

Korsibiomassojen toimitusketju pellolta voimalaitokselle

Case: Ladec Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden ala
Liiketalouden koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Kaisa Tuominen

Lahden ammattikorkeakoulu
Liiketalouden koulutusohjelma

TUOMINEN, KAISA: Korsibiomassojen toimitusketju pellolta
voimalaitokselle

Case: Ladec Oy

Logistiikan opinnäytetyö, 72 sivua, 1 liitesivu

Syksy 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda toimitusketju oljelle pellolta voimalaitoksen olkikattilaan. Opinnäytetyö sisältää oljen energiakäytön teknillis-taloudellisen selvityksen Orimattilan alueella. Opinnäytetyössä etsittiin alueella syntyviä polttokelpoisia maatalouden biojätteitä. Lisäksi toimeksiantaja halusi käsittelyratkaisun oljen silppuamiseen.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Lahden seudun kehitys LADEC Oy. Opinnäytetyötä varten tehty selvitys toimitusketjusta ja biomassoista kuului osana Energia tehokkaasti Hämeessä -hanketta.

Opinnäytetyö suoritettiin kvalitatiivisena opinnäytetyönä. Tutkimus suoritettiin puhelinhaastatteluina sekä maatilavierailuilla. Puhelinhaastatteluissa käytettiin teemahaastattelua, ja jokaisen maatalousyrittäjän kanssa keskusteltiin osittain samoista, osittain eri aiheista. Tutkimustuloksia käytettiin luomaan uutta tietoa toimitusketjusta.

Tutkimustulosten mukaan toimivin toimitusketju syntyy seuraavasti; maatalous- ja koneurakointiyrittäjät organisoivat oljen korjuun ja varastoinnin itsenäisesti. Olki varastoidaan kantti- tai pyöröpaaleissa maastovarastoissa, esimerkiksi pellonreunassa. Paaleja kuljetetaan traktorilla ja peräkärriellä voimalaitokselle ympäri vuoden. Olkipaalit voidaan silputa paalisilppurilla.

Orimattilan alueella syntyvistä biojätteistä saatiin tietoa maatalousyrittäjiltä. Merkittävimpänä löytönä pidettiin voimalaitoksen lähialueella olevia viljasiiloja, joiden tuottamaa viljakuivauksen esikäsitteilyjätettä pyritään tulevaisuudessa käyttämään voimalaitoksen polttoaineena.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää voimalaitoksen toimitusketjussa. Lisäksi toimitusketju on sovellettavissa muille korsibiomassoille, kuten heinälle, energiapajulle ja kuituhampulle.

Asiasanat: Olki, peltobiomassa, korsibiomassa, sivuvirta, logistiikka, maatalous, uusiutuva energia, Ladec OY

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Studies

TUOMINEN, KAISA: Supply chain of culm biomasses from field to
energy plant

Case: Ladec Oy

Bachelor's Thesis in Business Logistics, 72 pages, 1 appendix

Autumn 2017

ABSTRACT

The aim of the thesis was to create a supply chain for straw, from the field to a combined heat and power energy plant. The thesis includes a technical-economical report on burning straw to energy in Orimattila, Finland. Burnable agricultural biowaste was sought for as a part of the thesis. The employer wanted to find a solution to the shredding of the straw, which was also taken into consideration in the study.

Lahti Region Development LADEC Oy acted as a commissioner in the thesis. The statement made for the thesis was part of Energy Effectively in Häme -project.

The thesis was based on qualitative research methods. The study was carried out by using telephone interviews and farm visits. Telephone interviews were based on thematic interviews, where topics were mainly the same but partly different depending ofn the knowledge of the interviewees. Results were used to create new information about supply chain.

Based on the study results, a good supply chain should work as follows; Farmers and machine contractors organize harvesting and stocking of straw independently. The straw is stored in bales in ground storages. Logistics is operated by tractors and trailers during the year. Straw bales can be shredded by bale-shredder.

Information about bio-wastes in the area were found by the farmers. The most notable bio-waste was residues from drying grains in silos located close to energy plant. This residue has a lot of potential to become future fuel for the energy plant.

Results of the thesis can be used when creating a supply chain for straw. The supply chain can be applied to other culm biomasses, such as hay, energy willow and fiber hemp.

Key words: Straw, field biomass, culm biomass, renewable energy, residues, logistics, agriculture

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	3
2.1	Tutkimuskysymykset ja rajaukset	3
2.2	Tutkimusmenetelmät	4
2.3	Tutkimuksen toteutus	5
2.4	Opinnäytetyön rakenne	6
3	OLJEN TOIMITUSKETJU	8
3.1	Toimiva toimitusketju	8
3.1.1	Kustannustehokkuuden parantaminen	9
3.1.2	Palvelun laatu	9
3.1.3	Ympäristö	10
3.2	Oljen tuotantoketjun vaiheet	11
3.2.1	Puinti	14
3.2.2	Karhotus	14
3.2.3	Pöyhintä	15
3.2.4	Korjuu eli paalaus	16
3.2.5	Korjuun haasteet	17
3.3	Varastointi	18
3.3.1	Maasto- eli pellonreunavarastointi	19
3.3.2	Varastointi muoviin käärittynä	21
3.3.3	Varastorakennukset	22
3.3.4	Varastointi voimalaitoksen alueella	23
3.3.5	Varastoinnin haasteet	24
3.4	Silppuaminen	25
3.5	Kuljetukset	26
3.6	Logistiikkaketjun jätehuolto	27
4	PELTOBIOMASSOJEN TEKNILLIS-TALOUDELLINEN SELVITYS ORIMATTILASSA	29
4.1	Oljen poltto-ominaisuudet	30
4.2	Viljakasvien jakauma	31
4.3	Oljen energiapotentiaali Orimattilassa	32
4.4	Muut biomassat	34
4.4.1	Heinä	34

4.4.2	Suojavyöhykkeet	35
4.4.3	Maatalouden biojätteet	36
4.5	Oljen hinta ja toimitusketjun kustannukset	37
4.5.1	Raaka-aine	38
4.5.2	Korjuutyö	40
4.5.3	Kuljetukset	42
4.5.4	Varastointi	44
4.5.5	Silppuaminen	45
4.6	Oljen sisäänostohinnan muodostaminen	46
4.7	Polttoaineiden hintavertailua	49
4.8	Oljen poiston vaikutus pellon maan kuntoon	49
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	54
5.1	Jatkotutkimushaasteet ja kehitysehdotukset	59
5.2	Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti	60
6	YHTEENVETO	62
	LÄHTEET	65
	LIITTEET	73

1 JOHDANTO

Vuoteen 2030 mennessä tarvitsemme maailmanlaajuisesti 50 % enemmän ruokaa, 45 % enemmän energiaa ja 30 % enemmän vettä. Bio- ja kiertotalous on ratkaisu elintason ylläpitämiselle maailmassa, jossa jäljellä olevia luonnonvaroja on opittava käyttämään kestäväällä tavalla. (Biotalous 2017a.)

Tällä hetkellä 35 % suomalaisten käyttämästä energiasta on peräisin uusiutuvista energianlähteistä - Suomi onkin bioenergian tuottajana ja hyödyntäjänä edelläkävijä. Valtaosa uusiutuvasta energiasta tuotetaan puulla, mutta jatkossa maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja tullaan hyödyntämään tehokkaammin. (Biotalous 2017b.)

Peltobiomassoilla tarkoitetaan energiakasveja kuten energiapaju ja ruokohelmi, vilja- ja öljykasvien olki- ja varsisatoa kuten vehnä, rypsi, rapsi ja hamppu, juurikasvien naatteja, nurmia ja muuta vihersatoa joita saadaan erilaisista peltolähteistä (Ympäristöministeriö, Satafood Kehittämisyhdistys RY & Raisio Oyj 2014, Liite 2, 3). Korsi on heinäkasvin ontto, nivelikäs varsi (Suomisanakirja 2017). Korsibiomassoja ovat esimerkiksi oljet, ruokohelmi ja heinäkasvit.

Olki on viljan korsi, viljakasvin varsi jonka päässä jyvät kasvavat (Tuominen 2017). Viljanviljelyssä viljan jyväsadon sivutuotteena syntyy olkea, ja maatalouden sivuvirroista oljet muodostavatkin suurimman vajaahyödynnetyn biomassan. Oljen laajamittainen hyödyntäminen ei vie resursseja ruuantuotannosta. (Ympäristöministeriö ym. 2014, 6, 20.) Sivutuotteina syntyneet peltobiopolttoaineet, kuten viljojen oljet, ovat ympäristövaikutuksiltaan edullisia verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin tai turpeeseen (Virtanen, Usva, Silvenius, Sinkko, Nurmi, Kauppinen & Nousiainen 2017, 2).

Korsi- ja peltobiomassojen tuotannosta ja logistiikasta on saatavilla muutamia tutkimuksia Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n sekä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen MTT:n toteuttamana. Tutkimukset on tehty vuosina 2000–2014.

Muussa kuin energiakäytössä olkea hyödynnetään kotieläinten makuualustana eli kuivikkeena, rehuna sekä olkipaalirakentamisessa muun muassa taloissa, meluvalleina sekä maastoesteinä hevos- ja autourheilussa. Olkia on käytetty myös patjantäytteenä, ja siitä on käsityönä tehty mattoja ja himmeleitä. (Uotila 2017; Wikipedia 2017.)

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda toimitusketju oljelle ja muille korsibiomassoille pellolta Combined Heat and Power (CHP) –voimalaitokselle. CHP-voimalaitoksesta käytetään tässä opinnäytetyössä nimitystä voimalaitos. Lisäksi selvitetään toimitusketjun kustannuksia, oljen poltto-ominaisuuksia sekä viljakasvien jakaumaa Orimattilan seudulla sekä tunnistetaan maatalouden polttokelpoisia biojätteitä. Tutkijan tavoitteena on luoda toimitusketjusta kestävä kehityksen mukainen, niin ympäristö- kuin sosiaalisen vastuun näkökulmasta.

Opinnäytetyö tehdään Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n toimeksiantona. LADEC Oy tarjoaa palveluja Lahden seudulla aloittaville, toimiville ja sijoittuville yrityksille sekä kehittää seudun elinkeinoelämää ja yrityskulttuuria. (Ladec Oy 2017.) Opinnäytetyötä varten tehty selvitys kuuluu Energia tehokkaasti Hämeestä -hankkeeseen, jossa kerätään monipuolisesti tietoa energiatehokkuudesta, energiayrittäjyydestä sekä biomassoista (ProAgria 2017).

2.1 Tutkimuskysymykset ja rajaukset

Tutkimustyölle asetetaan kuviossa 1 esitetyt tutkimuskysymykset ja niitä tarkentavat alakysymykset.

Miten toteuttaa oljen logistiikkaketju pellolta voimalaitokselle mahdollisimman ympäristöystävällisesti ja kustannustehokkaasti?

- Mitkä ovat oljen korjuun ja kuljetuksen kustannukset?
- Mitkä ovat toimitusketjun vaiheet oljen hankinnassa?
- Miten toimitusketju toimii tehokkaasti?
- Miten kerätä olkea pellolta vahingoittamatta pellon maan kuntoa?
- Millainen ratkaisu oljen silppuamiseen löytyy maatalouden konekannasta?

Mikä on viljakasvien jakauma ja oljen nykykäsittely Orimattilassa?

- Mikä on viljakasvien jakauma Orimattilassa?
- Mikä on oljen ja heinän polttoarvo?
- Mitä maatalouden polttokelpoisia biojätteitä syntyy paikallisesti?

KUVIO 1. Tutkimuskysymykset ja niitä tarkentavat alakysymykset

Toimeksiantajan pyynnöstä tutkitaan oljen käsittelyratkaisuja maatalouden ja maatalousyrittäjien näkökulmasta sekä tunnistetaan maatalouden polttokelpoisia biojätteitä. Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään tapauskohtaisesti Orimattilassa sijaitsevaa voimalaitosta, joka voi polttaa korsibiomassoja energiaksi. Työ on rajattu käsittämään ainoastaan korsibiomassojen tulo- ja sisälogistiikkaa. Lähtölogistiikka on rajattu opinnäytetyöstä pois. Korsibiomassat on rajattu käsittämään oljen, heinän, suojavähyhykkeiden sadon sekä maatalouden biojätteet. Suojavyöhykkeillä tarkoitetaan EU-tuettua, lannoittamatonta ja kasvinsuojeluaineilla käsittelemätöntä maatalousmaata, jolla kasvaa monivuotisia heinä- ja nurmikasveja ja jonka sato pitää kerätä pois. Rypsin, rapsin ja hampun korsi sekä ruokohelven ja energiapajun käyttö energian lähteenä on rajattu aiheesta pois. Logistiset toiminnot on rajattu 20 kilometrin säteelle voimalaitoksesta.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö on kvalitatiivinen opinnäytetyö. Kvalitatiivinen tutkimus pyrkii tutkimaan kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti sekä

löytämään ja paljastamaan tosiasioita. Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä on ihmisen käyttäminen tiedon lähteenä, tutkimuksen kohdejoukon huolellinen valinta sekä tutkimustapauksen käsitteleminen ainutlaatuisena. Tutkimus muokkaantuu sen edetessä ja suunnitelmien suhteen on hyvä olla joustava. Kvalitatiivisessa työssä tutkijan pyrkimys on paljastaa odottamatonta tietoa, ei todentaa hypoteeseja niitä testaamalla asetettuja hypoteeseja. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 160–164.)

Tutkimus suoritetaan laadullisena arviointina sekä toimintatutkimuksena – sen tarkoituksena on säännönmukaisuuden etsiminen sekä mallien löytäminen (Hirsjärvi ym. 165–166). Tutkitaan, miten oljen logistiikkaa on aiemmin tehty, ja mikä olisi älykkäin tapa tehdä hankintaa tässä tapauksessa. Aineistoa kerätään kirjallisista lähteistä, aiemmin tehdyistä tutkimuksista, maaseutuyrittäjiltä sekä Orimattilan kaupungin tietokannoista. Tutkimukseen kuului myös yksi maatilavierailu.

2.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusmenetelmänä käytettiin haastatteluja, joka on yksi päämenetelmistä kvalitatiivisissa tutkimuksissa. Haastattelu on erittäin joustava tiedonkeruumenetelmä. Haastattelu valikoitui tutkimusmenetelmäksi, sillä tutkimuksessa halutaan kartoittaa tuntematonta aihealuetta ja antaa haastateltaville mahdollisimman paljon tilaa vastata monitahoisesti ja syvällisesti. (Hirsjärvi ym. 204–206.)

Tutkimukseen haastateltiin yhteensä kahdeksaa maatalous- ja koneurakointiyrittäjää. Tutkimushaastattelut suoritettiin maaliskuu- elokuun aikana 2017. Maaseutuyrittäjän näkökulma korsibiomassojen logistiikkaan on tärkeä kestävää toimitusketjua luotaessa, ja näin ollen heidän mielipiteensä ja tietonsa haluttiin kuulla jo suunnitteluvaiheessa. Teemahaastattelujen aiheita olivat korsibiomassojen logistiikan kustannukset, maatalouden biojätteiden sekä suojavyöhykebiomassojen tunnistaminen sekä käsittelyratkaisut oljen silppuamiseen. Teemahaastattelu valikoitui menetelmäksi, sillä tutkimus sisältää aiheita joihin halutaan yksityiskohtaisia vastauksia, mutta samalla tutkittiin

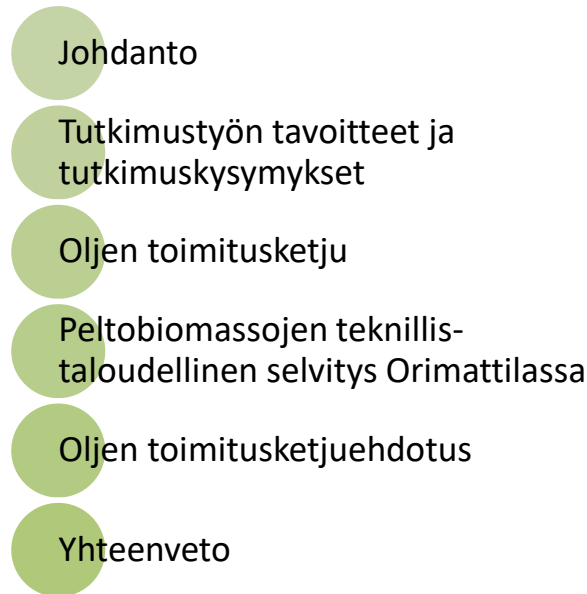
maatalousyrittäjien yleistä suhtautumista, mielipiteitä ja odottamattomia näkökulmia toimitusketjuun liittyen, joten haastattelujen annettiin tarvittaessa rönsyillä.

Tutkimuksessa käytettiin lumipallo-otantaa haastateltavia etsiessä. Lumipallo-otannassa ideana on, että tutkijan jo haastattelemat henkilöt auttavat etsimään uusia haastateltavia, jotka puolestaan auttavat etsimään uusia haastateltavia. (Henttonen, E. 2008.) Kiinnostuneita maatalousyrittäjiä etsittiin omien kontaktien lisäksi yleisellä tutkimuspyynnöllä, joka lähetettiin 430:lle maaseutuyrittäjälle Orimattilan maataloustoimiston viljelijäkirjeen liitteenä. Tutkimuspyyntö löytyy liitteenä opinnäytetyön lopusta (Liite 1).

Vaikka opinnäytetyö oli hyvin itsenäinen projekti, työn onnistumiseksi yhteistyötä tehtiin monien tahojen kanssa: Opinnäytetyön kohdevoimalaitoksella vierailtiin ja tutkimuksesta keskusteltiin työn edetessä. Pro Agria Etelä-Suomeen sekä Orimattilan maaseututoimistoon oltiin yhteydessä tietojen saamiseksi. Ladecin puolelta työtä ohjasi Johanna Kilpi-Koski. Tutkimuksen loppuvaiheessa toteutettiin maatilavierailu, jossa tutkimustyön tuloksia testattiin maatalousyrittäjillä. Kaikki opinnäytetyössä esitetyt selvitykset kustannuksista ovat itse laskettuja.

2.4 Opinnäytetyön rakenne

Tässä työssä tutkimus on kirjoitettu teoriaosuuden sisään, luoden yhtenäisen kokonaisuuden kappaleissa 3 ja 4. Opinnäytetyön rakenne on visualisoitu kuviossa 2.



KUVIO 2. Opinnäytetyön rakenne

Luvussa 1 eli johdannossa käsitellään tutkimustyön aihetta aloittaen uusiutuvista energioista kulkeutuen peltobiomassojen kautta olkeen. Luvussa 2 käsitellään opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä, tutkimustyön rajoja, tutkimusmenetelmiä ja kohdeorganisaatiota. Luvussa 3, joka on nimetty ”Oljen toimitusketju”, seurataan vaihe vaiheelta, mitä hyvään toimitusketjuun kuuluu ja miten oljen korjuu ja logistiikka tapahtuvat sekä mitä haasteita ja mahdollisuuksia niihin sisältyy. Luvussa 4, nimeltään ”Peltobiomassojen teknillis-taloudellinen selvitys Orimattilassa” on selvitetty alueella syntyviä maatalouden biojätteitä, oljen poiston vaikutus pellon maan kuntoon sekä Orimattilan olkipotentiaali. Luku 4 käsittelee toimitusketjun kustannuksia, sekä esitetty oljelle sisäänostohinta. Luku 5 kokoaa teorian ja tutkimuksen johtopäätökseksi, jossa esitetään ehdotus toimitusketjusta. Yhteenveto -luvussa opinnäytetyön tavoitteet ja tulokset on koottu viimeistellyksi tekstiksi.

3 OLJEN TOIMITUSKETJU

Toimitusketju on yksittäisten organisaatioiden asema toimijaverkostossa. Jokainen yritys kuuluu johonkin toimitusketjuun. Toimitusketjulla tarkoitetaan koko tilaus-laskutusprosessia, kun taas logistiikkaa käytetään kuvaamaan logistisia toimintoja. (Ritvanen & Koivisto 2006, 18–20.)

Logistiikassa pyritään hyvään kannattavuuteen ja kustannustehokkuuteen. Toimiva logistiikkaketju on luotettava, läpinäkyvä, yhdessä toimijoiden kanssa suunniteltu yksinkertainen prosessi ilman ylimääräisiä virheitä, pullonkauloja tai tuhlauksia. (Logistiikan maailma 2011, 136–142.)

Hyvä hankinta on toteutunut, kun yritys tai organisaatio saa käyttöönsä oikean määrän tuotteita, palveluja tai raaka-aineita kriteerit täyttävältä toimittajalta oikean laatusina, sovittuun hintaan oikea-aikaisesti. (Ritvanen & Koivisto 2006, 107.)

3.1 Toimiva toimitusketju

Aika, läpinäkyvyys ja luottamus toimitusketjun jäsenten välillä ovat sen menestystekijöitä. Läpimenoajan lyhentäminen on aikaan perustuva menestystekijä. Läpimenoajalla tarkoitetaan hankintoihin sijoitetun rahan muuttamista uudelleen rahaksi tai arvoksi, tässä tapauksessa energiaksi. Pienikin ajansäästö yhdessä toiminnossa voi kertautuessaan muodostua merkittäväksi, ja aikaa vapautuu muihin töihin. Lisäksi asiakas- ja sidosryhmäytyvyisyys nousee, kun toimintoihin kuluva aika vähenee. (Ritvanen & Koivisto 2006, 18–21.)

Toimitusketjun ollessa läpinäkyvä, tuotteen kysyntätieto on kaikkien ketjun toimijoiden tiedossa. Usein tämä vaatii sähköisiä työkaluja prosessin tueksi. Läpinäkyvyydestä siirrytään luottamukseen: luottamus toimijoiden välillä vähentää varmuusvarastointia sekä yleistä epävarmaa ilmapiiriä. Luottamusta voidaan lisätä toimijoiden välisellä läpinäkyvyydellä. (Ritvanen & Koivisto 2006, 22.)

Toimitusketjun hallinnassa kysynnän ennustaminen, esimerkiksi voimalaitoksen syöttötarve ja tarvittavan energian määrä, on merkittävässä roolissa. Ennusteiden avulla päätetään kapasiteettikysymyksiä ja määritellään varmuusvaraston koko. Varastojen sijainnin valinta, ulkoistaminen ja varastointipolitiikka ovat tärkeimpiä logistiikkaa koskevia päätöksiä. (Logistiikan maailma 2011, 136–142.)

3.1.1 Kustannustehokkuuden parantaminen

Yksi toimitusketjun hallinnan päätavoitteista on kustannustehokkuuden parantaminen. Hyvät, pitkäkestoiset yhteistyökumppanuudet vähentävät toimitusketjun kustannuksia. Puutteet ja virheet tavarantoimituksissa johtavat lisätyöhön, joka lisää kustannuksia. (Logistiikan maailma 2011, 109, 136–142.)

Tuotteen hankintahinta on vain pieni osa hankinnan kokonaiskustannuksista. Suuri osa hankinnan kustannuksista on henkilöstökustannuksia: toimittajien arviointi, kontaktointi ja hallinto, tuotteen vastaanotto ja tarkistus, reklamaatio- palautus- ja myöhästymisseuraamuksista huolehtiminen. Muita kustannuksia syntyy toimitiloista, laitteista, tietojärjestelmistä ja koulutuksista. (Ritvanen & Koivisto 2007, 123–124.)

Kustannustehokkuutta saavutetaan, kun kaikki hankintatoiminnot toteutetaan nopeasti ilman odottelua. Tilaaminen, viestintä, neuvottelut ja valvonta pyritään hoitamaan nopeasti, rutiininomaisesti ja myönteisessä mielessä. Digitalisaation mahdollistamaa automatisaatiota on syytä hyödyntää. (Logistiikan maailma 2011, 109.)

3.1.2 Palvelun laatu

Palvelut ovat prosesseja, jotka koostuvat yhdestä tai useammasta toiminnosta. Laatu on mitä tahansa, mitä sidosryhmät kokevat sen olevan. Kokonaislaatu muodostuu kolmesta ulottuvuudesta: teknisestä laadusta eli mitä asiakas tai sidosryhmä saa, toiminnallisesta laadusta eli miten

asiakas tai sidosryhmä saa, ja alueesta, eli missä asiakas tai sidosryhmä saa asiansa. (Grönroos 2010, 79, 100–103.)

Riittävän hyvällä palvelutasolla pyritään tavoittamaan kilpailuetua. Kun toimitusketjun palvelutasoa nostetaan, kustannukset nousevat, mutta lisääntyneet tuotot korvaavat kasvaneet kustannukset. (Logistiikan maailma 2011, 140–141.) Olkimarkkinoilla kilpaileva toimija on Suomen Bioetanoli Oy, jonka toimipiste Myllykoskella ostaa olkea 150 kilometrin säteellä, näin ollen myös Orimattilan seudulta (Kykkänen 2015).

Paremmalla palvelulla alueen maatalousyrittäjiä kohtaan voidaan saavuttaa heidän luottamuksensa, ja tarvittaessa saavuttaa kilpailuetua.

Hyvä palvelu on tasa-arvoa, myönteisyyttä ja asiallisuutta. Lupaukset pidetään, puhelimeen vastataan, ja jokainen hankinta hoidetaan loppuun asti. Jokaisesta toimittajasta on pidettävä huolta, sillä toimitussuhteen hallinta luo pohjan kestäväälle kasvulle. Kiittäminen ja tunnustukset kuuluvat palvelukokonaisuuteen. (Keränen 2017.)

3.1.3 Ympäristö

Ympäristöstä huolehtiminen on tullut yhä tärkeämmäksi osa-alueeksi yrityksissä. Ne yritykset, jotka vastaavat kuluttajien kasvaneeseen ympäristötietoisuuteen, saavuttavat merkittävää kilpailuetua. Yksi tunnetuimpia ympäristöosaamisen arviointimenetelmiä on elinkaariajattelu: tässä menetelmässä tuotteen ympäristövaikutuksia arvioidaan aina raaka-aineen hankinnasta valmistusprosessiin ja loppukäsittelyyn. (Ritvanen & Koivisto 2006, 58.)

Hyvään ympäristöosaamiseen kuuluu resurssiviisaus, eli kyky käyttää erilaisia resursseja kestävästä kehitystä edistävällä tavalla, alkutuotannossa, vaihtoehtoiset tuotantotavat jalostuksessa, jotka saastuttavat vähemmän ja käyttävät energiaa ja raaka-aineita tehokkaammin, sekä materiaalien ja raaka-aineiden kierrätys tuotanto-jakeluketjussa takaisin uusiokäyttöön (Sitra 2017; Ritvanen & Koivisto 2006, 59).



KUVIO 3. Oljen energiakäyttö osana kiertotaloutta

Kuviossa 3 on visualisoitu oljen energiakäyttö osana kiertotaloutta. Korsibiomassojen energiakäytössä hyvään ympäristöosaamiseen kuuluu biomassojen poisto maaperästä kestäväällä tavalla tuotettuna, hyvin suunniteltu, korsibiomassakäyttöön tarkoitettu voimalaitos sekä poltosta syntyvän tuhkan uudelleenkäyttö esimerkiksi lannoitteena.

3.2 Oljen tuotantoketjun vaiheet

Olki (Kuva 1) on vahvasti kausiluonteinen tuote, sillä viljan puinti tapahtuu kerran vuodessa, Etelä-Suomessa yleisesti elokuussa (Salo 2010). Viljan korjuuajankohta riippuu kylvöajankohdasta. Aikaisin keväällä kylvetyt viljat voidaan korjata ensimmäisten joukossa.

Olkea syntyy suunnilleen yhtä paljon kuin jyväsatoakin eli viljaa, noin 2–4 tonnia/hehtaari, keskiarvon ollessa 2,5 tonnia/hehtaari (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 5). Hehtaari on maa- ja

metsätaloudessa käytetty pinta-alayksikkö, joka tarkoittaa 10 000 m² (Valtioneuvoston asetus mittayksiköistä 1015/2014 9 §).



KUVA 1. Olkea

Olkea voidaan paalata kantti- pyörö- tai kovapaaleihin. Paalaus käsitellään opinnäytetyössä kappaleessa 3.2.4. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kantti- ja pyöröpaaleihin. Kovapaalit, jotka painavat 15 kg, ovat teollisessa mittakaavassa pieniä, ja niitä valmistava konekanta on vanhentunut ja harvinaistunut.

Pyöröpaali on lieriönmuotoinen, pyöröpaalaimella tehty paali, jonka halkaisija on 125–160 cm ja leveys 123 cm (Kuva 2). Tiheään paalattu suurikokoinen olkipyöröpaali painaa noin 330–350 kg. (Tuominen 2017, Onnila 2017, Ahola 2017 & Uotila 2017).



KUVA 2. Heinäpyöröpaali

Kanttipaali on kanttipaalaimella tehty, suorakulmaisen särmiön muotoinen paali. Sen koko Suomessa on yleensä 120 cm x 70 cm x 250 cm ja paino 300–400 kg. Kanttipaalaimen paalausteho on 2–3ertainen pyöröpaalaimen verrattuna (Onnila 2017). Paalausteholla tarkoitetaan syntyvien paalien määrää per tunti. Suomessa kanttipaalaimia on hyvin vähän.

Oljen tuotannolliset ja logistiset ketjut ovat hyvin samanlaisia ruukohelven kanssa, jonka johdosta opinnäytetyössä on sovellettu ruukohelven toimitusketjua oljelle sopivaksi. Ruukohelvi on monivuotinen peltoenergiakasvi, jota voidaan viljellä läpi Suomen. Ruukohelpeä voidaan polttaa energiaksi yhdessä turpeen tai hakkeen kanssa, ja sen energiasisältö on parempi kuin oljella. (Pahkala, Isolahti, Partala, Suokannas, Kirkkari, Peltonen, Sahramaa, Lindh, Paappanen, Kallio, & Flyktman 2005, 5–7, 16.) Seuraavaksi esitetyt oljen tuotantoketjun vaiheet on koottu luvun 3 loppuun Kuvioon 4 kronologisessa järjestyksessä.

3.2.1 Puinti

Oljen keruuprosessi alkaa, kun vilja puidaan leikkuupuimurilla. Suuremman olkisadon saamiseksi kannattaa puimurin leikkuukorkeus säätää matalalle, jolloin olki katkeaa mahdollisimman tyvestä ja biomassan osuus/hehtaari kasvaa. (Lötjönen, Kouki & Vuorio 2011, 7–11.) Esimerkiksi puintikorkeuden alentaminen 30 senttimetrinä 10 senttimetriin lisää korjattavan oljen määrää 14–32 %, 15 cm sängellä ohran kokonaisoljesta peltoon jää 27 % (Lötjönen & Kässi 2013; Pahkala ym. 2005). Sänki on viljan puinnista peltoon pystyyn jäänyt korren osa (Tuominen 2017).

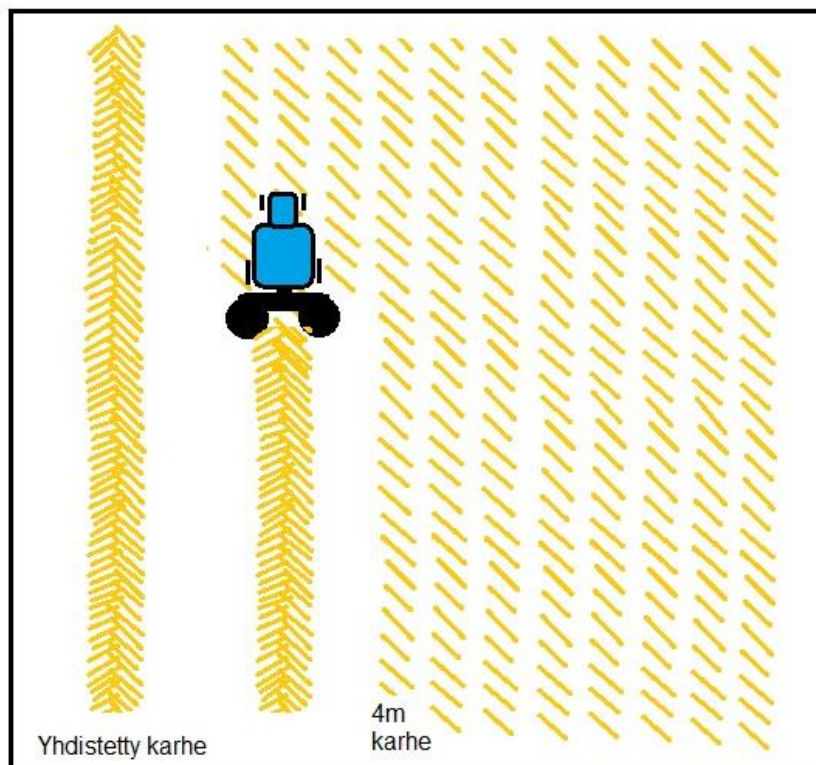
Mikäli leikkuukorkeus säädetään matalaksi, olki voi alkaa imeä kosteutta maasta. Matalalla leikkuukorkeudella puiminen voi johtaa kivien joutumisen puimuriin, joka vahingoittaa konetta. Leikkuukorkeuden säätö onkin maatila- ja peltokohtaista, josta tilallinen lopulta päättää. (Onnila 2017.)

Puinnin yhteydessä päätetään, silputaanko olki peltoon, vai leikataanko se pitkänä. Pitkistä oljista paalataan paaleja, silppu jätetään maatumaan. Silppurin käyttö kuluttaa puimurin polttoainetta. Jättämällä olki pitkäksi saavutetaan pientä säästöä polttoaineen kulutuksessa. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8.)

3.2.2 Karhotus

Puimuri jättää oljet karheeseen, josta ne voidaan paalata paaleihin. Karheita voidaan yhdistää isommiksi karheiksi karhottimella. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Karheiden yhdistämisestä on merkittävää hyötyä paalauksen tehokkuuden nostamiseksi. Leikkuupuimurin ajoleveys on usein 4 metriä. Jos paalataan karhetta 4 metrin leveydeltä, pystytään tunnissa tuottamaan 10 paalia. Kun karheet yhdistetään 12 metrin leveydeltä yhdeksi isommaksi karheeksi, pystytään tunnissa paalaamaan 30–40 paalia. Isommissa karheissa oljen variseminen maahan paalatessa vähenee, toisin sanoen hävikkiä syntyy vähemmän. (Onnila 2017.) Kuvassa 3

havainnollistetaan karheiden ajoa: Kuvan sininen traktori jonka perässä karhotin, yhdistää kolmesta 4 metrin karheesta, 12 metrin leveydeltä, uuden yhdistetyn karheen.



KUVA 3. Oljen karhotus

Jos pellolla on suuri olkimassa ja leikkuupuimurin pöytä on leveä, karhotusta ei ole välttämätöntä tehdä, sillä puimurin perästä jäävä karhe on jo suuri (Heikkilä 2017b).

3.2.3 Pöyhintä

Sateen jälkeen olkia voidaan pöyhiä niiden kuivattamiseksi. Kuivalla säällä pöyhimistä ei tarvitse tehdä. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Pöyhinnässä olkikarheet käännetään ympäri, jolloin karheen sisään virtaa ilmaa ja märkä olki jää karheen päälle kuivumaan (Kuva 4) (Onnila 2017).



KUVA 4. Pöyhintä

3.2.4 Korjuu eli paalaus

Oljen korjuu voi tapahtua pyörö-, pien- tai suurkanttipaalaimella. Paalauksessa traktori-paalain -yhdistelmällä ajetaan pellolla karheen yli. Traktorin takana oleva paalain kerää maasta oljet ja tiivistää paketiksi, jota kutsutaan paaliksi (Kuva 5). Paalien sidontaan käytetään usein verkkoa tai narua. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Paalaus voidaan tehdä, kun olki on kuivunut puinnin jälkeen, tämä vaatii yleensä 1–2 sateetonta päivää (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8). Ripeä paalaaminen puinnin jälkeen helpottaa oljen pysymistä kuivana, jonka lisäksi pelto vapautuu seuraavia toimia varten (Yrjölä 2009). Olki, kuten muutkin korsibiomassat, tulisi korjata mahdollisimman kuivana, kosteusprosentin ollessa korjuuhetkellä mieluiten alle 15 %, enintään alle 25 % (Lötjönen ym. 2011, 7–11; Alakangas 2000).



KUVA 5. Pyöröpaalain ja maataloustraktori

Paalien loppukäyttö sekä pellon ominaisuudet vaikuttavat oljen korjuutapaan. Kaltevalle pellolle sopii parhaiten pyöröpaalain. Paalauksessa pystytään vaikuttamaan paalien tiiviyyteen ja painoon. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Tavoitellessa mahdollisimman kustannustehokasta kuljetusta, paalataan mahdollisimman tiiviitä paaleja (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 10).

Suomessa suurin osa paalaimista on pyöröpaalaimia (Ravinne ja energia 2016). On oletettavaa, että myös Orimattilan seudulla on enemmän pyörö- kuin kanttipaalaimia.

3.2.5 Korjuun haasteet

Raisioagron tekemän kyselyn mukaan oljen myynnissä maanviljelijöitä epäilyttää pitkäaikaisen oljen poiston vaikutukset maan kasvukuntoon sekä oljesta maksettavan korvauksen riittävyys (Ympäristöministeriö ym. 2014, liite 2, 9).

Oljen korjuu voi sijoittua samaan ajankohtaan muiden maataloustöiden kanssa, eikä se saisi viivyttää pellolta tehtäviä muita syystöitä. Sateisena syksyaikana oljen korjuumahdollisuus on riski, ja saattaa käydä niin, ettei olkea pystytä joka vuosi keräämään. (Paappanen, Lindh, Impola, Järvinen, Tiihonen, Lötjönen & Rinne 2011.) Mitä myöhäisemmäksi syksyyn paalaus ajoittuu, sitä suuremmaksi riski korjuuolosuhteiden heikkenemisestä kasvaa (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8). Sääolosuhteet mainittiinkin tutkimukseen tehdyissä haastatteluissa useimmin oljen myynnin haasteena. Maatalousyrittäjä Kalle Koskela (2017) tiivisti asian sanoin: "Sellaista sopimusta en ainakaan tekisi että mun olisi joka vuosi pakko toimittaa."

Haastattelujen pohjalta maatalousyrittäjät olivat vahvasti sitä mieltä, etteivät he halua vaurioittaa sateesta pehmenneitä peltoja painavilla koneilla oljen paalaamiseksi ja keräämiseksi. Huolta aiheutti myös oljen menekki – maanviljelijä haluaa olla varma, että olki ostetaan, jotta hänen on järkevää tehdä työ oljen paalaamiseksi: "Sen pitäisi varmaan perustua sopimusviljelyyn se pahnun (oljen) saanti, jolloin olisi molemminpuolista" (Tuominen 2017).

Mahdollista on myös, ettei maatalousyrittäjä, joka haluaa teettää paalauksen urakoitsijalla, löydä vapaana olevaa paalajaa oikeaan aikaan.

3.3 Varastointi

Korsibiomassojen varastoinnissa tavoitteena on säilyttää tuotteen laatu ja kosteus samalla tasolla kuin se on korjuuvaiheessa (Yrjölä 2009). Yleisesti voidaan ajatella, että toimitusketjun kaikissa vaiheissa pyritään varastoa pitämään mahdollisimman vähän siihen sitoutuneen pääoman takia. Varmuusvarasto tulee kysymykseen, kun halutaan välttyä puutteilta kulutuksen vaihdellessa. Sen avulla turvataan toimitusajan ja -määrän vaihtelut. (Logistiikan maailma 2011, 79–81.)

Olkipaalien varastointi voi tapahtua maastovarastointina esimerkiksi katettuna pellon reunassa, muoviin käärittynä tai katetussa varastorakennuksessa (Lötjönen & Knuutila 2009). Oikeissa olosuhteissa olki säilyy 2–3 vuotta hyvin (Heikkilä 2017b).

3.3.1 Maasto- eli pellonreunavarastointi

Maastovarastoinnin tulee tapahtua tasaisella, kuivalla ja kantavalla maastopohjalla. Alustaksi voidaan kasata kuormalavoja, puunrunkoja tai muuta puutavaraa maasta nousevan kosteuden torjumiseksi (Kuva 6). Paalit pinotaan ylöspäin kapenevaksi, pitkänomaiseksi varastokasaksi, ja kasan päälle asetetaan leveä suojamuovi, jonka päältä sadevesi pääsee valumaan pois (Kuva 7). Paras peitemuovi on ehjä sekä riittävän iso peittämään koko kasan. (Lötjönen & Knuutila 2009.)



KUVA 6. Maastovaraston pohjustuksessa käytetty kuormalava



KUVA 7. Olkipyöröpaaleja maastovarastossa, aumamuovilla peitettynä

Kestopeite on paalien kattamiseen hyvä, kevytpeite rikkoutuu helposti jo ensimmäisenä käyttövuonna. Hyvä peite on vähintään 15 metriä leveä, ja pituutta paljon. (Ahola 2017). Peitemuovina voidaan käyttää myös aumamuovia, joka on maatalouskäyttöön suunniteltu muovi, jota on saatavilla eri leveyksinä ja paksuuksina. Aumamuovi kestää maastovaraston peitteenä muutamia vuosia, jopa 5 vuotta, ja on kohtuullisen hintainen esimerkiksi kestopeitteeseen verrattuna. (Heikkilä 2017b.) Useampaa peitemuovia käytettäessä tulee kiinnittää huomiota peitteiden reunojen riittävään limitykseen. Olkikasan peittäminen on hyvä tehdä tuulettomalla säällä vaaratilanteiden ehkäisemiseksi. Peitteen reunat ja päädyt pitää painottaa hyvin, sillä tuuli repii peitteet helposti irti, mutta kuitenkin niin, että maasta nouseva kosteus pääsee haihtumaan. (Lötjönen & Knuutila 2009; Heikkilä 2017b.) Painottaminen voi tapahtua

esimerkiksi maakerroksella, isoilla puunrungoilla tai muulla painavalla materiaalilla, jota maanviljelijällä on saatavilla.

Mulla ei ole ollut ongelmaa tuulen kanssa, kyllä sen (peitteen) saa pysymään, ei saa päästää yhtään ilmaa alle. Jos sinne pääsee tuuli alle niin sitten se repii sen peitteen pois, koettu on. (Ahola 2017.)

Pressu pitäisi jäädä sillä lailla että sieltä pääsee ilma kiertämään. Että sitä ei saa laittaa tonne maahan asti. Kun siellä on nuo kuormalavat alla niin ois hyvä että pääsis tuuli puhaltamaan. Se on kuitenkin kun maasta nousee sitä kosteutta, jos sen sitten muovilla huputtaa niin se ei oo hyvä. Ja sen takia se on hankalaa jos tonne peltoaukeelle tämmönen kasa tehdään niin sen mieluusti sen muovin laittais maahan asti ja sinne maahan ne painot. Mut sit ne jää justiinsa huppuun ja se ei hengitä. (Heikkilä 2017b.)

Mikäli paaleja aiotaan kuljettaa perävaunullisella kuorma-autolla, on maastovaraston sijainnille muutama lisäehto. Varastolle johtavan tien on kannettava kuorma-auto, kuorma-autolle pitää löytyä paikka jossa se pystyy kääntymään tai poistuminen onnistuu muuten. Ylä- tai alamäki sekä jyrkän mäen alku ovat huonoja paikkoja auton liikkeellelähden kannalta. Kuorma-auton ja maastovaraston etäisyys saa olla enintään 8 metriä, jotta auton nosturi tavoittaa paalit, esimerkiksi tieltä kurottamalla. Varastoa ei saa sijoittaa sähkölinjojen alle. (Lötjönen & Knuutila 2009.)

3.3.2 Varastointi muoviin käärittynä

Paaleja on mahdollista kääriä polyeteeniseen tuorerehupaalimuoviin. Paalimuovi on useimmiten valkoista, ohutta muovikalvoja, jota kääritään tuorerehupaalien päälle. Käärittynä paalit ovat hapettomassa tilassa, mikä takaa säilymisen. Tuorerehupaalit ovat vihreästä nurmesta tehtyä rehua, jota syötetään koti- ja tuotantoeläimille talvisin laidunnurmen sijaan (Kuva 8).

Muovitus suojaisi paaleja kosteudelta, kunhan muovikääre ei vioitu. Muovi voi reikiintyä lintujen nokkimana tai paaleja siirrellessä. Muovitus on kallis säilytysratkaisu oljen arvoon verrattuna. (Lötjönen ym. 2011, 7–11; Heikkilä 2017b.) Muovien poistaminen voimalan syöttövaiheessa saattaa

muodostua ongelmalliseksi. Mikäli voimallitoksella on jätteenpolttoluvat, voidaan paalimuovi repiä ja polttaa oljen seassa.



KUVA 8. Muovitettuja pyöröpaaleja

Pyöröpaaleihin voidaan soveltaa tuubikäärintää (Lötjönen ym. 2011, 7–11). Tuubikäärintä säästää tilaa sekä noin kolmanneksen muovikuluista. Tässä käärintämenetelmässä paalit pakataan peräkkäin saman muovin sisään. Muovinsäästöä syntyy, sillä pyöröpaalien päädyt jäävät muovittamatta. Tuubikäärityt paalit voidaan säilyttää pellolla, josta olki on korjattu. Tuubikäärinnälle haasteita asettaa erikokoiset ja –muotoiset paalit – suosimalla hyvää paalainkoneetta riski pienenee. (Pentti 2010.) Orimattilan seudulla tuubikäärintää tekee esimerkiksi t:mi Uotila Osmo Tapani.

3.3.3 Varastorakennukset

Olkipaalien sisävarastointiin voidaan hyödyntää maatilojen tyhjiä, avaria varastorakennuksia, kuten latoja tai varastointiin varta vasten rakennettuja

rakennuksia. Tanskassa olkipaalien varastointiin käytetään yksinkertaisia katoksia, joissa on sorapohja, puiset runkotolpat sekä teräksinen peltikatto. Osa katoksen seinistä on avoimia, jolloin paalien käsittely helpottuu. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Mikäli maatilalla on katettua varastotilaa käytettävissä, on se paras varastointiratkaisu kaikista (Kuva 9) (Ravinne ja energia 2016). Tekemieni haastattelujen pohjalta maanviljelijöillä ei ollut sisävarastointimahdollisuuksia eivätkä he olleet halukkaita investoimaan varastorakennukseen oljen vähäisen arvon vuoksi. Varastorakennuksia voi myös vuokrata kolmansilta osapuolilta.



KUVA 9. Oljen sisävarastointiratkaisu eräällä maatilalla

3.3.4 Varastointi voimalaitoksen alueella

Varastointi voimalaitoksen alueella vaatii tarpeeksi tilaa sekä ympäristöluvan. Ruokohelven, jolla on paljon oljen kaltaisia ominaisuuksia, energiakäytössä paaleja on varastoitu voimalaitoksella vain varmuusvaraston verran. Suurin syy tälle on ollut suurien varastoalueiden puuttuminen. (Lötjönen & Knuutila 2009.) Yhdysvaltalainen riisin korren varastointitutkimuksessa ilmeni, että mitä suurempi varasto on kapasiteetiltaan, sitä edullisemmaksi varastointikustannukset muodostuvat (Yrjölä 2009).

3.3.5 Varastoinnin haasteet

Kosteusprosentin noustessa riski erilaisten mikrobien, kuten homesienien ja virusten, lisääntymiselle kasvaa. Kosteuden lisäksi mikrobien kasvuun vaikuttaa myös oljen happipitoisuus, lämpötila, happamuus sekä fysikaalinen kunto. Mikäli kosteuspitoisuus saadaan pidettyä tarpeeksi alhaisena, mikrobien toiminta loppuu, eikä muilla tekijöillä ole merkitystä. (Yrjölä 2009.)

Oljen lämpenemisen ja homehtumisen estämiseksi olkea pitää säilyttää alle 25 % kosteudessa. Maasta nouseva kosteus, sadevesi, pintavesi, kosteuden kondensoituminen katteen alle (erityisesti maastovarastoinnissa) sekä lumi voivat kastella olkea. Homehtuminen alentaa oljen polttoarvoa sekä voi altistaa niitä käsittelevät työntekijät homepölylle. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Katettu maastovarasto voi menettää peitteensä varastointiajan myrskyjen vuoksi, jolloin vesi pääsee kastelemaan oljen.

Kanttipaali on alttiimpi sateelle, sillä se imee vettä helpommin kuin pyöröpaali. Tämä johtuu paalin rakenteesta: pyöröpaalin reuna on tiivis ja pyöreä, vesi valuu sitä pitkin alas. Vaikka pyöröpaali saa vettä, se jää vain paalin pintaan. Pyöröpaalin päädyistä vesi imeytyy helpommin. Kanttipaalissa oljet ovat nidottu samansuuntaisesti, jolloin vesi imeytyy paaliin helposti. (Onnila 2017; Heikkilä 2017b.)

Mikäli paaleja aiotaan maastovarastoinnissa säilyttää pellolla vielä seuraavana keväänä, viljelijän on ilmoitettava paalien viemä maa-ala tilapäisenä viljelemättömänä alueena EU-tukihakemuksissa. Tämä on viljelijälle pieni kustannus menetettynä tukialana. (Salminen 2017.) Päivämäärä, jolloin ilmoitus on tehtävä, vaihtelee.

Siinä on ne tietyt ajat kun niitä tukihakemuksia tehdään ja se on siinä yhteydessä ilmoitettava ja tiedettävä paljonko on tilapäisesti viljelemättömiä alueita. Tänä vuonna (2017) se oli kesäkuun puolella välissä. EU-tasolta tulee se päivämäärä. Mikäli ilmoitusta ei tehdä, maanviljelijä voi saada sakkoa. Se menetetty tukiala on ihan mitätön rahallinen korvaus, se on tärkeintä että se on ilmoitettu.

(Heikkilä 2017b.)

Kylmien varastojen rakentaminen maksaa noin 100–500 €/m³, riippuen varaston korkeudesta. Olki on matala-arvoinen tuote verrattuna sen matalaan tiheyteen, joten hallivarastoinnista ei uskota tulevan vakiintunutta käytäntöä. (Paappanen ym. 2011, 92).

3.4 Silppuaminen

Voimalaitos käyttää polttoaineenaan mieluiten 5–15 cm palakokoon silputtua olkea tai muuta korsibiomassaa. Tämän opinnäytetyön yhtenä tutkimuskysymyksenä oli löytää oljen silppuamiseen ratkaisuja maatalouden konekannasta.

Oljen silppuaminen voidaan tehdä paalauksen yhteydessä paalaimella. Useimmissa nykyaikaisemmissa paalaimissa on sisäänrakennettu silppuri, jossa teriä on 40–50 mm välein, joissain malleissa silpun pituudeksi arvioidaan 46–65 mm. Silppua menee tiiviimmin paaliin, kuin pitkää olkea (McHALE 2017; Tuominen 2017). Olki voidaan silputa niin pyörö- kuin kanttipaalaimella. Polttoainesäästöä syntyy, kun puidessa ei tarvitse käyttää silppuria, vaan olki jätetään pitkänä karheille (Onnila 2017). Valmiiksi silputut paalit tehostaisivat myös kuljetuksia, kun paalin paino suhteessa tilavuuteen on suurempi.

Oljen silppuamiseen voidaan käyttää myös paalisilppuria, mikäli olkea ei ole silputtu jo paalausvaiheessa. Paalisilppuri on traktorin perään kiinnitettävä kone, joka silppuaa olki- tai rehupaaleja ja puhalttaa ne ulos haluttuun suuntaan, usein sivulle tai alas. (Agronic 2017.) Kuhan Kone Ay murskaa olkea, heinää sekä helpeä Haybuster H-1100 –koneella. Kuhan Kone Ay sijaitsee Porlammilla, noin 35 km päässä voimalaitokselta. (Kuhan Kone Ay) Paalisilppurin etuna on sen tekemä tasalaatuisuus verrattuna paalaimella silputtuun olkeen. Paalien verkot ja narut kyseinen kone repii samalla silpuksi. Haybuster H-1100:n läpäisykyky on 2–5 tonnia tunnissa. Murskaimen kuljetinhihna yltää 5 metrin korkeuteen. Kuiva materiaali silppuuntuu nopeammin kuin märkä, mutta märkääkin voidaan käsitellä – huonoimmillaan voidaan käsitellä 5 paalia tunnissa,

parhaimmillaan 40 paalia tunnissa. Oljen silppuaminen voidaan tehdä halutussa paikassa. Voimalaitoksen pihalla silppuaminen voi roskastaa pihaa. (Onnila 2017.)

3.5 Kuljetukset

Alle 20 kilometrin kuljetuksilla paalivarastolta tai alkutuottajalta voimalaitokselle on tehokkainta käyttää maataloustraktoria ja paalien kuljetukseen sopivaa perävaunua, kuten paalivaunua. Tällöin kuormaaminen, kuljetus ja kuorman purku työllistävät vain yhden henkilön ja vaatii vain yhden kaluston. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Toiset tutkimukset puoltavat oljen traktorikuljetusta 30 kilometriin asti, jonka jälkeen rekkakuljetus muuttuu kannattavammaksi (Lötjönen & Kässi 2013).

Tämän opinnäytetyön yhteydessä selvisi, että paaleja mahtuu kuljetukseen sopivaan paalivaunuun 18–25 kappaletta. Oljen ja heinän myyntiin erikoistunut maanviljelijä käyttää työssään 32 paalin perävaunua. Yksi maaseutuyrittäjästä on kuljettanut peräkärryllä, johon mahtuu 10 paalia, mutta sanoo tämän olevan kapasiteetiltaan pieni.



KUVA 10. Paalikuorma, jossa 11 paalia, sidottu kiinni sidontaliinoilla

Kuljetettaessa paaleja paalivaunulla tai peräkärryllä, on kuorma sidottava kiinni niin, että jokaisen paalin sidonnasta on huolehdittu. Sidontaan käytetään sidontaliinoja (Kuva 10). (Heikkilä 2017b; Tuominen 2017)

Polttoaineen kulutus vaihtelee suuresti traktorin, ajotavan sekä työn mukaan. On tärkeää valita työhön oikein mitoitettu traktori, ei liian pientä eikä liian suurta. Usein maantieajossa traktorilla ajetaan traktorin huippunopeutta. Huomattava määrä polttoainetta säästyy, kun ajo tapahtuu 80 % maksimista. Erittäin kylmissä olosuhteissa traktorin käyttöä suositellaan vältettävän. (Motiva 2012.) Tämä on hyvä muistaa talviaikaan, mikäli maanviljelijän pitäisi toimittaa paaleja voimalaitokselle. Liukkaalla ajettaessa traktorin pyörät varustetaan ketjuilla paremman pidon vuoksi (Heikkilä 2017b).

3.6 Logistiikkaketjun jätehuolto

Fortum Oy noutaa puhtaita maatalousmuoveja kierrätykseen. Kierrätyksen piiriin kuuluu kaikki maatalouden muoviset pakkaus- ja suojamateriaalit; olkipaalien tapauksessa verkot ja narut, aumamuovi, sekä mahdolliset polyeteeniset paalien kääremuovit. Noutopalvelun hinta on 110 € / tonni + alv. (Fortum 2017.)



KUVIO 4. Oljen tuotantoketjun vaiheet

4 PELTOBIOMASSOJEN TEKNILLIS-TALOUDELLINEN SELVITYS ORIMATTILASSA

Olkea syntyy sivutuotteena vehnän, ohran, rukiin ja kauran viljelystä. Usein viljat kylvetään keväällä heti, kun pellot ovat kuivuneet. Keväällä kylvettyjen viljojen kasvukausi on keskimäärin 84–108 vuorokautta. (Ruokatieto Yhdistys RY 2017a)

Vehnän korren pituus on 80–95 cm. Suomessa vehnää voidaan viljellä vain maan eteläosassa, ja se on maaperän suhteen vaativin viljakasvimme. Syysvehnällä tarkoitetaan vehnää, joka on kylvetty syksyllä ja talvehtii. Onnistuneet syysvehnät tuottavat suurempaa satoa, sillä ne pääsevät aloittamaan kasvukautensa heti lumien sulettua. (Ruokatieto Yhdistys RY 2017a.)

Ruis on Suomen viljoista pisin, 130–150 cm pitkä. Kaikki suomalainen ruis on syysruista. Ruista viljellään pääasiassa Etelä-Suomessa, pohjoisempana se ei kasva. Ohraa viljellään lähinnä eläinten rehuksi. Mallasohraa oluen raaka-aineeksi päätyy 20 % ohran tuotannosta. Ohran viljelyalue kattaa koko maan. Korren pituus on 70–85 cm (Kuva 11). Kauraa viljellään koko Suomessa. Se on maalajin suhteen vaatimaton. Kauran korren pituus on 80–100 cm. (Ruokatieto Yhdistys RY 2017a.)



KUVA 11. Ohrapelto

Syysviljoilla olkea muodostuu suurempi määrä kuin kevätiljoilla. Syysviljat puidaan aikaisemmin kuin keväällä kylvetyt, jolloin syysviljojen olkien paalauskin tapahtuu aikaisemmin. Syysviljoja kasvatetaan keskimääräistä isommilla ja avoimilla peltolohkoilla, jolloin olki pääsee kuivumaan tasaisesti ja paalaus on tehokasta. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 7.)

4.1 Oljen poltto-ominaisuudet

Taulukossa 1 esitetään eri olkien tehollinen lämpöarvo 20 % kosteudessa sekä tuhkapitoisuudet. Realistinen polttokosteus oljelle Suomessa on 20 % (Alakangas 2000). Taulukon 1 perusteella huomataan, ettei rukiin, ohran tai vehnän tehollisissa lämpöarvoissa ole huomattavia eroja. Useimmissa tapauksissa viljalajilla ei olekaan väliä, vaan kasvuston rehevyydellä (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8).

TAULUKKO 1 Eri olkien polttoarvo ja tuhkaominaisuudet (Alakangas 2000.)

Ominaisuus	Ruis	Ohra	Vehnä	Kaura	Keskiarvo
Tehollinen lämpöarvo 20 %, MJ/kg	13,6	13,4	13,8	12,9	13,5
Tuhkapitoisuus kuiva-aineessa %	4,5	4,5– 5,88	6,5	4,9	5

Kun tarkastellaan viljojen korsien pituuksia, huomataan rukiin korren olevan pisin ja ohran lyhin. Korren pituus vaikuttaa nostavasti biomassan määrään/hehtaari. ”Vehnän oljet on hyviä, vehnä on korkea vilja ja siitä tulee paljon massaa. Ohra taas on matalarakenteinen.” (Onnila 2017.)

Tehokkaan korjuun takaamiseksi suositaan mahdollisimman olkitiheitä peltoalueita. Syyskylvetyt ruis- ja vehnäpellot ovat teoriassa parhaita. Käytännössä maanviljelijä itse tietää, miltä pellolta hän saa parhaimman olkisadon. Oljen korjuuseen vaikuttaa myös maaperä – kustannustehokkainta on paalata isoja, helposti ajettavia peltoja.

4.2 Viljakasvien jakauma

Taulukossa 2 esitetään viljakasvien viljely-pinta-alat sekä suojavyöhykkeiden pinta-alat Orimattilassa vuosilta 2014–2016. Kuviosta voidaan päätellä kauran, ohran ja vehnän olevan suosituimmat viljakasvit. Kauran ja suojavyöhykkeiden viljelypinta-ala on noussut viime vuosina. Rukiin viljelypinta-ala on noin kymmenesosa muihin viljakasveihin verrattuna.

TAULUKKO 2 Viljakasvien jakauma Orimattilassa vuosina 2014–2016
(Orimattila 2014, Orimattila 2015 & Orimattila 2016)

Vuosi	Kaura ha	Ohra ha	Vehnä ha	Ruis ha	Suojavyöhyke ha	ha yhteensä
2016	5593,87	5846,67	4200,1	469,63	612,22	16722,49
2015	5381,15	5997,43	4937,44	570,06	676,06	17562,14
2014	3633,85	4846,84	4859,19	313,15	65,48	13718,51
Keskiarvo	4869,62	5563,65	4665,58	450,95	Ei relevantti	16001,05
Muutos	↑	↑	↓	↑↓	↑	↑↓

Viljelypinta-alojen muutosta voidaan selittää viljan hinnanmuutoksilla.

Tavallisen kauran hinta ei ole noussut, mutta ei ole tippunutkaan kuten muiden viljojen. Rypsin ja rapsin kortta syntyy alueella paljon. Niissä on myös hyvät lämpöarvot. Niitä on alettu enemmän viljelemään, kun viljan hinta on niin heikko. Varsinkin rapsin hinta on noussut, ja se hinta peilaa heti mitä viljellään. (Onnila 2017)

4.3 Oljen energiapotentiaali Orimattilassa

Oljen raaka-ainepotentiaali voidaan laskea seuraavasti:

(Kokonaishehtaariala – 20 % kuivike- ja rehukäyttöön) * 1/3 * 2,5 t.

Kokonaishehtaariala löytyy taulukosta 2. Tuotetusta oljesta 20 % päätyy kotieläinten kuivike- ja rehukäyttöön. Pellolta voidaan kerätä oljet joka kolmas vuosi kestävän kehityksen mukaan, toistaiseksi julkaistujen tutkimusten perusteella. Olkisadon keskiarvona käytetään 2,5 tonnia/hehtaari. Näitä arvoja käyttäen raaka-ainepotentiaali näyttää seuraavalta:

$(16722,49 \text{ ha} \times 0.8) \times 1/3 \times 2,5 \text{ t/ha} = 11\,137,18 \text{ t}$

$$(16722,49 \text{ ha} \times 0.8) \times 1/3 = 4459,33 \text{ ha}$$

Teoreettinen raaka-ainepotentiaali olisi 11 137,18 tonnia. Oljen keruuseen käytettävä maksimipinta-ala vuosittain olisi 4459,33 hehtaaria.

Megajoulet voidaan muuttaa megawattitunneiksi, jolloin oljen keskiarvoenergiasisällöksi/kg tulee:

$$13,5 \text{ MJ/kg} = (13,5 \times 0,000277778) \text{ MWh/kg}$$

$$= 0,00375 \text{ MWh/kg}$$

$$= 3,75 \text{ MWh/tonni}$$

Hehtaarikohtaisen olkisadon energiasisältö 2000 kg ja 2500 kg keskiarvoilla voidaan laskea seuraavasti:

$$2000\text{kg/ha} \times 0,00375\text{MWh/kg} = 7,5 \text{ MWh/ha}$$

$$2500\text{kg/ha} \times 0,00375\text{MWh/kg} = 9,375 \text{ MWh/ha}$$

Voimalaitoksen vuosittainen energiantarve on 800 MWh – 1 GWh.

Tarvittava hehtaariala saadaan jakamalla kokonaisenergiantarve hehtaarikohtaisella energiasisällöllä. Hehtaarialat löytyvät taulukosta 3.

TAULUKKO 3 Voimalaitoksen oljen tarve omakäyttöön hehtaareina

Ominaisuus	Energiantarve 800 MWh	Energiantarve 1 GWh
Keskisato 2000t/ha, 7,5 MWh/ha	800 MWh / 7,5 MWh/ha = 106,66 ha	1 GWh / 7,5 MWh/ha = 133,33 ha
Keskisato 2500t/ha, 9,375 MWh/ha	800 MWh / 7,5 MWh/ha = 85,33 ha	1 GWh / 7,5 MWh/ha = 106,66 ha

4.4 Muut biomassat

Yksi tutkimuskysymyksistä oli selvittää Orimattilan alueella syntyviä maatalouden biojätteitä. Voimalaitosta kiinnosti myös, mihin suojavähykkeiden sato päätyy. Tietoa biomassoista saatiin haastatteluilla. Viljelijät toivat ilmi seuraavia biomassoja. Myös lietettä ja lantaa sekä paalimuovia ehdotettiin biojätteinä, mutta ne eivät ole sopivia tämän voimalaitoksen käyttöön, sillä eivät edusta korsibiomassoja.

4.4.1 Heinä

Heinä on heinä- ja ruohokasvien korsiintunutta, kuivatettua kasvimassaa. Heinää viljellään pelloilla ja käytetään paljon tuotantoeläinten sekä hevosten rehuna. (Wikipedia 2017b.) Heinän viljely eläinten ruokintaan onkin ensisijaista. Tutkimuksessa kävi ilmi, että maanviljelijöitä voisi kiinnostaa heinän tuotanto myös energiakäyttöön.

Kyl se tahtoo olla se ylitarjonta kun täältä ne syöjät puuttuu että. Hevosia jonkun verran on mutta sitten siinä on se laatukysymys että hevosille pitäisi olla aika hyvää heinää. Hankalaa ollut kaupata syöntiheinäksi. (Heikkilä 2017b)

Heinän viljely viljojen kanssa viljelykierrossa parantaa maan laatua. Viljelykierrolla tarkoitetaan samalla peltoalueella peräkkäisinä vuosina viljeltäviä kasveja. Monipuolinen viljelykierto, eli vuosittainen eri kasvien kasvatusta, pitää maan hyvässä kunnossa. (Heikkilä 2017b; Ruokatieto Yhdistys RY 2017b.)

Kuten oljen kohdalla, energiantuotantoon heinän kosteusprosentin on hyvä olla noin 15–20 %. Pöyhinnällä voidaan auttaa heinän kuivumista. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.)

Taulukossa 4 nähdään heinäkasvien poltto-ominaisuudet 15 % kosteudessa. Vertaamalla heinää vehnän ja ohran oljen polttoarvoon, nähdään sen olevan melko tasavertainen lämpöarvon suhteen. Tuhkapitoisuus on noin 40 % korkeampi verrattuna oljen tuhkapitoisuuden keskiarvoon.

TAULUKKO 4 Heinän polttoarvo olkeen verrattuna (Teagasc 2010.)

Ominaisuus	Heinä	Vehnä	Ohra
Lämpöarvo 15 % kosteudessa	14,3	14,4	14,7
Tuhkapitoisuus	7,1	6,5	4,5–5,88

4.4.2 Suojavyöhykkeet

Suojavyöhykkeet ovat EU-tuettua maatalousalaa, joiden tarkoituksena on vähentää ravinteiden ja kasvinsuojeluaineiden pääsyä vesistöihin. Niillä on kasvatettava kylvettyjä heinä- ja nurmikasveja. Lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käyttö on rajoitettua. (ProAgria Oulu 2015.)

Suojavyöhykkeet pitää niittää ja sato pitää kerätä pois vuosittain. Suojavyöhykepaaleja voidaan käyttää eläinten rehuna, mutta niiden energiakäyttö on varteenotettava vaihtoehto – viljelijän on kerättävä sato pois, ja paalien myynti energiantuotantoon kilpailisi rehukäytön kanssa varsinkin, jos maanviljelijällä itsellään ei ole rehulle tarvetta. (Lötjönen ym. 2011, 7–11.) Suojavyöhykkeillä kasvavien heinäkasvien lämpöarvo löytyy taulukosta 4.

Niittämättömästä suojavyöhykenurmesta ja hoidetuilta viljelemättömiltä pelloilta, jotka rajoittuvat vesistöihin, nurmibiomassan korjuu vähentää ravinnehuuhtoutumia (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 21).

Opinnäytetyön puitteissa tehdyssä tutkimuksessa selvisi, ettei mikään virallinen taho valvo suojavyöhykkeiden sadon käyttöä. Maanviljelijöiltä kysyttäessä he ovat keränneet sadon eläinten rehuksi tai käyttäneet laidunmaana. Yksi vastaajista aikoi kokeilla kuivikkeen tekoa suojavyöhykesadosta.

Sehän se kaikkein paras olis jos sen elukan laiduntais sinne suojavyöhykkeelle, se olis se edullisin. (Heikkilä 2017b.)

4.4.3 Maatalouden biojätteet

Osana tutkimustyötä selvitettiin ja tunnistettiin Orimattilan alueella syntyviä maatalouden biojätteitä. Voimalaitos voisi käyttää esimerkiksi homeisia korsibiomassapaaleja polttoaineenaan. Niitä ei voi enää käyttää eläinten rehuna, jonka lisäksi ne vapauttavat ilmakehään metaania. Poltto olisi kyseiselle jätteelle hyvä vaihtoehto.

Vilja kuivataan puinnin jälkeen sen säilyttämiseksi hyvälaatuisena. Tähän käytetään viljankuivuria. (Ahokas & Jokiniemi 2017, 2–4.) Orimattilan Viljasiilot Oy tuottaa vuodessa 100 – 150 m³ esikäsittelyjätettä, joka on käytännössä pientä oljen pätkää, viljan kuorta ja pieniä jyviä. Tällä hetkellä esikäsittelyjäte päätyy kaatopaikalle sekä pieninä määrinä maanviljelijöiden hakepolttolaitoksiin. Esikäsittelyjäte annetaan mielellään energiantuotantoon – sitä tarjottiin ilmaiseksi Orimattilan lämpölaitokselle, joka otti jätettä vastaan jonkin aikaa, muttei ota enää. Esikäsittelyjäte varastoituu vaihtolavakontille, ja sille voidaan korvausta vastaan järjestää kuljetus. Esikäsittelyjätettä syntyy myös muilla maatiloilla ja viljankuivureilla. (Häppölä 2017.)

Maanviljelijä Olli Heikkilän (2017) mukaan alueella on paljon viljankuivureita. Joillain maatiloilla esikäsittelyjäte päätyy metsään tai muihin laittomiin kaatopaikkoihin. Esikäsittelyjäte sisältää lähinnä olkea sekä jyvän kuoria. Siementen osuus on melko pieni.

Orimattilan viljasiilot sijaitsevat osoitteessa Ravitie 8, josta on 2 kilometrin matka voimalaitokselle. Kaupan ehtoja neuvoteltaessa voidaan sopia, onnistuuko jakeen syöttäminen suoraan voimalaitoksen polttoainekonttiin. Tämä eliminoisi ylimääräisen työvaiheen, kun jäte pitäisi syöttää vaihtolavalta polttoainekonttiin.

Heinäsiemenviljelijä tuottaa heinän siemeniä myytäväksi muille maatiloille. Siemenheinäksi korjattavilta nurmilta olisi mahdollista kerätä muu kasvusto, kuin siemen, esimerkiksi energiakäyttöön. Heinän siemen puidaan, kuten viljakin. Puimisen jälkeen voidaan korsimateriaali korjata kuivalla säällä jo seuraavana päivänä. Vaihtoehtoisesti heinäsiemenpelto

voidaan niittää, eli katkaista kaikki kasvusto tyveä myöten. Tällöin biomassaa tulee huomattavasti enemmän/hehtaari. Niitettäessä kasvusto on kuitenkin kosteampaa, ja vaatii pöyhintää kuivuakseen. Niitetyn biomassan kuivattaminen voi olla vaikeaa. Niitettyjen tai puitujen siemenheinäkasvustojen kosteuspitoisuuksista ei ole tietoa. Kyseistä biomassaa voidaan käyttää myös eläinten rehuksi, mutta sen ravintoarvo on heikko. (Salminen 2017.) Heinäsiemenen ylijäämäkasvustoa voisi verrata suojavyöhykkeiden satoon, sillä molemmat ovat heinä- ja nurmikasveja. Heinäsiemenkasvusto tuottaa enemmän biomassaa/hehtaari. Käytännössä heinäsiemenen ylijäämäkasvuston energiakäyttö tarvitsee polttokokeiluja.

Maanviljelijä Jyrki Salmisen (2017) mielestä kasvuston poistaminen maasta edesauttaa seuraavan vuoden viljelyä. Pelto pääsee lämpenemään nopeammin ja kasvukausi voi pidentyä reilulla viikolla. Lisäksi uuden sadon kasvu tapahtuu tasaisemmin. Salmisen sekä lähialueen muiden siemenviljelijöiden pellot sijaitsevat 5 km Orimattilan keskustasta Artjärvelle päin, logistisesti järkevän matkan päässä voimalaitokselta. Peltojen yhteishehtaariala on noin 70–80.

Epäonnistuneet viljelyt voisivat olla potentiaalisia energianlähteitä. Esimerkiksi liiallinen sade, kuivuus ja riittämätön lämpö voi johtaa siihen, ettei viljasato ehdi kypsyä (Heikura 2012). Kauraa vaivanneet hometoksiiniarvot voivat nousta niin korkeiksi, ettei vilja kelpaa enää ihmisen tai eläimen ravinnoksi (Helenius 2017). Epäonnistuneet sadot pitää kuitenkin kerätä pois pellolta. Parhaassa tapauksessa viljelijöiden yleisessä tiedossa olisi, että maatalouden biojätteitä voisi viedä polttolaitokselle.

4.5 Oljen hinta ja toimitusketjun kustannukset

Oljen hinnan pitäisi olla sellainen, että energiantuotanto on edelleen kannattavaa. Hinnan pitää olla myös sellainen, että maanviljelijä näkee kannattavaksi tehdä työn olkien keräämiseksi. Suomessa ei ole oljelle vakiintuneita markkinoita toisin kuin muissa Euroopan maissa, vaan oljen

myyntihinta maatalousyriyten välisissä kaupoissa määrityy tapauskohtaisesti, usein kappalemäärään ja laatuun perustuen. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8.)

Lötjösen & Kässin (2013) esityksen mukaan korsibiomassojen toimitusketjuun sisältyy seuraavia kustannuksia:

- Karhotus ja mahdollinen pöyhintä
- Kantti- tai pyöröpaalaus
- Muovit + verkot
- Lastaus + purku
- Kuljetus
- Varastointikustannukset.

Oljen hinnalle voidaan muodostaa neljä yksinkertaisempaa muodostajaa:

- Raaka-aineen hinta; Oljen kantohinta, eli oljen hinta peltoon kaadettuna
- Korjuutyön kustannukset
- Korvaus kuljetuksesta
- Varastoinnin kustannukset
 - Paalien liikuttelu
 - Mahdollinen muoviin käärintä/tuubikäärinä
 - Mahdollisen rakennetun suojan investointi- ja ylläpitokustannukset.

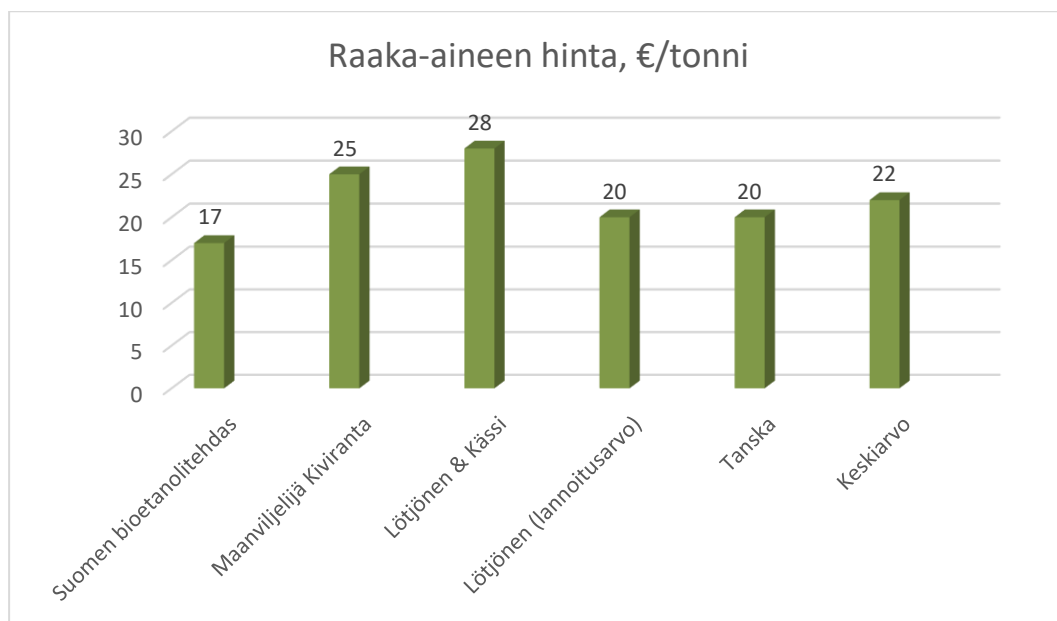
Toimitusketjun kustannukset muodostuvat polttoaineen ja konekaluston kulumisesta, maanviljelijän/urakoijan palkasta sekä mahdollisista materiaaleista, kuten paalausnarusta ja -verkosta sekä peitteistä. Kaikki tutkimuksessa käytetyt hinnat on esitetty ilman arvonlisäveroa.

4.5.1 Raaka-aine

Oljen arvo voidaan määrittellä sen energia- tai ravinnepitoisuuden mukaan tai kuiva-aineen määrään perustuen (Ravinne ja energia 2016). Oljen

hinnaksi löytyy monenlaisia summia lähteestä riippuen. Lötjönen & Kässä (2013) on laskenut oljen kantohinnaksi 28 €/tonni. Tanskassa oljen kantohinta on 20 €/tonni (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8). Myllykoskella sijaitseva bioetanolitehdas oli valmis ostamaan olkea hinnalla 17 €/tonni pellolle vapaasti silputtuna ottamatta kantaa oljen kosteusprosenttiin. Maanviljelijä Kimmo Jokiranta oli kommentoinut bioetanolitehtaan tarjoamaa hintaa aivan liian alhaisena. Hänen ehdotuksena oljen hintahaarukaksi oli 20–30 € kuiva-ainetonnilta. (Rönkkö 2015b.)

VTT:n vanhempi tutkija Timo Lötjönen arvioi oljen lannoitusarvoksi 20 €/tonni tämänhetkisillä lannoitteiden hinnoilla. Lannoitusarvolla tarkoitetaan oljen sisältämien ravinteiden arvoa, kun olki poistetaan pellostä ja korvataan lannoitteilla. (Linna 2015.) Hintoja oljelle raaka-aineena voidaan tarkastella kuviossa 5, johon on kerätty oljelle löytyneet raaka-ainehinnat eri toimijoilta.



KUVIO 5. Oljen raaka-ainehintoja

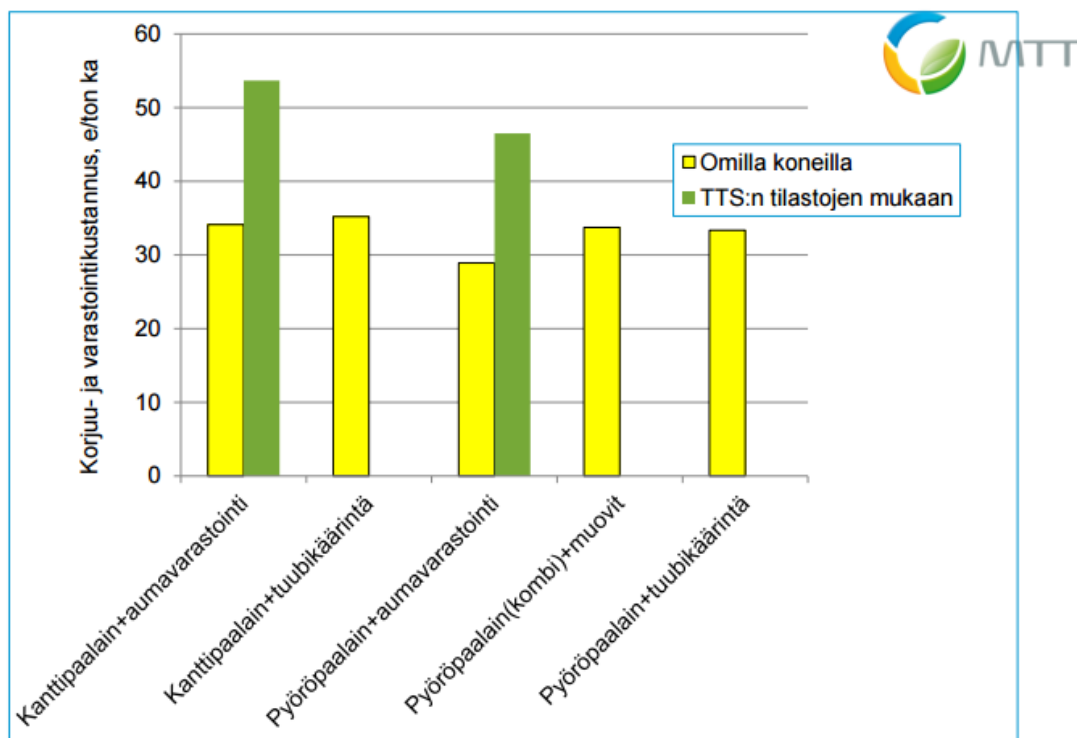
4.5.2 Korjuutyö

VTT:n vanhempi tutkija Timo Lötjönen arvioi, että olkien korjuukustannukset olisivat kantti- tai pyöröpaalauksella noin 50 €/tonni, sisältäen maastovarastoinnin tien laitaa (Linna 2015).

TTS Työtehoseuran (2015) tilastoimia urakointitöiden hintoja ilman arvonlisäveroa vuonna 2014:

- Karhotus ja karheiden yhdistäminen 22,8 €/hehtaari tai 65,1 €/tunti.
 - Jos olkea saadaan hehtaarilta keskimäärin 2,5 tonnia, karhotuksen hinta/tonni 9,12 €.
- Oljen pyöröpaalaus sisältäen verkon oli keskimäärin 8,44 €/paali.
 - Kun olkipaalin keskipainon oletetaan olevan 330 kg, paalaus kustannukset ovat 25,58 €/tonni.
- Kanttipaalauksen hinta oli keskimäärin 11,75 €/paali.
 - Kanttipaalin keskipainon oletetaan olevan 300 kg, paalaus kustannukset 39,17 €/tonni.
- Paalien siirto pellon laitaa 51,7 €/tunti.
- Kuhan Kone Ay:n (2017) urakoimana pöyhintä maksaa 25 €/ha.
 - 2,5 tonnin olkisadon keskiarvolla/ha pöyhinnän hinnaksi tulee 10 €/tonni.

Lötjösen & Kässin (2013) toteuttamassa kuviossa 6 on laskettu oljen korjuu- ja varastointikustannuksia pellonreunassa eri menetelmillä per kuiva-ainetonna. Maanviljelijän tehdessä työ omilla koneillaan, palkki on keltainen. Maanviljelijän teettäessä työ vieraalla eli urakoituna, palkki on vihreä



KUVIO 6. Oljen korjuu- ja varastointikustannukset pellon laidassa 2013 (Lötjönen & Kässi 2013.)

Kuviosta 6 voidaan päätellä seuraavaa:

- Omilla koneilla kanttipaalattuna ja pellonreunassa maastovarastoituna paalaus-kustannukset noin 35 €/tonni.
- Urakoituna kanttipaalattuna ja pellonreunassa maastovarastoituna paalaus-kustannukset noin 55 €/tonni.
- Omilla koneilla pyöröpaalattuna ja pellonreunavarastoituna (27–) 30 €/tonni.
- Urakoituna pyöröpaalattuna ja pellonreunavarastoituna 45–50 €/tonni.
- Omilla koneilla pyöröpaalattuna ja yksittäiskappaleisiin muovitettuna noin 35 €/tonni.
- Omilla koneilla pyöröpaalattuna ja tuubikääritynä noin 30-35 €/tonni

MTT:n ja Työtehoseuran urakointikyselyn mukaan yleisin tapa, eli pyöröpaalaus ja paalien aumavarastointi pellonreunassa, on edullisin tapa tuottaa olkea (Ravinne ja energia 2016).

Kysyttäessä korjuutyön kustannuksia Orimattilaisilta paalausurakoitsijoilta, saatiin seuraavia tuloksia pyöröpaalaimilla:

- 25 €/tonni (Uotila 2017).
- Asiakkaalle 10 €/paali, ja jos paali painaa sen 400–300 kiloa, siitä tulee 25–33 €/tonni (Onnila 2017).

4.5.3 Kuljetukset

TTS Työteho-seuran (2015) tutkimuksen mukaan kuljetus traktorilla ja peräkärryllä maksoi vuonna 2014 53,7 €/tunti urakoituna. Kuljetuksen hintaa tutkittiin myös paikallisesti. Haastatellut maanviljelijät kertoivat kuljetuksen hinnaksi 45–50 €/tunti. Kuljetushintaa 50 €/h voidaan käyttää myös yleisenä traktorityön tuntihintana.

Traktorin keskinopeus liikenteessä on noin 30 km/h ja traktorin maksiminopeus 40 km/h. Liikennetraktoriksi rekisteröitynä traktori saa kulkea maantiellä 50 km/h. (Heikkilä 2017b; Tuominen 2017.) Paaleja halutaan ostaa maksimissaan 20 kilometrin säteeltä. Kuljetuksen keskiarvohintana käytetään 50 €/h. Tutkimuksen mukaan kuorman mahtuu 10–18–25 paalia, jopa 32 paalia ammattikäytössä. Paalin keskiarvopainona käytetään 330 kg. Kuljetuksen hinta on saatu jakamalla kuljetettava matka keskinopeudella ja kertomalla se kuljetuksen tuntihinnalla. Kuljetuksissa on laskettua ainoastaan korvaus pellolta voimalaitokselle, tyhjälle paluukuljetukselle ei ole laskettu korvausta. Hinta/tonni on saatu summaamalla kuormauksen ja sidonnan kustannukset sekä kuljetuksen hinta ja jakamalla se kuorman painolla.

Kuljetustoimiin kuuluu myös paalien lastaus, sidonta sekä purku voimalaitoksen alueella. Lastaukseen, sidontaan ja purkuun kuluva aika ei ole vakio, vaan vaihtelee lastattavan kuorman koon ja välimatkojen mukaan. Arvion mukaan 18 paalin kuorman tekemiseen kuluu aikaa 30 min, sidontaan 60 min, sekä purkuun 30 min. (Heikkilä 2017b.) Yhden paalin käsittelyaika olisi noin 6,67 min ja olkitonnin käsittelyaika 330 kg paaleilla 20 min.

Taulukko 5 Oljen kuljetuskustannukset eri etäisyyksillä ja kuorman koilla.

Oljen kuljetuskustannukset				
Kuorman koko	Pienin	Keskiarvo	Suurin	Ammattikäyttö
Keskinopeus km/h	30	30	30	30
Kuorman paalimäärä kpl	10	18	25	32
Kuorman paino kg	3300	5940	8250	10560
Kuormaukseen ja sidontaan kuluva aika	66,7 min	120 min	166,75min	213,44min
Kuormauksen ja sidonnan kustannukset 50 €/h	55,58 €	100 €	138,95 €	177,87 €
Kuljetuksen hinta 10 km (50 €/h)	16,66 €	16,66 €	16,66 €	16,66 €
Kuljetuksen hinta 20 km (50 €/h)	33,33 €	33,33 €	33,33 €	33,33 €
Hinta/tonni 10 km	21,89 €	19,63 €	18,86 €	18,42 €
Hinta/tonni 20 km	26,94 €	22,45 €	20,88 €	20,00 €

Taulukosta 5 voidaan päätellä, kun paaleja mahtuu kuljetukseen 18 tai yli, volyyymi ei enää tuo merkittävää rahallista säästöä.

Paalikuorman paino jää aina ajoneuvon kantavuuden alle, johtuen oljen keveydestä. Kuljetuksia saadaan tehostettua nostamalla paalien tiheyttä (otettava huomioon paalausvaiheessa), nostamalla kuorman tiheyttä tai suurentamalla lastattavaa aluetta. Kuormatila voidaan hakea myös lattiaa madaltamalla, sekä lastaamalla käyttäen koko sallittua korkeutta 4,4 m. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 13.) Mahdollisimman suurilla kuormilla nostetaan kustannustehokkuutta.

Kuljetusten optimoinnin kannalta kanttpaali on parempi vaihtoehto kuin pyöröpaali. Lieriönmuotoisten pyöröpaalien väleihin jää aina tyhjää tilaa, kun taas kanttpaalit saadaan tiiviisti ladottua kuormaan. (Onnila 2017.) Kanttpaaleilla kuljetuksiin saadaan 30–50 % enemmän painoa kuin pyöröpaaleilla (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 10).

4.5.4 Varastointi

Korsibiomassojen varastointikustannukset sisältävät varastomaa-alan arvon, pohjustuksen, kattamisen, ja mahdolliset varastoinnin vaatimat siirrot. Tiiviisti pakatuilla kanttpaaleilla on noin 25 % pienemmät varastointikustannukset kuin pyöröpaaleilla, sillä lieriönmallisia pyöröpaaleja varastoitaessa niiden väleihin jää tyhjää tilaa. (Paappanen ym. 2011, 85, 92.)

Maastovarastoinnissa eli pellonreunavarastoinnissa varastomaa-alan arvo käsittää pellon vuokran. Käytännössä maanviljelijä ei välttämättä pyydä pinta-alasta vuokraa, mikäli paalit eivät vie häneltä seuraavana vuonna viljelypinta-alaa.

Pohjustus voi tapahtua käyttämällä risupohjaa tai kuormalavoja. Kattaminen voi tapahtua mustalla muovipeitteellä, toiselta nimeltään aumamuovilla tai kestopeiteellä. On harkinnanvaraista, kuuluuko voimalaitoksen ottaa osaa varastointikustannuksiin tässä tapauksessa. Varsinkin risupohjalle voi olla vaikea määritellä arvoa, muuta kuin maanviljelijän tekemä työ. Tutkijan näkemyksen mukaan tehdystä pellonreunavarastosta voisikin maksaa maanviljelijälle tehdyn työn

mukaan. Toimitusketjun palvelun laatua nostava tekijä voisi olla voimalaitoksen tarjoamat lainapeitteet maanviljelijöille.

TTS Työtehoseuran (2015) mukaan tuorerehupaaleilla muovituskustannukset olivat keskimäärin 7,75 €/paali vuonna 2014. Olkipaaleja harvemmin muovitetaan, mutta kustannusten oletetaan olevan samat. Orimattilalaisen Osmo Uotilan urakoimana tuubikäärintä maksaa 6,3 €/paali +alv, sisältäen muovin (Osmo Uotila T:mi 2017). Tiheillä, 330 kg olkipaaleilla muovituskustannukset olisivat 23,48 €/tonni, Uotilan tuubikääritynä 19,10 €/tonni.

Olkipaaleihin on sovellettu myös kevennettyä käärintää, jossa paalimuovia käärittää vain 2–3 kerrosta paalin ympärille. Tällöin muovituksen hinnaksi tulisi 4 €/paali ja 12,12 €/tonni tuubikäärinnällä kääritynä. (Onnila 2017.)

Kylmien varastohallien rakentaminen maksaa noin 100–500 €/neliö riippuen mm. hallin korkeudesta ja maan laadusta (Paappanen ym. 2011, 91). Rakennetut varastot voimalaitoksen puolesta eivät ainakaan toistaiseksi ole ajankohtaisia, joten niiden kustannuksia ei selvitetty enempää.

4.5.5 Silppuaminen

Kuhan Kone Ay:n urakoimana silppuaminen maksaa kuluneen ajan mukaan (Taulukko 6). Lähtöhinta 50 € lisätään kaikkiin urakointeihin, se sisältää siirtymisen työpaikalle. Hinnat ilman arvonlisäveroa.

TAULUKKO 6 Paalisilppurin urkointihintoja Kuhan Kone Ay:lta

Jauhatuksen kesto	Hinta
Alle 1 tunti	145 €/tunti
1–3 tuntia	135 €/tunti
3–12 tuntia	120 €/tunti

4.6 Oljen sisäänostohinnan muodostaminen

Kuten mainittua, Suomessa oljelle ei ole vakiintunutta markkinahintaa. Sieviin kaavailtu biojalostamo oli suunnitellut oljen porttihinnan olevan 58 €/tonni. Porttihinnalla tarkoitetaan oljen hintaa tehtaalte paaleina tuotuna. (Rönkkö 2015a.) Kuhan Kone Ay myy olkea arvonlisäverottomaan hintaan 70 €/tonni, ilman kuljetuskustannuksia.

Oljen hinnan muodostamisessa voidaan mallia ottaa Tanskalta – Tanskassa oljen poltto energiaksi on jatkunut pitkään ja toiminta on vakiintunutta. Tanskassa vakiintunut hinta oljelle perille toimitettuna on 70–80 €/tonni, kun oljen kosteus on 13 %. Hintaa korotetaan tai lasketaan 2 % jokaista laskevaa/nousevaa kosteusprosenttia kohden. Esimerkiksi oljen, jonka kosteus on 15 %, hinnaksi muodostuu 67,2–76,8 €/tonni. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8.) Kosteuden vaikutus oljen hintaan onkin perusteltua, sillä kosteus heikentää oljen lämpöarvoa ja säilyvyyttä. Lisäksi kosteus on vain vettä. Suomessa oljen hinnan voisi tutkijan mielestä sitoa kosteusprosenttiin 20, sillä se on kirjallisten lähteiden mukaan oljen realistinen polttokosteus.

Tanskalla on muutama etulyöntiasema oljen tuotannossa: Usein puinti pystytään tekemään paremmissa sääolosuhteissa laajoilta peltoalueilta, jolloin riski sateisista korjuuolosuhteista pienenee. Hehtaarilta saatava olkimäärä on suurempi johtuen syysviljojen suuresta osuudesta. Lisäksi kuljetusmatkat ovat lyhyemmät. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8–9.) Nämä etulyöntiasemat huomioon ottaen olisi luonnollista, että Suomen oloissa oljen hinta on korkeampi.

Taulukossa 7 saatiin erilaisia hintoja olkitonnille käytetyistä menetelmistä riippuen. Kanttipaalausta & pellonreunavarastointia omilla koneilla ei käsitelty vaihtoehtona, sillä heitä olisi alueella vain muutama henkilö. Oljen kantohintana käytettiin keskiarvoa 22 €/tonni. Taulukossa 8 esitetty oljen hinta ei sisällä kuljetusta.

Esimerkissä 1 oljen toimitusketju on pidetty mahdollisimman yksinkertaisena. Maanviljelijä karhottaa ja paalaa oljen käyttäen omia koneitaan. Paalit varastoidaan pellonreunassa peitteellä katettuna. Pöyhinnälle ei ole tarvetta.

TAULUKKO 7 Olkitonnin hinnan muodostuminen

Oljen hinnan muodostuminen	Esim 1	Esim 2	Esim 3	Esim 4	Esim 5
Oljen hinta	22 €	22 €	22 €	22 €	22 €
Pöyhintä		10 €			
Karhotus	9,12 €	9,12 €	9,12 €	9,12 €	9,12 €
Pyöröpaalaus & pellonreunavarastointi omilla koneilla	30 €	30 €			
Pyöröpaalaus & pellonreunavarastointi urakoituna				45 €	
Pyöröpaalaus urakoituna			25 €		
Kanttipaalaus & pellonreunavarastointi urakoituna					55 €
Tuubikäärintä (Osmo Uotila)			19,1 €		
Yhteensä	61,12€	71,12€	75,22€	76,12€	86,12€

Esimerkissä 2 maanviljelijä pöyhii, karhottaa ja paalaa oljen omilla koneillaan. Varastointi tapahtuu pellonreunassa.

Esimerkissä 3 olki karhoitetaan, paalataan urakoijalla ja varastoidaan tuubiin muoviin käärittynä. Tässä esimerkissä nähdään muovituksen kustannukset, mutta kyseinen toiminta ei toistaiseksi ole kannustettavaa.

Esimerkissä 4 oljen pyöröpaalaus toteutetaan urakoijalla.

Esimerkissä 5 oljen kantipaalaus toteutetaan urakoijalla.

Käytännössä maanviljelyn kustannukset vaihtelevat muun muassa käytettävän koneiston ja välimatkojen mukaan. Oljen hinta tutkimustyön tulos, ja ne maatalousyrittäjät, jotka pystyvät vastaamaan hintaan, alkavat tuottaa olkea voimalaitokselle.

Tutkijan mielestä oljen hinnoittelussa on kaksi vaihtoehtoa: voidaan maksaa oljesta ja kuljetuksesta erikseen, tai muodostaa oljesta ja kuljetuksesta porttihinta. Molemmissa tapauksissa oljen hinta voitaisiin sitoa kosteusprosenttiin 20, ja laskea/nostaa hintaa esimerkiksi 2 % jokaista nousevaa/laskevaa kosteusprosenttia kohden. Ensimmäisessä vaihtoehdossa maksetaan oljesta tonnihinta, sekä kuljetuksesta kuluneen ajan mukaan 50 €/tunti. Porttihintaa käytettäessä hinta on vakio ja sisältää kuljetuksen voimalaitokselle. Porttihintoja on kerätty taulukkoon 8.

TAULUKKO 8 Oljen porttihinnan muodostaminen

Oljen porttihinta	Esim 1	Esim 2	Esim 3	Esim 4	Esim 5
Oljen hinta	61,12 €	71,12 €	75,22 €	76,12 €	86,12 €
Kuljetushinta	19,63 €	19,63 €	19,63 €	19,63 €	19,63 €
Porttihinta	80,75 €	90,75 €	94,85 €	95,75 €	105,75 €

Esimerkissä käytetään kuljetushintaa 10 kilometrin kuljetusmatkalle 18 paalin kuormissa, sillä tämän oletetaan olevan keskiarvo. Tutkijan mielestä hyvä porttihinta oljelle on 90,75 €/tonni. Kyseinen hinta saadaan käyttämällä esimerkki 2 taulukosta 6 – kyseisten korjuukustannusten uskotaan olevan realistisimpia.

4.7 Polttoaineiden hintavertailua

Taulukossa 9 on esitetty voimalaitospolttoaineiden hintoja sähköntuotannossa. Hintatiedot ovat vuoden 2017 alkupuoliskolta. Oljen käyttäminen polttoaineena on laskettu hinnalla 90,75 €. Energian hinta/MWh lasketaan seuraavasti:

Porttihinta 90,75 €/tonni / energiasisältö 3,75MWh/tonni = 24,2 €/MWh.

TAULUKKO 9 Voimalaitospolttoaineiden hintoja sähköntuotannossa (Metsälehti 2017; Tilastokeskus 2017b.)

Polttoaine	Hinta
Metsähake	18,88 €/MWh
Jyrsinturve	14,98 €/MWh
Maakaasu	45,49 €/MWh
Kivihiihi	39,02 €/MWh
Olki	24,2 €/MWh

4.8 Oljen poiston vaikutus pellon maan kuntoon

Sivuvirtojen poisto tarkoittaa myös orgaanisen hiilen ja ravinteiden poistoa maasta. Orgaaninen hiili vähenee maaperästä globaalisti, myös Suomessa. Varsinkin yksipuolinen viljan viljely syö hiiltä maasta. Johtuen ilmaston lämpenemisestä, tulevaisuusskenaariot näyttävät hiilen

lisääntyvän maassa, mikäli sivuvirtojen hyödyntäminen ei kasva. (Hakala, Heikkinen, Sinkko & Pahkala 2016, 8, 13.)

Oljen poistolla peltoon on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia pellon viljeltävyyteen ja tuottokykyyn. Negatiiviset vaikutukset saattavatkin näkyä pellossa vasta vuosien viiveellä, kun taas lyhyellä aikavälillä positiiviset vaikutukset korostuvat liiaksi. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17.) Ympäristövaikutuksia on koottu kuvioon 7.

Oljen jättäminen peltoon lisää maan orgaanista ainesta, biologista aktiivisuutta ja parantaa maan rakennetta kuohkeuttamalla peltoa. Hyvä rakenne ehkäisee eroosiota, toimii ravinnevarastona sekä on helposti muokattavissa. Maanmuokkaustoimenpiteet, kuten kyntö, äestys ja maan haraus kiihdyttävät orgaanisen aineksen häviämistä. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 16–17.)

Maa voi tiivistyä orgaanisen aineksen vähetessä, ja tämä on yhteydessä muuttuneisiin tapoihin käyttäytyä sadeveden kanssa lisäten eroosion riskiä. Maan tiivistymiseen vaikuttaa myös maalaji, ojitus sekä muut ympäristötekijät. (Regina 2015.)

Se tekee pitkäaikaisia haittavaikutuksia jos se kuralla lällätään (painetaan) oikein painavan koneen kanssa, pelto tiivistyy. Suorakylvö on ehkä se ykkönen mikä tiivistää sen maan. (Heikkilä 2017b.)

Oljen laajamittaisen keruun ja hyödyntämisen riskinä on maan hiilivarastojen väheneminen ja siitä seuraava maan köyhtyminen (Virtanen ym. 2017, 9). Ranskalaisen tutkimuksen mukaan joka toinen vuosi tapahtuva oljen poisto aiheuttaa orgaanisen hiilen pitoisuuden laskua 2,5–10,9 % 50 vuodessa. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17.)

Ympäristön kestävyys kannalta tärkeimpiä huolenaiheita on maaperän hiilipitoisuuden riittävä ylläpitäminen maan pitkäaikaisen terveyden ja tuottavuuden turvaamiseksi. Pitkäaikaista seuranta tarvitaan maaperän terveydentilan takaamiseksi. (Bentsen, 2016, suomennos kirjoittajan.)

Mikäli oljesta poistetaan raskailla tai keskiraskailla mailla vähemmän kuin 40 %, ja poisto ei tapahdu useammin kuin kahtena vuotena kolmesta, sen ei pitäisi vaikuttaa maan kasvukuntoon. Sama tutkimusryhmä on todennut, ettei vuosittainen 50 % olkimassan poisto vaikuta maan hiilipitoisuuteen alentavasti, jos maata lannoitetaan. Keskiraskaassa maassa saveksen osuus on 40–60 %, raskaassa maassa yli 60 %. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17; Berninger 2014, 27.)

Lindstrom (1986) ja Andrews (2006) mukaan vuosittainen 30 % oljen poisto kyntämättömässä pellossa ei lisää eroosiota (Pahkala, Hakala, Kontturi & Niemeläinen 2009, 20.) Maan kasvukunnon ja toimivuuden kannalta olkea ei suositella poistettavan joka vuosi. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17.)

Usein toistuva oljen poisto lisää pellon typen, kaliumin ja fosforin lannoitustarvetta (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17). Oljen ja korren korjuun seurauksena menetettäviä ravinteita korvaamaan voidaan käyttää NPK-lannoitetta, jonka NPK-suhde (=Typpi-Fosfori-Kalium-suhde) on 18:8:16. Tällöin sopivin lannoitusmäärä olisi viljan oljen korjuun seurauksena noin 40 kg/ha. (Virtanen ym. 2017, 47.)

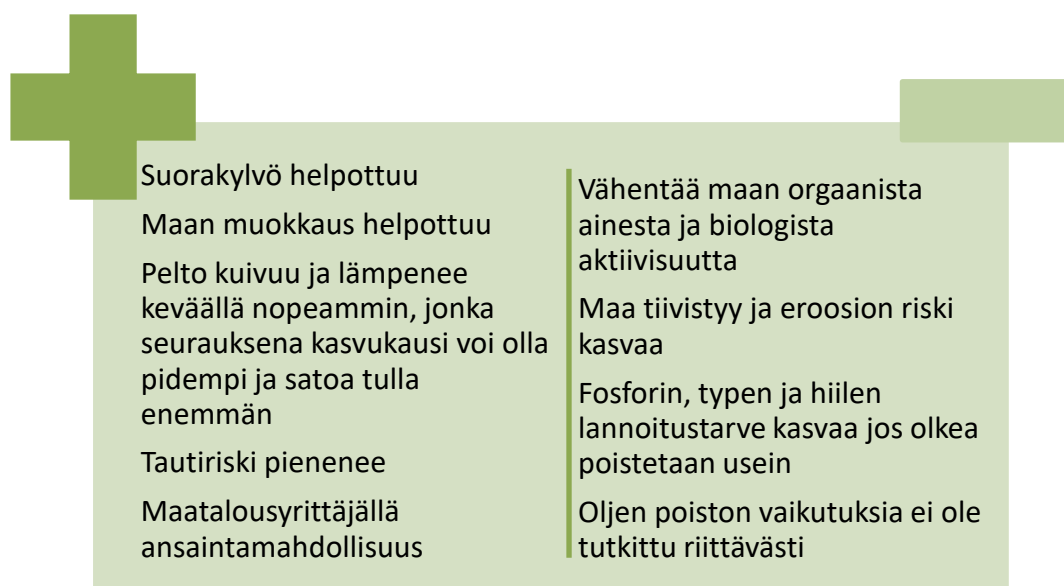
Oljen poiston positiivisia vaikutuksia nähdään varsinkin suorakylvettävillä pelloilla.

Suorakylvöllä viljelevät olisivat oikein tyytyväisiä jos joku veisi sen pahnat (oljen) pois. Kun tulee paljon panna niin se on ongelma siellä pellossa, ei saa kylvettyä. Tai ainakin panna pitäisi levittää peltoon. (Tuominen 2017.)

Oljen poisto vähentää pellon tautiriskiä, sekä helpottaa ja aikaistaa kevättöiden aloittamista kuivattamalla maan nopeammin (Ympäristöministeriö ym. 2014, liite 2, 17). Maan nopeampi kuivuminen ja lämpeneminen oljen puuttuessa voi lisätä sadon määrää, kun siemenet pääsevät itämään nopeammin. (Pahkala ym. 2009, 20.)

Kun olkea ei ole maassa paljon tai olki on poistettu, maan muokkaaminen helpottuu: ”Jos kevytmuokkauksella sen pellon työstää niin kyllä sieltä

saisi se olki olla pois (Heikkilä 2017b.)”



<p>Suorakylvö helpottuu</p> <p>Maan muokkaus helpottuu</p> <p>Pelto kuivuu ja lämpenee keväällä nopeammin, jonka seurauksena kasvukausi voi olla pidempi ja satoa tulla enemmän</p> <p>Tautiriski pienenee</p> <p>Maatalousyrittäjällä ansaintamahdollisuus</p>	<p>Vähentää maan orgaanista ainesta ja biologista aktiivisuutta</p> <p>Maa tiivistyy ja eroosion riski kasvaa</p> <p>Fosforin, typen ja hiilen lannoitustarve kasvaa jos olkea poistetaan usein</p> <p>Oljen poiston vaikutuksia ei ole tutkittu riittävästi</p>
---	--

KUVIO 7. Oljen poiston positiivia ja negatiivisia vaikutuksia

Dityppioksidi on otsonikatoa aiheuttava aine, jonka vaikutukset ovat 300–kertaiset hiilidioksidiin verrattuna. Maatalous lannoitteineen on yksi suurimmista päästöjen aiheuttajista. (Tilastokeskus 2017a.) Maaperän dityppioksidipäästöt syntyvät useista lähteistä maan typpipitoisuuden lisääntyessä. Päästöihin vaikuttaa lannoitteiden, lannan, ja lietteen käyttö, maalaji, viljelytekniikka, sademäärä sekä kasvipeitteisyys. Oljen jättämisestä peltoon ei ole saatu tarkkoja tutkimustuloksia. Arvioidaan, että kasvijätteiden, kuten oljen, jättäminen peltoon lisää dityppioksidipäästöjä. Arvioidaan, että kasvijätteet muokatussa maassa (kynnetyissä, äestetyissä) lisäävät mikrobiaktiivisuutta, joka lisää hapen kulutusta ja alentaa hapen määrää maassa luoden otolliset olosuhteet dityppioksidin muodostumiselle. Yleinen johtopäätös on, että raskailla ja tiivistyneillä pelloilla muokkaamattomuus lisää päästöjä. (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 20–21.)

Mikäli ei oteta huomioon riskejä tai muutoksia maankäytössä, olki on polttoaineena vain vähän ympäristöä kuormittava vaihtoehto. Sen ainut heikkous on vesistöjen happamoituminen, joka johtuu poltettaessa syntyvästä rikistä ja typestä. (Virtanen ym. 2017, 74.)

”Alueet, joilta kasvijätteen poiskorjaaminen saattaa aiheuttaa eroosiota ym. ongelmia, kärsivät jo nyt kuivuudesta: Intia, Meksiko, USA, Afrikka, Lähi-Itä, Kiina ja useat muut Aasian maat” (Parry, Rosenzweig, Iglesias, Livermore, & Fischer, 2004).

”Pohjoisella pallonpuoliskolla esim. Kanadassa ja Euroopassa, jossa kuivuusuhka on pienempi, sivuvirtojen suurimittainen hyödyntäminen on vielä mahdollista” (Pahkala ym. 2009).

Nurmikasvit jättävät maahan enemmän kasvijätettä kuin viljat, ja niillä on enemmän maan kasvukuntoa ylläpitäviä vaikutuksia (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 17). Hyödyntämällä nurmikasveja viljelykierrrossa voidaan minimoida orgaanisen aineksen vähenemistä.

Täytyisi viljelykierto toimia että ne pellot olisi välillä heinällä ja sitten taas viljalla, muuten jos ne pelkästään viljalle laitetaan niin se maa sitten jonkin ajan päästä ei kasva enää. Maan mururakenne menee sellaiseksi että on se savimaa kuin kittiä sitten. Toi vilja on kyllä sellanen että se ottaa siitä maasta kaiken voiman. Kyl se monella viljatilalla on ongelma kun aina vaan on samat viljakasvit samassa lohossa. Se maa menee sitten siihen tilaan että täytyy lannoitetta laittaa aina vaan ja sittenkään sieltä ei mitään kovin ihmeellistä satoa tule. Sitten kun sen heinälle laittaa taas ja muutaman, kolme-neljä vuotta heinää niin sit se on maan rakenne ihan toinen. (Heikkilä 2017b)

Korsibiomassojen laajamittaisen korjuun vaikutuksia maaperään ja ympäristöön on syytä tutkia lisää, pitkäkestoisilla peltokokeilla. Toistaiseksi päätöksenteossa nojataan ulkomaalaisiin tutkimustuloksiin ja vanhentuneisiin kotimaisiin tutkimuksiin. (Ympäristöministeriö ym. 2014, 33.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maanviljelijät ja koneurakoitsijat organisoivat viljan puinnin, oljen karhotuksen, mahdollisen pöyhinnän, paalauksen ja keräilyn keskenään. Maanviljelijöillä on oljen korjuuseen paras tietotaito. Oljen korjuun ajoittaminen on paljon kiinni sateettomasta säästä. Tällöin ulkopuoliset tahot eivät voi ennalta määrätä, milloin korjuu tapahtuu – maanviljelijä tietää sen parhaiten. Yleisesti oljen korjuu ajoittuu elo-syyskuulle.

Teoriassa oljen korjuu syyskylvetyiltä vehnä- ja ruispelloilta on tehokkainta, näiden peltojen biomassan osuus/hehtaari on suurin. Usein syysviljojen oljet päästään myös korjaamaan aikaisemmin, jolloin riski huonoista korjausolosuhteista pienenee. Käytännössä maanviljelijä itse tietää, miltä peltolohkolta hän saa suurimman olkisadon. Puimurin leikkuukorkeuden säätö mahdollisimman matalaksi lisää biomassan osuutta/hehtaari, kun olki katkaistaan mahdollisimman matalalta. Riskinä on kivien joutuminen leikkuupuimuriin, joka vahingoittaa konetta. Leikkuukorkeuden säätö on maanviljelijän päätös – hän osaa arvioida pellon pohjan kunnon.

Hyvä olki on mahdollisimman kuivaa. Oljen realistinen polttokosteus on 20 %, ja oljen suositeltu korjuukosteus <15–25 %. Tanskassa polttoon ei oteta vastaan paaleja, joiden kosteuspitoisuus on yli 27 % (Ympäristöministeriö ym. 2014, Liite 2, 8). Kuivassa oljessa on paras lämpöarvo, kostea olki on vaarassa homehtumiselle. Voimalaitos voi vastaanottaa ja polttaa myös homeisia biomassoja, mutta homeen käsittely ei ole ihmiselle terveellistä. Oljen hinta on hyvä sitoa sen kosteuteen – kuivasta oljesta maksetaan enemmän, kosteasta vähemmän. Tanskassa hintaa lasketaan/nostetaan 2 % jokaista nousevaa/laskevaa kosteusprosenttia kohden.

Paalit saavat olla pyörö- tai kanttipaaleja, sillä olki joka tapauksessa avataan verkoista polttokattilaan syöttövaiheessa. Paalit paalataan mahdollisimman tiiviiksi, sillä tiiviit paalit tehostavat varastointia sekä kuljetuksia. Kuljetusten optimoinnin kannalta kanttipaali on parempi, mutta

se on myös huomattavasti harvinaisempi paalausmuoto, sekä hieman kalliimpi kuin pyöröpaalaus. Mikäli kaikki polttoon käytettävät paalit vaadittaisiin kanttipaaleina, riskinä on, ettei tarvittavaa olkimäärää ehditä korjaamaan sateiden ja harvan konekannan vuoksi. Alueen maanviljelijöillä on monilla oma pyöröpaalain, jolloin he voivat paalata omat olkensa sopivalla hetkellä.

Kaikkia olkilajeja otetaan vastaan, ellei se tuota ongelmaa poltossa ja tuhkan käsittelyssä. Lämpöarvot eri viljalajien oljilla on suhteellisen sama. Kustannustehokkuutta lisää lämpöarvojen sijaan suuri hehtaariohtainen olkimassa. Oljen keruu on tehokasta, kun kerätään mahdollisimman vahvoilta kasvustoilta mahdollisimman paljon olkea, ja jätetään olki pellolle seuraavana kahtena vuonna, jottei maaperä köyhy. Viljelykierto heinäkasveilla auttaa maan rakenteen ja ravinteiden säilymisessä, ja pitää pellon elinvoimaisena.

Paalit varastoidaan pellonreunassa katettuna ja maasta irti nostettuna tai maanviljelijän katetussa varastossa, kuten ladossa, mikäli sellaisia sattuu löytymään. Tähän varastointijärjestelyyn päädyttiin, sillä se on edullisin ratkaisu eikä vaadi investointeja. Voimalaitos oli tyytyväinen oman ulkovarastonsa paalien laatuun, ja maanviljelijöiden kanta oli myönteinen. Tuorerehupaalimuovin käyttöä paalien varastoinnissa harkitaan uudelleen, mikäli olki ei pysy riittävän kuivana talven yli. Tuorerehupaalimuovin poltto vaatii jätteenpolttoluvan. Lisäksi tuorerehupaalimuovin käyttäytyminen paalisilppurissa pitäisi selvittää.

Mikäli paaleja aiotaan säilyttää pellolla vielä seuraavana keväänä, viljelijän on ilmoitettava paalien viemä maa-ala tilapäisenä viljelemättömänä alueena EU-tukihakemuksissa. Tämä on viljelijälle pieni kustannus menetettynä tukialana. Lisäksi pitkäaikainen varastointi vie viljelytilaa, toisin sanoen maanviljelijä ei voi kylvää siementä seuraavana keväänä. Suomen bioetanoli Oy, joka kerää olkea bioetanolin raaka-aineeksi, on ratkaissut tilanteen lupaamalla kerätä kaikki pellonreunavarastot pois 15.4 mennessä, ellei muuta erikseen sovita (Suomen bioetanoli Oy 2017). Voimalaitoksen pitää miettiä, pystyvätkö he vastaanottamaan kaikki paalit

ennen kylvöjen tapahtumista, ja muussa tapauksessa mikä on korvaus, vai korvataanko ollenkaan, varastoalasta pidentyneessä pellonreunavarastoinnissa. Sopimusta tehtäessä voidaan kysyä, onko maanviljelijä valmis säilyttämään paaleja kuinka pitkään.

Kuljetus tapahtuu maanviljelijän toimesta tai alueelta voisi etsiä työtä vailla olevaa traktorinomistajaa siihen. Kun kuljetettava matka on alle 20 kilometriä, on tehokkainta käyttää maataloustraktoria ja paalivaunua. Olki on kevyttä materiaalia, joten lastattava alue loppuu ennen kuin ajoneuvon kantavuus tulee vastaan. Tässä kohtaa on tärkeää, että paalit on paalattu tiheiksi.

Kuljetusten aikataulujen organisointi tapahtuu voimalaitoksen puolesta, tarpeista riippuen. Aikataulutuksessa mietitään, paljonko olkea mahtuu liikuteltavaan polttoainekonttiin, halutaanko paaleja säilyttää ulkotiloissa niin kutsuttuna varmuusvarastona ja kuinka paljon. Kuljetuksia jaetaan koko vuodelle, ja maanviljelijöille ilmoitetaan etukäteen, minä ajanjaksona heitä pyydetään kuljettamaan paalit. Syksyllä juuri paalauksen aikaan, elosyyskuussa, on yksi maataloustöiden sesonkihuipuista. Syyskuun jälkeen pelloilla tehtävät työt vähenevät, ja maanviljelijöillä vapautuu aikaa olkien kuljettamiseen. Kovilla talvipakkasilla traktorilla ajo on erittäin epätaloudellista, eikä maanviljelijä tee sitä mielellään – tämä on hyvä ottaa huomioon kuljetusten organisoinnissa ja varmuusvaraston kokoa määriteltäessä.

Voimalaitoksella on liikuteltavia polttoainekontteja, joihin olki on tarkoitettu syöttämään silputtuna. Oljen silppuamiseen löydettiin muutama vaihtoehto. Ensinnäkin olki voidaan nykyaikaisilla paalaimilla silputa haluttuun 5–15 cm palakokoon. Tällöin paalista pitää vain ottaa verkko pois. Verkon poistamiseen tutkija suosittelee katkaisuteräveistä. Toinen vaihtoehto on käyttää traktorin perään kytkettävää paalisilppuria. Paalisilppuri silppuaa paalit haluttuun palakokoon, repien samalla verkot ja narut oljen sekaan. Kuhan Kone Ay tekee paalien silppuamista urakointina. Heidän silppurinsa murskaimen kuljetinhihna ylettää 5 metrin korkeuteen.

Olkipaalien, liikuteltavien polttoainekonttien sekä paalisilppurin sijainti on hyvä miettiä ennakkoon. Helpointa työ on, kun paalit ja polttoainekontti sijaitsisivat vierekkäin. Paalisilppuri voi roskastaa ympäristöään, joka on hyvä muistaa, mikäli silppuaminen tehdään voimalaitoksen piha-alueella.

Suojavyöhykkeet ovat EU-tuettua maatalousalaa, joilla kasvatetaan heinä- ja nurmikasveja. Kasvinsuojeluaineiden käyttö on rajoitettua.

Suojavyöhykkeiden sato päättyy Orimattilassa lähinnä eläinten rehuksi.

Voimalaitos on kiinnostunut polttamaan maataloudesta syntyviä biojätteitä.

Vaikka kiertotaloudessa ei tunneta sanaa ”jäte”, erilaisia polttoon kelpaavia kasvimateriaaleja löytyi tutkimuksessa Orimattilan seudulta.

Polttoon tarjottiin viljankuivauksen esikäsittelyjätettä, siemenheinän korjuusta jäljelle jäänyttä biomassaa sekä epäonnistuneista satoja.

Viljankuivauksen esikäsittelyjätettä löytyi 100 – 150 kuutiota kahden kilometrin päässä voimalaitokselta. Esikäsittelyjäte päättyy nykyisellään kaatopaikalle, joten sen ottaminen polttoon ensisijaisesti on järkevää niin ympäristön kuin kiertotalouden näkökulmasta. Esikäsittelyjäte on myös edullista, ellei ilmaista. Viljankuivurin osakkaan kanssa on sovittu tapaaminen jakeen energiakäytön jatkosta. Siemenheinän korjuusta jäljelle jäänyttä biomassaa tulee Orimattilan seudulla 70–80 hehtaarilta noin viiden kilometrin päässä Orimattilan keskustasta.

Suomessa oljelle ei ole vakiintunutta markkinahintaa. Kustannuksia oljen toimitusketjusta aiheutuu polttoaineen ja konekaluston kulumisesta, maanviljelijöiden palkasta, mahdollisista materiaaleista, kuten verkoista ja naruista, sekä henkilöstökuluja voimalaitoksen työpanoksen verran kuljetusten organisoinnissa. Oljesta maksetaan toimitettaessa voimalaitokselle. Toimituksen yhteydessä olki punnitaan ja siitä mitataan kosteus, jonka perusteella arvo määräytyy. Kun olkea toimitetaan voimalaitokselle tasaisin väliajoin tarpeen mukaan, ei varaston arvo muodostu suureksi ja varastoon ei sitoudu ylimääräistä pääomaa.

Oljen toimitusketjun haasteita ovat sateiset korjuusajat, oljen kastuminen varastoinnin aikana sekä kysynnän ja tarjonnan tasapainotus. Sateiset

korjuusäät saattavat johtaa siihen, ettei olkea joinain vuosina voida korjata pellolta lainkaan. Kysynnän ja tarjonnan tasapainotuksella tarkoitetaan, että olkea tai muuta biomassaa saadaan hankittua tarpeeksi, muttei liikaa. Poltettavien biomassojen hankinta pitäisi pohjautua jonkinlaiseen sopimukseen, joka velvoittaa maanviljelijän toimittamaan tietyn määrän biomassaa, ja voimalaitoksen ostamaan kyseinen biomassaa. Maanviljelijä haluaa olla varma oljen tai muun biomassan menekistä, jotta hänen on kannattavaa tehdä työ biomassan keräämiseksi. Sopimuksessa on syytä ottaa huomioon niin kutsuttu säävaraus, mahdollisuus ettei olkea ole mahdollista kerätä johtuen liian runsaista sateista. Voimalaitoksen on mahdollista syöttää lämpöä yleiseen verkkoon, joten mahdollisten ylimääräisten biomassojen muuttaminen hyödykkeeksi ei ole ongelma.

Oljen poistolla on sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia pellon viljeltävyyteen. Negatiiviset vaikutukset näkyvät usein vasta vuosien viiveellä. Näitä ovat maan tiivistyminen, joka lisää eroosiota sekä maan hiili- ja ravinnevarastojen väheneminen ja siitä seuraava maan köyhtyminen. Oljen poiston lyhyen aikavälin positiivisia vaikutuksia ovat maan nopeampi kuivuminen keväällä, joka voi pidentää kasvukautta ja saada pellon kasvamaan tasaisemmin, peltotautiriskin väheneminen, suorakylvön sekä maan muokkauksen helpottuminen. Korsi- ja peltobiomassojen korjuun pitkäaikaisia vaikutuksia peltoon on syytä tutkia lisää. Tässä opinnäytetyössä päädyttiin johtopäätökseen, että olkea on turvallista kerätä pellosta joka kolmas vuosi. Mikäli voimalaitosta aiotaan tuotteistaa ja viedä ulkomaille, on hyvä muistaa, että eroosioherkiltä alueilta jotka jo nyt kärsivät kuivuudesta, kuten Intia, Meksiko, USA, Afrikka, Lähi-Itä, Kiina ja useat muut Aasian maat, kasvijätteen poiskorjaamista ei suositella.

Toimitusketjun haasteena on biomassojen kysyntätiedon saanti maaseutuyrittäjien tietoisuuteen. Tätä kutsutaan myös toimitusketjun läpinäkyvyydeksi, jossa sähköisillä työkaluilla on roolinsa. Miten toteutetaan kysynnän ja tarjonnan tasapaino?

Parhaassa tapauksessa biojätteiden polttomahdollisuus olisi viljelijöiden yleisessä tiedossa. Viestintää voidaan tehdä Orimattilan maaseututoimiston sekä Maa- ja metsätaloustuottajien keskusliiton (MTK) Orimattilan tuottajayhdistyksen kautta. Myös sanomalehtijulkaisut Orimattilan Sanomat sekä Maaseudun Tulevaisuus tavoittavat maanviljelijöitä, Orimattilan Sanomat paremmin paikallisesti. Parhaassa tapauksessa voimalaitoksen toiminnasta kirjoitettaisiin artikkeli Maaseudun Tulevaisuuteen.

Maaseututoimiston yhteystiedot, maaseututoimen johtaja:

Minna Elosuo

minna.elosuo@orimattila.fi

puh. 040 720 9934

MTK Uusimaan Orimattilan tuottajayhdistyksen puheenjohtaja:

Markku Koivisto

markku.koivisto@proagria.fi

puh. 040 709 2451

5.1 Jatkotutkimushaasteet ja kehitysehdotukset

Oljen poiston vaikutuksia maaperään pitää tutkia pitkäkestoisilla peltokokeilla. Lisäksi tutkija kehittäisi sähköisen työkalun, joka olisi niin maatalousyrittäjien kuin voimalaitoksen käytössä. Tällä sähköisellä työkalulla maaseutuyrittäjät voisivat ilmoittaa, paljonko biomassaa haluavat myydä, sekä voimalaitos voisi tiedottaa, paljonko biomassaa haluaa ostaa. Työkalu lisäisi toimitusketjun läpinäkyvyyttä sekä oikein toteutettuna auttaa kuljetusten organisoinnissa.

Kehitysehdotuksena tutkija mainitsee myös yhdistettyjen kuorma-autokuljetusten tutkimisen kuljetusvaihtoehtona. Paaleja voisi kuljettaa myös kuorma-autolla niin, että se kerää kahdelta-kolmelta maatilalta paaleja ja tuo ne voimalaitokselle. Tämä vaatisi, että koko kuorma-autollinen paaleja mahtuu voimalaitoksen välivarastoon. Kuorma-autokuljetusten kustannuksia pitäisi selvittää.

Tulevaisuudessa sivuvirroilla on suuri potentiaali erilaisissa arvokkaissa tuotteissa. Olki on vähän tutkittu bioperäinen materiaali, jolle varmasti löytyy korkeamman asteen käyttötapoja, kuin polttaminen. Fortum Oy on kaavaillut oljesta tehtävän vaatekuitua, joka olisi loistava kestävän kehityksen läpimurto: nykyisellään ei löydy vaatekuitua, joka olisi kestävästi tuotettu. Suomessa on alettu käyttää olkea rakennusmateriaalina elementtitalojen eristyksessä. Maailman energiakriisiin ratkaisu löytyy aurinkovoimasta.

Mikäli oljen poltto joskus loppuu sille löytyessä parempia käyttötapoja, oljen logistiikkaketju voi pysyä lyhyillä matkoilla samana. Yksi opinnäytetyön parhaista puolista on, että sitä voidaan soveltaa esimerkiksi energiapajun, hampun ynnä muiden aliarvostettujen kasvien toimitusketjuksi.

5.2 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimuksen onnistuneisuutta voidaan mitata validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Tutkimuksen validiteetilla arvioidaan sitä, mittaako tutkimus niitä asioita, joita haluttiin selvittää. Hyvään validiteettiin päästään valitsemalla tarkoituksenmukainen kohderyhmä sekä oikein muotoillut kysymykset. Mikäli tulokset puoltavat, tarkentavat ja parantavat vallalla olevaa teoriaa, tutkimuksen voidaan sanoa olevan validi. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen luotettavuutta ja pysyvyyttä. Reliabiliteettiin vaikuttaa muun muassa tutkittujen määrä sekä ajoitus. Jatkuvat poikkeamat tuloksissa kertovat epäreliabiliteetista. Mikäli tutkimus tehtäisiin uudelleen ja tulokset eivät poikkeaisi, tutkimus on reliaabeli. (Hiltunen 2009.)

Tutkimus onnistui validiteetissa hyvin. Koneurakoitsijoiden ottaminen mukaan tutkimukseen osoittautui hyväksi. Mielenpitoita saatiin niin suurien kuin pienien maatalojen omistajilta. Jokaisella yrittäjällä on tietysti omat näkemyksensä ja tapansa tehdä töitä, ja ajoittain vastaukset kumosivat toisiaan. Kysymyksiä kanssa ei ilmennyt väärinkäsityksiä, ja ammattisanasto luontui niin tutkijalta kuin tutkittavilta. Tutkittavien vastaukset tarkensivat vallalla olevaa teoriaa erinomaisesti.

Tutkijan mielestä tutkimus on reliaabeli. Tietysti eri otannalla saadaan aikaan eri tutkimustulos. Tutkittavien vastaukset alkoivat tutkimuksen lopussa kyllästä toisiaan. Tähän tutkimukseen voi luottaa yhtä paljon kuin ihmiseen – asiat ovat subjektiivisia kokemuksia, eikä absoluuttista totuutta voida saavuttaa.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda toimitusketju oljelle pellolta voimalaitokselle. Lisäksi työn tavoitteena oli selvittää toimitusketjun kustannuksia, mitä suojavyöhykkeillä viljellään, mikä on viljakasvien jakauma Orimattilassa, löytyykö oljen silppuamiseen ratkaisua maatalouden konekannasta ja mitä polttokelpoisia maatalouden biojätteitä syntyy paikallisesti. Opinnäytetyön ansiosta voimalaitoksella on käytössään heidän tarpeisiinsa sovellettu oljen toimitusketju, sekä esillä vaihtoehtoiset varastointi- ja hinnoittelutavat.

Opinnäytetyö suoritettiin kvalitatiivisena opinnäytetyönä.

Päätutkimusmenetelmänä käytettiin haastatteluja, joita toteutettiin Orimattilalaisilla maatalous- ja koneurakointiyrittäjillä 9 kappaletta maaliskuun elokuun aikana 2017. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, joiden aiheita olivat muun muassa oljen silppuaminen, kuljetusten kustannukset, suojavyöhykkeiden sato, maatalouden biojätteet sekä mahdollinen kiinnostus oljen myyntiin. Haastattelujen lisäksi opinnäytetyön teoria pohjautuu kirjallisiin lähteisiin. Opinnäytetyötä kirjoitettiin kolmen kuukauden ajan päivätyönä. Opinnäytetyön loppupuolella toteutettiin maatilavierailu, jossa luotua toimitusketjua testattiin maatalousyrittäjillä. Opinnäytetyö oli itsenäinen työ, ja yhteistyötä tehtiin Pro Agria Etelä-Suomen, Orimattilan maataloustoimiston sekä Ladecin kanssa.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi toimitusketju korsibiomassoille, kohdennettuna oljelle. Toimitusketju on luotu voimalaitokselle, joka haluaa hankkia olkea maksimissaan 20 kilometrin säteeltä. Toimitusketju alkaa maatalousyrittäjästä, joka organisoii ja toteuttaa oljen korjuun yksin tai yhdessä koneurakoijan kanssa. Oljen korjuun tuotantovaiheet ovat viljan puinti, oljen karhotus, oljen mahdollinen pöyhintä sekä paalaus joko kantti- tai pyöröpaaleihin.

Oljen varastointi tapahtuu maastovarastointina. Maastovarastoinnissa maa-ala, kuten pellon reuna, pohjustetaan esimerkiksi kuormalavoilla, jonka päälle paalit kasataan ylöspäin kapenevaksi kasaksi. Paalikasa

peitetään aumamuovilla tai muulla kattamiseen sopivalla peitteellä ja huolehditaan, ettei peite irtoa sääolosuhteissa. Maastovarastointi on oljen varastointimahdollisuuksista edullisin, eikä vaadi alkuinvestointeja. Riskinä oljen varastoinnissa on sen kastuminen.

Paalien kuljetus voimalaitokselle tapahtuu traktorilla ja paalivaunulla. Kuljetuksia tehdään ympäri vuoden voimalaitoksen tarpeen mukaan. Olkipaalien silppuamiseen löydettiin kaksi ratkaisua: olki voidaan joko silputa paalauksen yhteydessä tai purkuvaiheessa traktorikäyttöisillä paalisilppureilla. Paalisilppurointi voidaan ostaa palveluna.

Orimattilan alueelta löydettiin muutamia maatalouden biojättemassoja. Viljankuivauksen esikäsitteilyjäte on viljan kuivauksesta ylijäänyttä siemen- ja korsimassaa, joka nykyisillään ojtuu kaatopaikalle, mutta soveltuisi voimalaitoksen käyttöön muuhun materiaaliin, kuten olkeen, sekoitettuna. Energiakäyttöön tarjottiin myös heinänsiemenen viljelystä ylijäänyttä massaa sekä epäonnistuneita satoja.

Suojavyöhykkeillä kasvatetaan monivuotisia nurmi- ja heinäkasveja. Suojavyöhykkeiden sadolla on korjuuvelvoite, eli sato on kerättävä pois pellolta. Suojavyöhykkeiden sato päättyy usein eläinten rehuksi. Suojavyöhykkeitä on Orimattilan peltopinta-alasta vain murto-osa. Viljakasveista eniten viljellään ohraa, sen jälkeen vehnää ja kauraa. Viljalajilla ei kuitenkaan ole suurta merkitystä polttoarvon suhteen.

Oljen korjuulla on sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia pellon maan kuntoon. Negatiivisia vaikutuksia ovat muun muassa maan tiivistyminen ja eroosioriskin kasvu sekä maan kasvukunnon heikentyminen ravinteiden ja hiilen vähentyessä. Positiivisina vaikutuksina nähdään pellon pinnan nopeampi ja tasaisempi kuivuminen keväisin, peltotautiriskin pieneneminen, pellon helpompi muokattavuus syksyisin sekä suorakylvön helpottuminen. Opinnäytetyössä päädyttiin johtopäätökseen, että olkea on turvallista kerätä pellolta joka kolmas vuosi aiheuttamatta haittaa maaperälle.

Oljelle muodotettiin porttihinta 90,75 €/tonni 20 % kosteudessa. Porttihinnalla tarkoitetaan hintaa olkipaaleille voimalaitoksen alueelle toimitettuna. Porttihinta sisältää oljen tuotantoketjun, varastoinnin, lastauksen, kuljetuksen ja purkamisen kustannukset. Oljen hintaa voidaan nostaa/laskea jokaista laskevaa/nousevaa kosteusprosenttia kohden, jolloin hinta korreloisi paremmin oljen polttoarvon kanssa.

LÄHTEET

Suulliset lähteet:

Ahola, R. 2017. Kone- ja Maatalousyrittäjä. Haastattelu 28.6.2017

Heikkilä, J. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 27.7.2017

Heikkilä, O. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 10.7.2017

Helenius, M. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 7.8.2017

Häppölä, H. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 26.6.2017

Onnila, T. 2017. Maatalous- ja koneurakointiyrittäjä, Kuhan Kone Ay.
Haastattelu 4.7.2017

Salminen, J. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 11.8.2017

Tuominen, P. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu. 19.6.2017.

Uotila, O. 2017. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 21.6.2017

Painetut lähteet:

Grönroos, C. 2010. Palvelujen johtaminen ja markkinointi. Helsinki:
Sanoma Pro OY.

Hakala, K., Heikkinen, J., Sinkko, T., Pahkala, K., 2016. Field trial results of straw yield with different harvesting methods, and modelled effects on soil organic carbon. A case study from Southern Finland. Elsevier 31.8.2016.

Hirsjärvi, S. Remes, & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja Kirjoita. 15. Uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino OY

Logistiikan Maailma. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Ritvanen, V & Koivisto, E. 2006. Logistiikka PK-yrityksissä. WSOY Oppimateriaalit. Helsinki: WSOY.

Ritvanen, V. & Koivisto, E. 2007. Logistiikka PK-yrityksissä Hankinta kilpailutekijänä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.

Rönkkö, J. 2015a. Oljelle löydettiin hinta: 17 euroa tonnilta. Kouvolan Sanomat. 19.5.2015.

https://www.mtk.fi/liitot/kaakkoissuomi/media/fi_FI/kevat2015/_files/93860592454146243/default/19.5.%20KS%20Oljelle%20l%C3%B6ydettiin%20hinta.pdf

Rönkkö, J. 2015b. Bioetanolitehdas etsii 3 000:ta viljelijää. Kouvolan sanomat 15.4.2015. [Viitattu 9.6.2017]. Saatavissa:

https://www.mtk.fi/liitot/kaakkoissuomi/media/fi_FI/kevat2015/_files/93696016895380599/default/15.4.%20KS%20Bioetanolitehdas%20etsii%203000%20viljelij%C3%A4%C3%A4.pdf

Ympäristöministeriö, Raisio Oyj, Satafood. 2014. Biotaloudella lisäarvoa maataloustuotannolle. Loppuraportti. Sivut 4-22, Liite 2; Sivut 1-20.

Lait ja asetukset:

Valtioneuvoston asetus mittayksiköistä 1015/2014.

Elektroniset lähteet:

Agronic. 2017. Paalisilppurit. [Viitattu 19.6.2017]. Saatavissa:

<http://www.agronic.fi/fi/tuotteet/paalisilppurit>

Ahokas, J. & Jokiniemi, T. 2017. Viljankuivaus. Energia-akatemia. [Viitattu 27.6.2017]. Saatavissa: http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/74/Viljankuivaus_netti.pdf

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus. [Viitattu 7.6.2017]. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>

Bentsen, N. 2016. Mobilizing agricultural crop residues for energy and higher value bio-products. University of Copenhagen. Department of Geosciences and Natural Resource Management. [Viitattu 30.6.2017].
Saatavissa: <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2016/05/P05-Mobilising-agricultural-crop-residues-for-energy-and-higher-value-bioproducts-Bentsen.pdf>

Berniger, K. 2014. Maatalouden vesiensuojelun, ravinteiden hallinnan ja lannan käsittelyn esimerkkejä ulkomailta. JÄRKI. [Viitattu 12.7.2017].
Saatavissa:
http://www.jarki.fi/sites/default/files/berninger_vesiensuojelu_ulkomaa_2014.pdf

Biotalous. 2017. Energia. Maa- ja metsätalousministeriö, Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 21.6.2017].
Saatavissa: <http://www.biotalous.fi/energia/>

Biotalous. 2017. Tervetuloa tutustumaan Suomen monipuoliseen biotalouteen. Maa- ja metsätalousministeriö, Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 21.6.2017]. Saatavissa:
<http://www.biotalous.fi/tervetuloa-tutustumaan-suomen-monipuoliseen-biotalouteen/>

Fortum. 2017. Maatalousmuovien noutotilaus. [Viitattu 2.8.2017].
Saatavissa: <https://shop.ekokem.com/maatalousmuovien-noutotilaus>

Heikura, M. 2012. Viljelijät elävät kriittisiä hetkiä. Yle. [Viitattu 11.7.2017].
Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-6249410>

Henttonen, E. 2008. Usein kysytyjä kysymyksiä laadullisesta tutkimuksesta. [Viitattu 29.6.2017]. Saatavissa:
<https://into.aalto.fi/download/attachments/3775231/Kysymyksiä+ja+vastauksia+laadullisesta+tutkimuksesta.pdf>

Hiltunen, L. 2009. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 6.8.2017.] Saatavissa:

http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf

Keränen, E. 2017. Laadukas asiakaspalvelu. Operosus OY. [Viitattu 13.7.2017]. Saatavissa: http://www.operosus.fi/?page_id=44

Kuhan Kone Ay. 2017. Murskaus. [Viitattu 28.6.2017]. Saatavissa: http://www.kuhankone.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=68

Kykkänen, V. 2015. Myllykosken bioetanolitehdas löysi uuden raaka-aineen – 300 sopimusta koossa. Yle uutiset. [Viitattu 9.6.2017]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-8414622>

Ladec OY. 2017. Ladec on kestävä kasvun vauhdittaja. [Viitattu 13.7.2017]. Saatavissa: <https://www.ladec.fi/ladec>

Lafond, G.P., Stumborg, M., Lemke, R., May, W.E., Holzapfel, C.B. & Campbell, C.A. 2009. Quantifying straw removal through baling and measuring the long-term impact on soil quality and wheat production. *Agronomy Journal* 101 (3): 529-537.

Laine, A. 2011. Peltoenergian tuotanto- ja käyttöpotentiaali Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella. [Viitattu 30.6.2017]. Saatavissa: http://www5.hamk.fi/arkisto/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Tutkimus_ja_kehitys/HAMKin%20hankkeet/kestavaa_energiaa_hameesta/Peltoenergia%20Hame_ProAgria.pdf

Linna, M. 2015. Bioetanolia suomalaisesta oljesta. Maaseudun tulevaisuus. [Viitattu 9.6.2017]. Saatavissa: <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/suomalainen-maaseutu/bioetanolia-suomalaisesta-oljesta-1.77723>

Lötjönen, T & Knuuttila, K. 2009. Pelloilta energiaa – opas ruokohelven käyttäjille. Jyväskylä Innovation OY ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 24.5.2017]. Saatavissa:

https://www.motiva.fi/files/4244/Pelloilta_energiaa_opas_ruokohelven_kayt_tajille.pdf Sivut 6-16

Lötjönen, T. & Kässi, P. 2013. Oljen ja vihreän biomassan korjuuketjut ja kustannukset. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 30.5.2017]. Saatavissa:

<http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/481473/Oljen%20ja%20vihre%C3%A4n%20biomassan%20korjuuketjut%20ja%20kustannukset.pdf?sequence=1>

Lötjönen, T., Kouki, J. & Vuorio, K. 2011. Korsibiomassojen tuotantoketjut ja energiantuotanto kokopaalikattilalla. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus Jokioinen. [Viitattu 15.6.2017]. Saatavissa:

<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti19.pdf> Sivut 7-11

McHALE. 2017. McHALE F5000 Paalainsarja. [Viitattu 19.6.2017].

Saatavissa:

http://www.turunkonekeskus.fi/media/tiedostot/esitteet/mch_f5500_brochure_finnish.pdf

Metsälehti. 2017. Metsäenergian käyttöpaikkahinnat. [Viitattu 19.7.2017].

Saatavissa: <https://www.metsalehti.fi/puunhinta/metsaenergian-kayttopaikkahinnat/>

Motiva. 2012. Traktorin taloudellinen ajotapa. [Viitattu 5.6.2017].

Saatavissa:

https://www.motiva.fi/files/6370/Traktorin_taloudellinen_ajotapa.pdf

Osmo Uotila T:mi. 2017. Tuubikäärintä. [Viitattu 2.6.2017]. Saatavissa:

<https://www.uotilat.fi/tuotteet.html?id=6/17>

Paappanen, T., Lindh, T., Impola, T., Järvinen, T., Tiihonen, I., Lötjönen, T., Rinne, S. 2011. Ruokohelven hankinta keskisuomalaiselle voimalaitokselle. VTT. Helsinki: Edita Prima OY. [Viitattu 30.5.2017].

Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2577.pdf>

- Pahkala, K., Hakala, K., Kontturi, M. & Niemeläinen, O. 2009. Peltobiomassat globaalina energianlähteenä. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 7.6.2017]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met137.pdf>
- Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A., Peltonen, A., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E., & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 3.7.2017]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/4243/Ruokohelven_viljely_ja_korjuu_energian_tuotantoa_varten.pdf
- Palva, R. 2015. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS. [Viitattu 2.6.2017]. Saatavissa: <http://www.tts-nyt.fi/images/julkaisut/tiedostot/mati661.pdf>
- Parry, M.L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., Fischer, G. 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14: 53–67.
- Pentti, S. 2010. Mistä on kunnan säilörehu ja pyöröpaalit tehty. urakointiuutiset. [Viitattu 2.6.2017]. Saatavissa: <http://www.urakointiuutiset.fi/uutiset/mista-on-kunnon-sailorehu-ja-pyoropaalit-tehty/>
- ProAgria Oulu. 2015. Mikä Muuttuu 2015 –hanke: Mitä kuuluu suojavyöhykkeiden syksyyn. ProAgria Oulu. [Viitattu 25.5.2017]. Saatavissa: <http://www.proagriaoulu.fi/fi/mika-muuttuu-2015-hanke-mita-kuuluu-suojavyohykkeiden-syksyy/>
- ProAgria. 2017. Energia Tehokkaasti Hämeessä. [Viitattu 13.7.2017]. Saatavissa: <https://www.proagria.fi/hankkeet/energia-tehokkaasti-hameessa-6399>

Ravinne ja Energia. 2016. Oljesta lämpöenergiaa maataloille. [Viitattu 1.6.2017]. Saatavissa: <http://ravinnejaenergia.fi/fi/oljesta-lampoenergiaa-maataloille/>

Regina, K. 2015. Kirjallisuusselvitys oljen poiston vaikutuksesta satoon ja maaperän laatuun. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 8.6.2017]. Saatavissa: http://www.sbe.fi/SBE/Sopimukset_files/Olki%20ja%20maan%20laatu.pdf

Ruokatieto yhdistys RY. 2017a. Suomalaisia viljakasveja. [Viitattu 5.7.2017]. Saatavilla: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/maatila/peltokasvit/suomalaisia-viljakasveja>

Ruokatieto Yhdistys RY. 2017b. Viljelykierto. [Viitattu 18.7.2017]. Saatavissa: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/maatila/viljelytoimet/viljelykierto>

Salo, R. 2010. Biomassan tuottaminen kuidun ja energian raaka-aineeksi. Maatalouden tutkimuskeskus. Tutkimuksen loppuraportti, osa 2. Ruokohelven ja oljen korjuu, tuotantokustannukset ja polttotekniikka. Sarja A 85. [Viitattu 30.5.2017]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja85.pdf>

Sitra. 2017. Näin syntyy Suomessa kiertotalous. Sitra. [Viitattu 20.6.2017]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

Suomen Bioetanoli OY. 2015. SBE:n olkisopimukset. [Viitattu 25.7.2017.] Saatavissa: <http://www.sbe.fi/SBE/Sopimukset.html>

Suomisanakirja. 2017. Korsi. [Viitattu 17.7.2017]. Saatavissa: <http://www.suomisanakirja.fi/korsi>

Teagasc. 2010. Straw for energy. [Viitattu 29.6.2017]. Saatavissa: https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2010/868_StrawForEnergy.pdf

Teagasc. 2017. Straw bale weights. [Viitattu 5.6.2017]. Saatavissa: https://www.teagasc.ie/media/website/animals/dairy/Bale_size.pdf

Tilastokeskus. 2017. Dityppioksidi. [Viitattu 5.6.2017]. Saatavissa:
<http://www.stat.fi/meta/kas/dityppioksidi.html>

Tilastokeskus. 2017. Liitetaulukko 2. Energian hintoja lämmöntuotannossa maalsikuussa 2017. [Viitattu 19.7.2017]. Saatavissa:
http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2017/01/ehi_2017_01_2017-06-07_tau_002_fi.html

Wikipedia. 2017. Heinä. [Viitattu 18.7.2017]. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Hein%C3%A4>

Wikipedia. 2017. Olki. [Viitattu 21.6.2017]. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Olki>

Virtanen, Y., Usva, K., Silvenius, F., Sinkko, T., Nurmi, P., Kauppinen, T. & Nousiainen, J. 2017. Peltoenergian tuotantojärjestelmien ympäristövaikutukset. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 7.6.2017]. Saatavissa:
http://mmm.fi/documents/1410837/1801176/Peltobioenergia_2011.pdf/7843b6f6-79e2-4339-9c7a-a82f65f2878a

Yrjölä, H. 2009. Ruokohelven varastointi energiakäyttöön. Helsingin yliopiston agroteknologian laitos. Pro Gradu –tutkielma. [Viitattu 25.6.2017]. Saatavissa:
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/8528/Gradu+Heikki+Yrj%E4.pdf?sequence=3>

Muut lähteet:

Orimattila. 2014. Pinta-alat. Tuloste.

Orimattila. 2015. Pinta-alat. Tuloste.

Orimattila. 2016. Pinta-alat. Tuloste.

LIITTEET

Liite 1: Tutkimuspyyntö

Tutkimuspyyntö

Orimattilan alueella tehdään selvitystä oljen ja maatalouden biojätteiden energiakäytöstä. Selvitys on osa Energia tehokkaasti Hämeessä – hanketta. Hankkeen yhtenä tavoitteena on luoda biomassosta liiketoimintaa. Maaseutuyrittäjän näkökulma selvitykseen on erittäin tärkeä, ja siksi heidät halutaan ottaa mukaan jo suunnitteluvaiheessa.

Selvityksessä on muutamia päätutkimuskohteita, joihin nyt pyydetään maaseutuyrittäjien tietoa ja mielipiteitä:

1. Mitä tapahtuu suojavyyhykkeillä kasvatetuille nurmi- ja heinäkasveille, kun sato on kerätty pois?
2. Löytyykö alueelta maatalouden biojätteitä? Esimerkiksi homeiset, ylivuotiset rehupaalit sopisivat energiantuotantoon. Lisäksi tunnistetaan muita biojätejakeita.
3. Olkea ja muita biomassoja olisi tarkoitus siirrellä traktorilla + perävaunulla. Mitkä ovat traktorikuljetuksen kustannukset? Lisäksi etsitään kiinnostuneita urakoijia kuljetuksiin ympäri vuoden.
4. Olki pitäisi syöttää voimalaitokseen silputtuna. Onko maatalouskäytössä koneita, tai maatalousyrittäjillä ideoita, miten olki voitaisiin silputa? Miten narujen/verkkojen poisto tapahtuisi koneellisesti?

Mikäli sinulla on tietoa tai ideoita ylläoleviin kysymyksiin, olet kiinnostunut oljen tai biojätteiden myynnistä tai halukas ansaitsemaan urakoimalla kuljetuksia tai silppuamista, ota yhteyttä. Tutkimusaika 26.6-31.7.2017

Kaisa Tuominen

puh. 050 5580 248

kaisa.tuominen@student.lamk.fi

Kiertotalous & Liiketalous, Lahden Ammattikorkeakoulu