaan oljen poiston haittavaikutuksia maahan (Powlson ym. 2011). Pienelläkin maan orgaanisen hiilen määrän muutoksella voidaan vaikuttaa maa-aggregaattien pysyvyyteen, veden suodatusnopeuteen ja kyntövastukseen. Maan toimivuuden kannalta olkia ei kannata poistaa joka vuosi (Powlson ym. 2011).

Peltomaiden hiilivarasto on vähentynyt Suomessa MTT:n 35 vuoden seurantal tutkimuksen aikana, missä satojen peltolohkojen pintakerroksen hiilipitoisuutta seurattiin. Kivennäismailla hiilipitoisuuden vuosittainen lasku on ollut 0,4 % ja eloperäisillä mailla 0,2–0,3 % (Heikkinen ym. 2013). Tutkimuksen mukaan kivennäismailta katoaa vuosittain hiiltä 220 kg/ha. Laskua ei voi yksinomaan selittää yksivuotisten kasvien viljelyn lisääntymisellä, koska laskua on tapahtunut eri puolilla Suomea. Viljelykäytäntöjen muutoksen lisäksi hiilen vapautumista ilmakehään todennäköisesti nopeuttavat ilmastomuutos ja tuoreimmat metsistä raivatut pellot (Heikkinen ym. 2013).

Oljen poistolla voi nähdä hyötynäkökulmia erityisesti suorakylvettävillä pelloilla. Poisto vähentää kasvijätteistä johtuvaa tautipainetta erityisesti silloin, jos loholla ei ole noudatettu riittävää viljelykiertoa. Samoin se helpottaa ja aikaistaa kylvötyön suorittamista, kun maa kuivuu keväällä kylvökuntoon nopeammin.

Pellon käytön erilaisilla vaihtoehtoilla pyritään parantamaan peltomaan kasvukuntoa ja vähentämään ravinnekuormitusta. Vaihtoehtoisia lannoittamattomia nurmialueita, jotka ovat tilapäisesti pois sadontuotannosta, kuten monivuotisia nurmia ja luonnonhoitopeltoja perustetaan vesistöjen ja peltojen väliin estämään eroosiota ja vähentämään valunnan mukana kulkeutuvien ravinteiden määrää. Niiden kasvusto kannattaa korjata vuosittain pois ravinnehuuhtoumien vähentämiseksi (Uusi-Kämpä ym. 2012). Vaikka kasvustoja ei lannoiteta, ne nostavat maasta ravinteita, jotka kertyvät maanpäälliseen massaan. Oikealla korjuun ajankohdalla voidaan pienentää fosforin pintavaluntaa (Uusi-Kämpä 2012). Elokuun alku on parempi vaihtoehto kuin kesäkuu, koska tällöin pellolle jää talveksi mahdollisimman pieni biomassa. Pellolle jääneestä biomassasta vapautuu jäätymis-sulamisprosessien seurauksena ravinteita, jotka keväällä maan ollessa jässä, voivat kulkeutua lumen sulamisvesien mukana vesistöihin. Maanpäällisestä nurmibiomassasta lähes kaikki fosfori voi vapautua, ja siitä 90 % on liukoissa muodossa (Uusi-Kämpä ym. 2012). Niittämättömästä suojavyöhykenurmesta on arvioitu vapautuvan korkeimmillaan 3 kg/ha fosforia,

josta suurin osa on liuenneessa muodossa (Uusi-Kämpä 2012). Hvp-pelloilta on saatu sadon mukana poistettua 7–10 kg/ha fosforia ja 40–70 kg/ha typpeä (Niemeläinen ym. 2012).

Dityppioksidipäästöt peltoviljelyssä – kasvijätteiden maahan muokkaus ja muokkaustapa

Maaperästä dityppioksidipäästöjä syntyy monista lähteistä, kuten maan typpipitoisuuden lisääntyessä erilaisten lannoitteiden, lantojen ja lietteiden käytön tai biologisen typensidonnan myötä. Peltomaan aiheuttamien päästöjen arviointi on vaikeaa, koska niihin vaikuttavat monet tekijät, kuten maalaji, viljelytekniikka, kasvipeitteisyys, sademäärä ja lannoitus. Muista kasvihuonekaasuista hiilidioksidi (CO₂) ja metaani (CH₄) ovat merkittävimmät maataloussektorilla. Eniten metaanipäästöjä syntyy kotieläinten ruoansulatuksen ja lannankäsittelyn seurauksena (Regina ym. 2014).

Oljen tai kasvijätteiden maahan muokkauksen tai korjuun vaikutuksista dityppioksidipäästöihin ei ole täysin ristiriidatonta tietoa. Arvioidaan kuitenkin, että kaikenlainen kasvijätteiden jättäminen peltoon näkyy suurentuneina dityppioksidipäästöinä, mikä liittyy maan kohonneisiin epäorgaanisen typen pitoisuuksiin (Mutegi ym. 2010). Parhain dityppioksidipäästöjen ennustaja on kasvijätteiden C/N-suhde. Maahan lisätyn kasvijätteen alhaisempi C/N-suhde aiheuttaa suuremmat dityppioksidipäästöt (Kaiser ym. 1998, Baggs ym. 2000). Laboratoriokokeiden mukaan (Huang ym. 2004) kumulatiiviset dityppioksidi- ja hiilidioksidipäästöt korreloivat negatiivisesti kasvijätteiden C/N-suhteen kanssa. Tutkittavien kasvijätteiden C/N-suhteet vaihtelivat 8–118. Mitä alhaisempi C/N-suhde oli, sitä suuremmat dityppioksidipäästöt olivat. Jos kasvijätteiden sekaan lisättiin ureaa, päästöt kasvoivat huomattavasti verrattuna puhtaisiin kasvijätteisiin, paitsi silloin kun C/N-suhde oli korkeampi kuin 80. Tällöin päästöt olivat jopa pienemmät kuin ilman urealisäystä. Kanadalaisen tutkimuksen mukaan (Hao ym. 2001) dityppioksidipäästöjä sadetun kevätvehnän viljelyssä voidaan pienentää käyttämällä typpilannoitusta keväisin, jättämällä oljet maahan sadonkorjuun jälkeen ja muokkaamalla ne maahan vasta keväisin.

Dityppioksidipäästöjä voidaan vähentää synkronoimalla ravinteiden tarjonta ja kasvien ravinteiden tarve (Baggs ym. 2000). Erityisesti, jos on kyseessä kasvijäte, jonka C/N-suhde on alhainen, myöhästetty kasvijätteen maahan muokkaaminen juuri ennen kylvöä, on tärkeää. Näin etenkin ilmastossa, jossa maan lämpötila nousee keväällä, kuten Suomessa ja mineralisaatio on sen seurauksena nopeaa. Oljen maahan muokkausta on suositeltu tehtäväksi syksyisin, jotta mikrobit käyttäisivät maasta vapaata nitraattia. Orgaanisen aineksen lisäys saattaa kuitenkin lisätä dityppioksidipäästöjä erityisesti märässä maassa, jos siellä on runsaasti nitraattia (Granli & Bøckman 1994, viitattu lähteessä Tuomisto 2005). Peruna- ja nurmikokeissa on huomattu, että lannoitusmäärän jakaminen kahteen levityskertaan on pienentänyt dityppioksidipäästöjä (Burton ym. 2008, Tenuta ym. 2010). Perunalla päästövähennemistä jaetun lannoituksen seurauksena tapahtui erityisesti silloin, kun sateet osuivat alkukasvukautteen.

Muokausmenetelmien vaikutusta dityppioksidipäästöihin on tehty sellaisia yleisiä johtopäätöksiä, että raskailla tai tiivistyneillä mailla muokkaamattomuus lisää dityppioksidipäästöjä. Vanhemman tutkimuksen mukaan (Burford ym. 1981) dityppioksidipäästöt suorakylvetyiltä mailta olivat 15-kertaiset verrattuna kynnettyihin lohkoihin. Sen sijaan Tanskassa hiekkaisella savimaalla syysohralla suorakylvö ja vähennetty muokkaus laskivat dityppioksidipäästöjä tavanomaiseen muokkaukseen verrattuna (Mutegi ym. 2010). Näin kävi myös, kun kasvijätteet jätettiin maahan. Kasvaneet päästöt tavanomaisessa muokkauksessa, jossa kasvijätteet muokataan maahan, johtunevat siitä, että kasvijätteet maassa lisäsivät mikrobiaktiivisuutta, mikä lisäsi hapen kulutusta ja täten alentunutta hapenmäärää maassa, mikä suosi dityppioksidin muodostumista. Tutkijoiden mukaan, kun kasvijätteet jätetään kevyillä mailla maahan, muokkaamattomuudella voidaan alentaa dityppioksidipäästöjä (Mutegi ym. 2010). Kanadassa (Rochette ym. 2008) on todettu, että muokkaamattomuudella voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vain kevyillä

mailla. Kun taas raskailla savimailla muokkaamattomuus kaksinkertaisti dityppioksidipäästöt verrattuna kyntöön. Kyntö todennäköisesti lisäsi maan huokoisuutta, mikä vaikutti maan ilmatilavuuteen ja vesitilaan denitrifikaatiota estävästi. Ball ym. (2000) mukaan Skotlannissa, jossa on viileää ja kosteaa, kyntäminen ja tiivistymien estäminen savipohjaisilla mailla ovat välttämättömiä toimenpiteitä minimoida dityppioksidin- ja hiilidioksidipäästöt.

Sijaintimme pohjoisella havumetsävyöhykkeellä luo omat ilmastolliset piirteensä Suomelle. Maataloussektorin dityppioksidipäästöt eivät ole merkityksellisiä, sillä viljelysmaan ja lannankäsittelyn aiheuttamat dityppioksidipäästöjen arvioidaan muodostavan merkittävän osan Suomen kokonaisdityppioksidipäästöistä (> 70 %) (Tilastokeskus 2010). Tyypillistä Suomen oloille on, että yli puolet kasvihuonekaasupäästöistä (60 %) tapahtuu kasvukauden ulkopuolella (Syväsalon ym. 2004). Näin varsinkin, jos pellolla ei ole kasvipeitettä. Syväsalon ym. (2004) mukaansa päästöt Suomen oloissa mineraalimailla ovat paremmin arvioitavissa maan fysikaalisten ominaisuuksien (esimerkiksi huokoisuuden) kuin käytetyn typpilannoituksen mukaan. Päästöjä pienentäisi, jos kasvussa olisi enemmän nurmea, sillä päästöt ovat pienemmät monivuotisilla kasveilla kuin yksivuotisilla (Pulkkinen ym. 2012, Regina ym. 2013). Päästöt nurmilla olivat keskimäärin $1,8 \pm 1,5$ kg/ha, kun taas viljoilla ne olivat $3,5 \pm 2,0$ kg/ha (Regina ym. 2013). Suomalaiset kokeet ovat osoittaneet, että vuosittaiset dityppioksidipäästöt kivennäismailta ovat olleet suurimmillaan 7,8 kg/ha (Syväsalon ym. 2004) tai 12 kg/ha (Regina ym. 2013). Pihlatie (2001) on mitannut touko-marraskuun aikana suurimmat kumulatiiviset dityppioksidipäästöt turvemailta (6,4 kg/ha) ja pienimmät hietamaalta (0,8 kg/ha). Suorakylvö lisää riskiä dityppioksidipäästöille kevätiljojen viljelyssä. Dityppioksidipäästöt suorakylvetyiltä pelloilta ovat olleet suuremmat kuin vähennetyssä tai perinteisessä muokkauksessa (Sheehy ym. 2013). Tämä liittyi muokkaamattomien peltojen huonompaa ilmatilaan.

Pohjoisten maiden erityispiirre ovat myös eloperäiset maat, joilta tapahtuu suurin osa viljelysmaiden kasvihuonekaasupäästöistä (Maljanen ym. 2010, Regina ym. 2014), koska niiden hajoavan orgaanisen aineksen määrä on suuri verrattuna kivennäismaihin. Vaikka dityppioksidipäästöt ovat merkityksellisempiä päästöjä peltoviljelyssä, myös metaanipäästöjä voi vähäisessä määrin syntyä, ja niihin voi vaikuttaa viljelytoimilla.

Metaanipäästöt liittyvät erityisesti veden kyllästämisiin, hapettomiin maihin, joista orgaanisen aineen hajotessa poistuu metaania (Maljanen ym. 2010). Päästöjä voi syntyä eloperäisiltä mailta myös kuivina ja lämpöisinä kesinä, jolloin nopea maahengitys voi aiheuttaa tilapäistä hapettomuutta (Maljanen ym. 2003).

Riittävä ojitus pitää yleensä metaanipäästöt kurissa (Alm ym. 2007). Maahan muokattavan kasvijätteen korkea C/N-suhde ei lisää metaanipäästöjä, mutta matala lisää (Hütsch 2001). Lietelanta voi aiheuttaa metaanipäästöjä heti levityksen jälkeen (Hütsch 2001), mutta Suomessa levitystekniikalla tai lannoitetyypillä ei ollut havaittavissa selkeää vaikutusta metaanipäästöihin (Perälä ym. 2006). Viljelysmaat voivat toimia myös metaaninieluina, jos tietyt maaperäbakteerit kuluttavat metaania hapettamalla sitä (Hütsch 2001). Prosessi on herkkä, ja siihen vaikuttaa eniten ammoniumtypen ja urean käyttö. Näiden pitkäaikaisella käytöllä voidaan muuttaa maaperäbakteerien lajistoa, mikä edistää metaanin vapautumista.

Vähennettäessä dityppioksidin- ja metaanipäästöjä on huomioitava näiden kaasujen käänteinen yhteys (Kulmala & Esala 2000). Toisen kaasupäästön vähentäminen voi lisätä toisen päästöjä. Dityppioksidin ollessa merkittävämpi kasvihuonekaasu peltoviljelyssä sen vähennyskeinoin on syytä panostaa. Yhteenvedonomaaisesti voi todeta, että dityppioksidipäästöjä voi vähentää toimilla, jotka parantavat ravinteiden hyväksikäyttöä (Regina ym. 2014). Näitä toimia ovat mm. optimaalinen lannoitusmäärä ja -ajankohta, lannoituksen tarkentaminen viljelylohkon sisällä sekä talviaikainen kasvipeitteisyys.

8 Yhteenveto

Olki ja peltoenergia ovat vajaahyödynnettyjä Suomessa. Niillä olisi mahdollista lisätä maamme uusiutuvien maatalouspohjaisten energialähteiden osuutta. Oljen laajaperäinen hyödyntäminen ei vie resursseja pois ruoan- ja rehuntuotannosta. Sivutuoteluonteesta johtuen oljen energiasuhde on hyvä. Olki sopii energiakäytössä parhaiten seospolttoaineeksi sen muutamien huonojen poltto-ominaisuuksien vuoksi. Energiakäytössä oljen energiasisältö saadaan hyödynnettyä paremmin kuin toisen sukupolven polttoaineiden tuotannossa. On myös mahdollista, että oljen polttamisella fossiilisten polttoaineiden sijaan pienennetään hiilidioksidipäästöjä enemmän kuin lisäämällä hiiltä maahan oljen maahan muokkauksella.

Oljen merkittävämpi hyödyntäminen parantaisi alueellista energiaomavaraisuutta sekä toisi työllisyysvaikutuksia maatiloille ja haja-asutusalueen yrityksille. Myös nurmen ja hvp-peltojen satojen on osoitettu olevan hyvin potentiaalisia raaka-aineita bioenergiaksi biokaasun muodossa. Ympäristön hoidollisesti parhaita lohkoja olisivat vesistöihin rajoittuvat pellot. Bioenergian tuoton jälkeen ravinteet palautettaisiin lietteinä tilan muille peltolohkoille.

Tanska on hyvä esimerkki, kuinka olkea voidaan hyödyntää runsaasti, jos tahtotilaa löytyy. Tanskalla on tosin esim. ilmastollista etumatkaa Suomeen verrattuna. Viljankorjuu tapahtuu siellä aikaisemmin kuin Suomessa, mikä pienentää riskiä sateisiin korjuuloihin. Tanskassa kuljetusmatkat ovat lyhemmät kuin Suomessa johtuen isommasta pellon osuudesta maapinta-alasta. Täten urakointiketjujen muodostaminen on helpompaa ja kustannukset pienempiä. Suomessa peltobiomassan käytön edistystä on hidastanut puun ja turpeen hyvä saatavuus.

Oljen keräilyyn tarvittava tietotaito ja tuotantoketjut ovat pitkälti samanlaista kuin ruokohelvelläkin. Tehokasta ja joustavaa, mutta investointeja vaativaa paalaus-, kuljetus- ja varastointikapasiteettia tarvitaan. Viljelijöillä ei ole välttämättä kalustoa eikä aikaa koota olkea pelloiltaan. Tuotantoketjujen kustannustehokkuus paranisi todennäköisesti merkittävästi, jos toimijat olisivat ammattimaisesti biomassan käsittelyyn suuntautuneita. Oljen arvoketjussa kustannuksia lisää myös se, että viljelijä tarvitsee korvauksen luovuttamastaan raaka-aineesta. Samoin nurmisadon tuottamiseksi viljelijä tarvitsee sellaisen hyödyn, että nurmea kannattaa viljellä.

Varsinais-Suomen ja Satakunnan viljanviljelypinta-alat ovat yhteensä reilu viidennes koko Suomen viljapinta-alasta. Aikaisin alkava viljanpuinti lisää mahdollisuuksia korjata olki kuivana. Tästä huolimatta voi suurten olkimäärien hankinta olla Suomessa haasteellista. Lyhyt sadon korjuukausi ja epävakaat säät korostavat tilannetta. Oljen korjuu ajoittuu syksyyn, jolloin maatiloilla on meneillään sadonkorjuun ja syystöiden aiheuttama kiireinen työsesonki. Kuivan kasvukauden jälkeen myös olkimäärä jää normaalia pienemmäksi, jolloin saman olkimäärän kokoon saamiseksi olki joudutaan keräämään isommalta alalta. Pitkät etäisyydet ja Suomen peltoalan pieni osuus maapinta-alasta lisää myös korjuun vaatimaa siirtoajoa. Heikot korjuuajan sääolot lisäävät myös riskiä korjuukoneiden ja kuormien aiheuttamista tiivistymisvaurioista pelloilla, peltoteilla ja -liittymissä.

Oljen poisto ei heikennä peltomaan kuntoa, eikä laske maan orgaanisen aineksen määrää, kun poistoa ei tehdä joka vuosi ja huolehditaan, ettei tiivistetä peltoa. Oljen poistolla tai toisaalta maahan muokkauksellakaan ei aiheuteta merkittäviä typpioksidipäästöjä. Oljen C/N-suhde on korkea eli maahan muokatun oljen orgaaninen typpi ei vapaudu nopeasti mineraalimuotoon maahan. Usein toistuva oljen

poisto voi lisätä pellon lannoitustarvetta kaliumin ja fosforin osalta. Typpipitoisen lannoitteen käyttö aiheuttaa aina dityppioksidipäästöjä, mutta kun pelto on tehokkaassa tuotannossa ja ravinteet ohjautuvat satoon, päästöjä syntyy vähemmän. Ylimääräisiä dityppioksidipäästöjä voi aiheutua, jos monivuotista nurmialaa vaihdetaan vilja-alaksi. Oljen voimakkaalla hyödyntämisellä voidaan nähdä välillisiä vaikutuksia maan ravinnetalouteen tai ravinnehuuhtoumiin, jos maan rakenne pääsee huonoon kuntoon. Nurmibiomassan korjuulla vesistöihin rajoittuvilta hvp-pelloilta voidaan vaikuttaa ravinnehuuhtoumiin vähentävästi.