

Mika Mäenpää

Kasvibiomassojen tuottaminen

biokaasulaitokselle

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, Ilmajoki

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoki
Koulutusohjelma: Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma

Tekijä: Mika Mäenpää

Työn nimi: Kasvibiomassojen hyödyntäminen biokaasulaitokselle
Ohjaaja: Esala Jussi

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 63

Liitteiden lukumäärä: 6

Tässä opinnäytetyössä selviteltiin viljelijöiden halukkuutta tuottaa kasvibiomassaa biokaasulaitokselle. Tutkimuksen taustalla oli aiesuunnitelma, jonka mukaan Alajärvelle rakennetaan runsaasti energiaa tarvitsevan yrityksen läheisyyteen biokaasulaitos. Se käyttäisi raaka-aineinaan suurimmaksi osaksi nurmisäilörehua ja lisäksi tuotantoeläinten lantaa. Tavoitteena biokaasuenergiatuotannossa olisi luoda kannattavaa sopimustoimintaa uusiutuvaa energiaa tarvitsevan teollisuuslaitoksen sekä raaka-aineita tuottavien viljelijöiden välille.

Raaka-aineiden toimitushalukkuuden selvittämiseksi kahden Etelä-Pohjanmaan kunnan, Alajärven sekä Vimpelin, viljelijöille postitettiin kysely. Siinä kartoitettiin muun muassa raaka-ainemäärät, toimitusetäisyydet sekä viljelijöiden taloudelliset motiivit ryhtyä kasvibiomassojen tuottajiksi.

Tutkimuksen mukaan biokaasutuotannon käynnistämiseen vaadittavat raaka-ainemäärät saavutettaisiin ja täten kasvibiomassoja hyödyntävän biokaasulaitoksen toimintaedellytykset toteutuisivat tältä osin. Tuottamishalukkuuteen liittyy pääosin taloudelliset motiivit sekä kasvibiomassojen viljelystä saatavat muut hyödyt kuten ravinteikkaan jäännösmateriaalin palautuminen peltoon. Valtaosa viljelijöistä halusi tehdä itse viljelytyöt korjuuta lukuun ottamatta, jonka puolestaan suurin osa halusi urakoitsijan hoitavan.

Asiasanat: Biokaasu, biokaasulaitos, kasvibiomassa, logistiikka

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis Abstract

Faculty: School of Agriculture and Forestry, Ilmajoki
Degree Programme: Development of Agriculture and Rural Enterprises
Specialisation: Master of Natural Resources

Author: Mika Mäenpää

Title of thesis: Utilization of Plant Biomass in A Biogas Plant

Supervisor: Esala Jussi

Year: 2010

Number of Pages: 63

Number of Appendices: 6

This thesis concentrated on clarifying how interested farmers are in producing plant biomass for a biogas plant. The background of this study was based on a biogas plant that may be established in Alajärvi. The plant would utilize mainly silage collected from the fields and farm animal manure as its raw material. The biogas plant would be built adjacent to an industrial plant that consumes a lot of energy (heat and electricity).

The research portion consisted of a survey posted to farmers in two municipalities in South Ostrobothnia: Alajärvi and Vimpeli. The survey covered among other things amounts of raw material, delivery distances, as well as the farmers' economic motives to become producers of plant biomass.

The goal in biogas energy production would be to create profitable contracting activity between the industrial plant needing renewable energy and the farmers producing the raw material. Previous studies have found grass silage to be a good raw material for biogas production. The facts that the field area requirement for biogas production is more than 1000 hectares and the fields are scattered over a large area in the region require some arrangements regarding harvesting methods, storage and logistics.

According to the research, the required amounts of raw material for starting the production of biogas would be reached, and the operational preconditions of the biogas plant utilizing plant biomass would thereby be realized. A biogas plant utilizing plant biomass will create new possibilities to develop agriculture.

Key words: Biogas, biogas plant, plant biomass, logistics

SISÄLLYS

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ	2
THESIS ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	8
1.1 Tutkimuksen tausta sekä aikaisemmat tutkimukset	8
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	9
1.3 Tutkimuksen viitekehys	10
2 BIOKAASU	11
2.1 Biokaasuprosessit	11
2.2 Biokaasulaitokset	13
2.3 Biokaasulaitoksen prosessihäiriöt	14
2.4 Biokaasulaitoksen kannattavuus	15
2.5 Biokaasulaitoksen mitoitus ja hyödyntämistavat	16
3 KASVIBIOMASSAN TUOTANTOPROSESSIT	17
3.1 Kasvibiomassat biokaasun raaka-aineina	17
3.2 Kasvibiomassojen viljelytekniikka	19
3.3 Kasvibiomassan korjuu	20
3.4 Kasvibiomassojen varastointi ja kuljetus	21
3.5 Käsitelty materiaali lannoitteena	21
3.6 Kasvibiomassan tuotantosopimukset ja hinnoitteluperusteet	22
4 TUTKIMUKSEN TAUSTA	24
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	26
5.1 Tutkimusmenetelmät	26
5.2 Tutkimusaineisto	26
5.3 Tulosten analysointi	26
6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	28

7 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
8 POHDINTA	47
LÄHTEET	50
LIITE 1. Biokaasulaitoksen mitoituskalkelma raaka-aineiden käyttömäärien mukaan	53
LIITE 2. Säilörehun tuotantokustannus 2009	54
LIITE 3. Kyselytutkimus	55
LIITE 4. Tilojen luovutettavat heinäurmialat kyläkunnittain	60
LIITE 5. Raaka-aineiden toimitushalukkuus suhteessa toimitusetäisyyteen	62

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Anaerobinen	Hapettomissa oloissa (toimiva)
Biokaasu	Orgaanisesta aineesta anaerobisen mikrobitoiminnan seurauksena muodostuva kaasu, joka muodostuu lähinnä metaanista ja hiilidioksidista.
CH ₄	Metaani
D-arvo	D-arvo kertoo rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen määrän ja sen perusteella lasketaan rehun energia-arvoa eli rehuyksikköarvoa. D-arvo mitataan NIR-menetelmällä ja se on tärkein rehun tuotantovaikutusta kuvaava yksittäinen analyysiarvo.
Energikasvi	Kasvit, joita viljellään tai kasvatetaan erityisesti energiantuotantoa varten.
Fytotoksinen	Kasvimyrkyllinen.
Fotosynteesi	Kasvien yhteyttämisessä tapahtuva biokemiallinen prosessi.
Fraktiointi	Lietemassan erottelua kiinteään ja nestemäiseen.
Homogeenisuus	Tasalaatuisuus.
Mesofiilinen	Lämpötila-alueella 30 – 35 °C toimiva biokaasuprosessi
Metaanintuotto potentiaali	Orgaanisen materiaalin anaerobinen hajoavuus ja maksimallinen metaanintuotto tietyissä lämpötiloissa ja tietyllä bakteeriseoksella määritettynä.

MWh	Megawattitunti, energian määrää osoittava yksikkö
NIRS	Near infrared reflectance spectroscopy, nurmirehujen analysointimenetelmä
Peltobiomassa	Pelloilta korjattavia energiakasveja kuten säilörehu, ruokohelmi, paju yms.
pH	Happamuutta osoittava yksikkö
Ry	Rehuyksikkö
Syöttötariffi	Uusiutuvalla energialla, kuten biokaasulla tuotetulle sähkölle maksettava takuuhinta
Syöte	Reaktoriin lisättävä materiaali, josta muodostuu metaania
SPSS	Statistical Package for Social Sciences, atk-pohjainen ohjelma tutkimusaineiston tilastolliseen käsittelyyn
Termofiilinen	Lämpötila-alueella 50 – 65 °C toimiva
VS (Volatile Solids)	Orgaanisen kuiva-aineen määrä

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta sekä aikaisemmat tutkimukset

Uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämistä edistetään laajasti eri puolilla maapalloa. EU:n tavoitteena on nostaa uusiutuvien energialähteiden osuus vuoden 2005 energian loppukulutuksen 8,5 prosentin tasosta 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Samalla EU:n pyrkimyksenä on vähentää kasvihuonekaasujen määrää 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä. (Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 2008, 13-14.)

Eräänä ympäristöä säästävänä energiatuotantotapana on Saksassa ollut jo jonkin aikaa suuntauksena rakentaa kasvibiomassalla toimivia biokaasulaitoksia. Sen ovat mahdollistaneet suotuisat kasvuolosuhteet ja energiaverotusta helpottavat poliittiset ratkaisut. Myös Suomessa on kiinnostuttu lisäämään kasvibiomassoilla tuotettavaa uusiutuvaa energiaa, ja sen seurauksena on meneillään muutamia esiselvityksiä keskitettyjen kuivamädätysteknologiaan perustuvien biokaasulaitosten rakentamisista. Kehitystä on vauhditettu lupaamalla uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle takuuhinta tietyn määräajan. (TEM-tiedote 2009.) Saksassa yleinen kasvibiomassoihin perustuva biokaasun tuotanto on meillä kuitenkin vielä lähes tuntematonta.

Aikaisempia suomalaisia tutkimuksia aiheesta on tehnyt muun muassa Lehtomäki (2006), joka on selvittänyt väitöstyössään peltobiomassojen käyttöä biokaasun tuotantoon. Erityisesti siinä tutkittiin mahdollisuuksia hyödyntää energiakasveja ja kasvijätteitä biokaasun tuotannossa pohjoisissa oloissa. Lisäksi hänen tutkimuksessaan kartoitettiin Suomen oloissa menestyviä, biokaasun tuotantoon soveltuvia kasvilajeja, sekä määritettiin niiden kemiallinen koostumus ja metaanintuottopotentiali. Lehtomäki käsitteli väitöstyössään myös korjuuajankohdan ja eri varastointimenetelmien vaikutuksia kasvien metaanintuottopotentialiin sekä erilaisten reaktoritekniikoiden soveltuvuutta kasvibiomassan anaerobiseen käsittelyyn.

Samankaltaisia biokaasun tuottamiseen ja sen hyödyntämiseen liittyviä tutkimuksia on tehty useita muitakin (mm. Paavola & Rintala 2008, Lehtomäki, Paavola, Luostarinen & Rintala 2007). Heidän julkaisunsa tavoitteina on antaa tietoa biokaasuteknologian käyttöön liittyvistä ympäristö- ja energiatekijöistä, biokaasun tuotantoon soveltuvista raaka-aineista ja teknologioista, lopputuotteiden käytöstä ja koko prosessiin liittyvästä lainsäädännöstä.

Tuomisto (2005) on tutkinut biokaasun ympäristötekijöitä. Työssään hän käsitteli lannan anaerobisen käsittelyn vaikutuksia ympäristöön sekä biokaasun tuotannon positiivisia vaikutuksia yhteiskunnalle. Yksi tunnetuimpia suomalaisia pioneereja biokaasun käytännön hyödyntämisessä on ollut laukaalainen Erkki Kalmari, joka on maatilallaan kehittänyt omaa biokaasuntuotantoa mm. lannasta ja kasvibiomassoista. Tilalla on myös yksi harvoista maatilakohtaisista liikennebiokaasun jakeluasemista maailmassa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

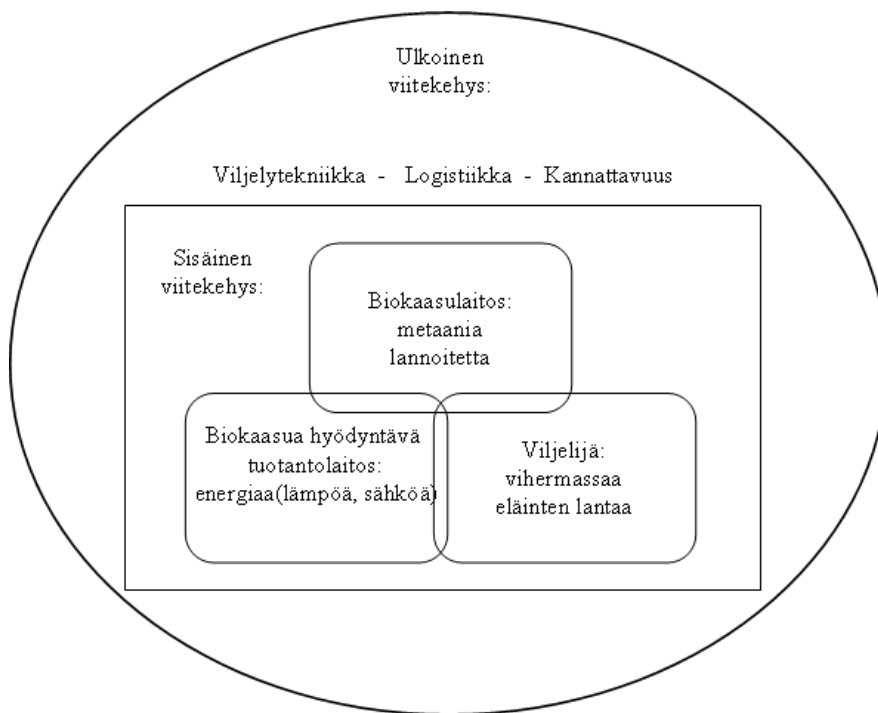
Tässä opinnäytetyössä selvitetään viljelijöiden kiinnostusta säilörehun tuottamiseen biokaasulaitokselle Etelä-Pohjanmaalla kahden kunnan alueella. Alueen toimijat innostuivat asiasta havaittuaan, että monissa aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Lehtomäki 2006) on todettu säilörehun omaavan hyvän metaanintuottokyvyn. Eräs heistä voi hyödyntää tuotantolaitoksellaan kaiken suunnittelun alla olevan biokaasulaitoksen tuottaman lämmön ja sähkön. Esisuunnitteluasteella oleva iso keskitetty biokaasulaitos, joka hyödyntää pääasiassa kasvibiomassoja, tarvitsee säilörehua mittavia määriä.

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on riittävien raaka-ainemäärien varmistaminen. Tähän sisältyy säilörehualan kartoittaminen sekä säilörehun tuottamiseen liittyvien tuotantodellytysten sopeuttaminen biokaasulaitosta varten. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään tilojen taustatietoja ja taloudellisia motiiveja kasvibiomassojen tuottamiseen ennen päätöstä pääosin kasvibiomassoilla toimivan biokaasulaitoksen rakentamisesta.

1.3 Tutkimuksen viitekehys

Ulkoinen viitekehys tässä opinnäytetyössä muodostuu kolmesta tärkeimmästä kokonaisuudesta, jotka välillisesti liittyvät biokaasulaitoksen toimintaan. Ensimmäinen on, että pelto-biomassoja voidaan tuottaa vaihtelevilla tekniikoilla ja toinen, että tuotteiden kuljettaminen hajanaiselta alueelta biokaasulaitokselle sekä käsittelyn jälkeen jäännösmateriaalin palautumista pelloille vaatii tehokkaat ratkaisut. Kolmannen kokonaisuuden muodostaa koko energiantuotannon kannattavuus sekä viljelijän, että hyödyntävän teollisuuslaitoksen kannalta.

Sisäinen viitekehys muodostuu kolmesta tekijästä, jotka ovat luoneet tutkimuksen perustan. Esisuunnittelussa olevan biokaasulaitoksen tehtävä olisi tuottaa riittävästi metaania vakaalla prosessilla sekä prosessin jälkeen arvokasta lannoitetta pelloille. Biokaasulaitosta hyödyntävän teollisuuslaitoksen motiivi olisi saada uusiutuvaa energiaa tarpeisiinsa, joka hyödynnettäisiin lähinnä lämmön ja sähkön tuotannossa. Viljelijöiden tehtävänä olisi huolehtia riittävästä raaka-aineiden tuottamisesta biokaasulaitokselle. Raaka-aineet koostuisivat alueen peltobiomassoista sekä tuotantoeläinten lannasta. (Kuvio 1)



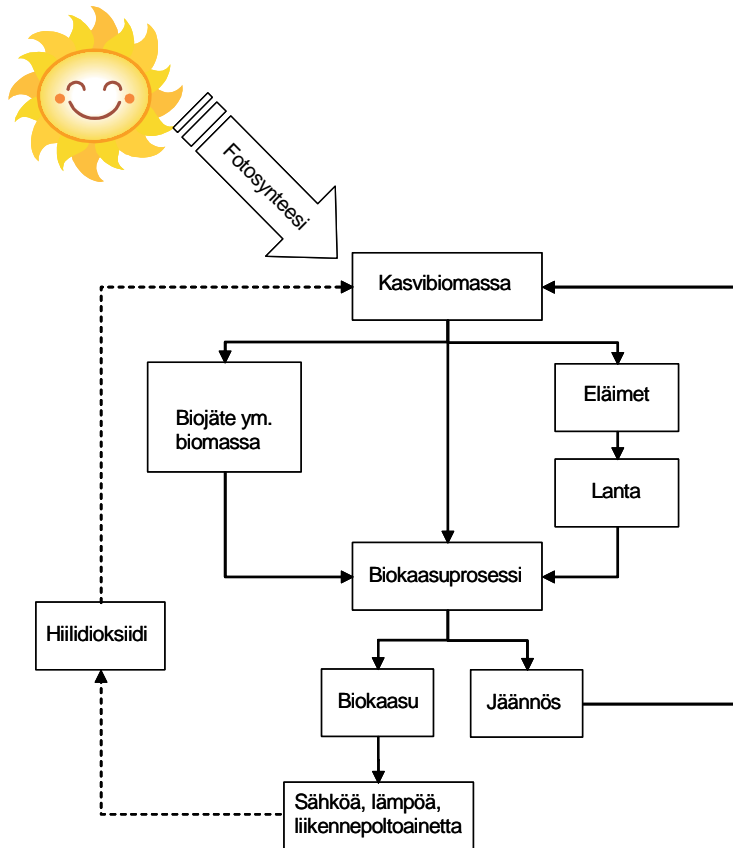
Kuvio 1. Tutkimuksen viitekehys

2 BIOKAASU

2.1 Biokaasuprosessit

Biokaasua syntyy eloperäisen aineen hajotessa hapettomissa olosuhteissa biokemiallisesti ja mikrobiologisesti. Luonnossa biokaasua syntyy merien, järvien ja soiden pohjissa sekä märehitijöiden ruoansulatuksessa. Biokaasu sisältää yleensä 60 – 70 % metaania, 30 – 40 % hiilidioksidia, alle 1 % rikkivetyä sekä pieniä määriä muita kaasuja. Biokaasua voidaan käyttää fossiilisten polttoaineiden korvikkeena sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä liikenteessä. (Tuomisto 2005, 19.) Liikenne- ja työkonekäytössä biokaasun hyödyntäminen edellyttää kosteuden, hiilidioksidin ja epäpuhtauksien poistamista. Lisäksi kaasu on paineistettava. (Lehtomäki ym. 2007, 41.) Metaanin energiasisältö on 50 MJ/kg eli enemmän kuin bensiinin ja dieselöljyn, joiden energiasisältö on 41 – 43 MJ/kg. (Liikennebiokaasu, [viitattu 14.02.2010]).

Biokaasuprosessissa tärkein on biokaasureaktori, jonka valinnassa on huomioitava käsiteltävien raaka-aineiden ominaisuudet, erityisesti sen homogeenisuus ja kuiva-ainepitoisuus (Lehtomäki ym. 2007, 35). Biokaasulaitoksen reaktorissa biokaasua syntyy mädättämällä orgaanisia aineita, kuten lantaa, kasvibiomassaa sekä muita teollisuuden biojätteitä. Biokaasuprosessissa tehostetaan samalla ravinteiden kierrätystä, kun biomassan ravinteet palautetaan takaisin pelloille. Lannoitearvon paraneminen auttaa vähentämään typen huuhtoutumista, koska anaerobisessa prosessissa typpi muuttuu kasveille käyttökelpoisempaan muotoon. (Tuomisto 2005, 2.) (Kuvio 2)



Kuvio 2. Biokaasun tuotantoketju (Biokaasufoorumi 2010)

Biokaasureaktorit toimivat joko 35 – 38 °C (mesofiilinen prosessi) tai 55 °C (termofiilinen prosessi) lämpötiloissa. Mesofiilisen prosessin etuna on vakaa toiminta ja alhaisesta lämpötilasta johtuva pieni lämmitystarve. Termofiilisessä prosessissa puolestaan on pienempi reaktoritilavuuden tarve jätteen nopean hajoamisen vuoksi, ja materiaalin osittainen hygienisoituminen. Energiasaanto voi olla myös parempi kuin mesofiilisessä prosessissa.

Prosessia sanotaan märkäprosessiksi kun syötteen kuiva-ainepitoisuus on enimmillään 10 – 13 %. Syötettä pumpataan ja sekoitetaan, jotta mikrobit leviävät tasaisesti syötteeseen ja lämpötilaerot tasaantuvat. Märkäprosessin etuna on mainittu kuivaprozessia helpompi hallittavuus ja automatisointi. Toisaalta kaasuntuotto voi jäädä alhaisemmaksi korkeasta nestepitoisuudesta johtuen. Kuivaprozessin kuiva-ainepitoisuus on 20 – 40 %, ja ne ovat joko panosperiaatteella toimivia tai jatkuvatoimisia. Panosperiaatteella toimivat reaktorit tyhjennetään ja täydennetään uudella materiaalilla tietyin väliajoin. Jatkuvatoimisessa reaktorissa materiaalia syötetään sisään ja käsiteltyä materiaalia pois siten, että prosessin aikana

reaktorin täyttöaste pysyy samana. Kuivaprosessissa voidaan saavuttaa märkäprosessia korkeampi metaanintuotto reaktoritulavuutta kohden. Haittapuolena on mm. monimutkaisempien ja kalliimpien materiaalinkäsittelylaitteiden tarve. (Lehtomäki ym. 2007, 31-33.)

2.2 Biokaasulaitokset

Biokaasulaitos voi olla maatilakohtainen, jolloin siellä käsitellään vain yhden maatalan tuottama lanta sekä muuta lähellä tuotettua orgaanista materiaalia tai kasvibiomassaa. Saatua energiaa voidaan hyödyntää tilalla lämpönä ja sähköinä, ja käsitelty materiaali käytetään lannoitteena peltoviljelyssä. Biokaasun tuotanto on edullista toteuttaa hajautettuna energiantuotantona lähellä kasvien viljelyalueita, jolloin kuljetusten määrä saadaan minimoitua. (Tuomisto 2005, 19.)

Keskitettyssä biokaasulaitoksessa käsitellään usealta maatilalta kerättyä lantaa tai biomassaa ja mukaan voidaan sekoittaa teollisuuden ja yhdyskuntien biojätteitä. Energian omakäytön yli jäävä energia myydään. Käsitelty materiaali päätyy lannoitteeksi maataloille. (Tuomisto 2005, 19.) Energiantuotanto keskitetyissä biokaasulaitoksissa on huomattavasti suurempaa kuin maatilakohtaisilla laitoksilla. Keskitetty laitos pyritään rakentamaan yleensä sellaiselle paikalle, josta sen tuottama lämpö ja sähkö ovat helposti siirrettävissä. Haittapuolina ovat mm. syötemateriaalien ja jäännösten kuljetuskustannukset sekä tautien leviämisen riski. Toisaalta keskitettyjen biokaasulaitosten piiriin kuuluvat maatilat säästävät lannan varastointi-, käsittely- ja levityskuluissa. Materiaalien käsittelyssä on otettava huomioon sivutuoteasetuksen määräykset. (Lehtomäki ym. 2007, 38.)

Biokaasun tuottamisesta muodostuu hyötyjä sekä maataloille että yhteiskunnalle. Monet edut ovat yhteisiä molemmille, kuten seuraavasta asetelmasta käy ilmi. (Klinger 1999, Lehtomäki ym. 2007, 12.)

Edut maataloille:

- Energiaomavaraisuus
- Orgaanisen lannoitteen laadun paraneminen
- Kemiallisten lannoitteiden tarpeen pienentäminen
- Tuholaistorjunnan tarpeen väheneminen
- Kasvitoksisten yhdisteiden väheneminen
- Maaperän paraneminen ja maaperän köyhtymisen estäminen
- Lannan hygienisoituminen
- Jätteiden/sivutuotteiden
- ympäristövaikutusten väheneminen

Edut yhteisölle

- Uusiutuvan energian tuotto
- Kasvihuonevaikutusten hallinta
- CH₄-päästöjen väheneminen
- Hajuhaittojen pieneminen
- Raaka-aineiden säästyminen
- Lannan hygienisoituminen
- Työllistävä vaikutus
- Kesantomaiden hyödyntäminen

2.3 Biokaasulaitoksen prosessihäiriöt

Biokaasulaitoksen prosessiin voi tulla kemiallisia tai fysikaalisia toimintahäiriöitä. Toimintahäiriöiden seurauksena voi olla mikrobien toiminnan heikkeneminen osittain tai kokonaan ja metaanintuottokyky voi oleellisesti heikentyä. Tyypillisimmät toimintahäiriöt johtuvat mm. äkillisistä pH:n ja lämpötilan muutoksista. Hiilidioksidin vähäinen määrä voi myös alentaa metaanintuottoa samoin kuin prosessiin joutuvat desinfiointi- ja puhdistusaineet. Prosessin tyyppi ja käsittelytapa, haihtuvien rasvahappojen määrä, mikrobien ominaisuudet ja käytettävissä olevat syötteet vaikuttavat prosessin hallittavuuteen ja ovat siten myös mahdollisia häiriön aiheuttajia. (Lehtomäki ym. 2007, 26 – 29.)

Syöttömateriaalien valinta ja tasalaatuisuus ovat tärkeitä tekijöitä prosessin toiminnan kannalta. Massan sekoittamisella varmistetaan mikrobien leviäminen ja massan tasalaatuisuus, jolloin biokaasu pääsee vapautumaan. Vääränlainen sekoitus voi estää biokaasun tuoton ja häiritä sen vapautumista sekä aiheuttaa prosessiongelmia kuten vaahtoamista. (Luostarinen 2009.)

2.4 Biokaasulaitoksen kannattavuus

Biokaasulaitosten rakentamiskustannukset ovat korkeita, ja niihin voidaan vain jossain määrin vaikuttaa laitoksen teknisellä tasolla. Valtio tukee rakentamista myöntämällä kansallisia rahoitustukia ja kannustimia investointeihin. Maatilojen ja maaseutuyritysten biokaasulaitosten rakentamiseen on ollut mahdollista hakea investointitukia ja tukitason suuruus vaihtelee alueesta riippuen 20 – 35 %. (Maa- ja metsätalousministeriö 2007, 16). Uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle on esitetty myös takuuhintajärjestelmää. Syöttötariffin tavoitehintaa tulisi olemaan 83,5 €/MWh. Biokaasulla tuotettavalle sähkölle maksettaisiin lisätukea 50 €/MWh, jos kyseessä on yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto ja laitoksen kokonaishyötysuhde on vähintään 50 %. Tariffia maksettaisiin 12 vuoden ajan. (TEM-tiedote 2009).

Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttavat oleellisesti jätteen käsittelystä saatavat tulot, kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä saatavat korvaukset, korvaus lämmön ja sähkön tuotannosta sekä biokaasulaitoksessa muodostuvan ravinteiden kierrosta saatava hyöty. (Schäfer, Lehto & Teye 2006, 7). Kannattavuuden kannalta on tärkeää, kuinka hyvin kaikki tuotettu energia pystytään hyödyntämään. Kannattavuus heikkenee merkittävästi, mikäli osalle tuotetusta energiasta ei löydy käyttöä. (Tervahartiala 2007, 53.)

Biokaasulaitoksen tuottoihin voidaan vaikuttaa perimällä ns. porttimaksuja. Niitä saadaan, kun biokaasulaitokselle tuodaan ulkopuolisia jätteitä. Jätteiden maksuperusteena on vastaanotettavan jätteen märkäpaino ja sovittu tonnikohtainen hinta. (Kalmari 2006, 38.) Ulkopuolisten yhdyskuntajätteiden käyttö raaka-aineena vaatii kuitenkin hygienisoinnin, mikä lisää kustannuksia. Hygienisointi tapahtuu kuumentamalla hienonnettua materiaalia 70 °C:n lämpötilassa vähintään tunnin ajan. (Biovakka 2008, 22.)

Liikennepolttoaineeksi jalostaminen on monesti biokaasulaitokselle kannattavampaa kuin sähkön tuottaminen, koska liikennepolttoaineesta saatava hinta on yleensä korkeampi kuin sähköstä saatava hinta. (Hagström, Vartiainen & Vanhanen 2005, 30). Liikennebiokaasun käyttäjänä Ruotsi on edelläkävijöitä. Liikennebiokaasun käytöstä syntyy myös kansantaloudellisia hyötyjä. Myös ympäristöystävällisyys korostuu, koska biokaasun liikennekäyttö ei lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. (Lampinen & Laakkonen 2010, 6-7.) Liikenne-

biokaasun valmistuksessa tarvittavat puhdistus, paineistus- ja jakelulaitteet ovat kalliita, mikä rajoittaa toiminnan vain suurimpiin yksiköihin. Toisaalta mahdolliset investointituet alentavat investointikustannuksia. (Peura, Pakkanen, Järvinen & Kitinoja 2009, 17-19.)

2.5 Biokaasulaitoksen mitoitus ja hyödyntämistavat

Biokaasulaitokselle saatavissa olevien raaka-aineiden määrä ratkaisee osaltaan laitoksen kokoluokan. Raaka-aineesta muodostuvalla metaanin määrällä on merkitystä laitoksen teknisiin mitoituksiin. Biokaasureaktorin tilavuusvaatimus on riippuvainen mm. käytettävissä olevista syötemateriaaleista (LIITE 1).

Biokaasun hyödyntämistavat eivät ole niinkään riippuvaisia laitoksen koosta tai käytettävistä syötteistä, vaan laitoksen sijainti ja biokaasun paikalliset hyödyntämistavat ratkaisevat. Sijainnista johtuen esim. kaatopaikkojen biokaasuenergia on vaikeammin hyödynnettävissä pitkien energian siirtoetäisyyksien vuoksi. Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto (CHP, Combined Heat & Power) on hyvä biokaasun hyödyntämistapa, koska monet tuotantolaitokset tarvitsevat sähköä ja lämpöä. Pelkästään lämmön hyödyntäminen vaatii ison lämpöenergiaa ympäri vuoden tarvitsevan kohteen. Investointikustannuksiltaan pelkästään lämpöenergiaa kaasua polttamalla tuottava laitos on edullisempi muihin ratkaisuihin verrattuna. Biokaasun hyödyntäminen liikennepolttoaineena ei Suomessa ole vielä yleistynyt, kuten Ruotsissa. Biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi vaatii biokaasulaitokselta jalostuskapasiteetin lisäystä, joka aiheuttaa kustannuksia. Myös erilaisten tukitoimintojen puute on hidastuttanut biokaasun liikennepolttoainekäyttöä. (Latvala 2009, 44 -47.)

3 KASVIBIOMASSAN TUOTANTOPROSESSIT

Kasvibiomassan tuotantokustannuksilla on suuri merkitys biokaasuprosessin kannattavuuteen. Jos kustannusten ja tuottojen suhde on edullinen, on viljelijöillä perusteet punnita biomassan tuottamista muiden kasvien sijaan. (Finkemeyer 2007, 35-36). Raaka-aineen (säilörehun) korjuussa epäedulliset peltolohkojen koot sekä muodot vaikuttavat negatiivisesti työmenekkiin. Työmenekin lisäys johtuu suurilta osin pelloilla tapahtuvista käännösajoista. (Klemola, Karttunen, Kaila, Laaksonen & Kirkkari 2002, 44.) Lohkon etäisyyden kasvaessa varastointipaikasta massojen siirtokustannukset kasvavat oleellisesti, huonokuntoinen tiestö lisää työmenekkiä. Kasvibiomassan tuotantokustannus vaikuttaa osin myös viljelijöille maksettavaan korvaukseen toimitettavasta raaka-aineesta. Laitoksen toimintaedellytysten täyttymiseksi sekä toisaalta vaihtoehtoisen tulonlähteen muodostumiseksi viljelijöille, kasvibiomassan tuotantokustannuksen tulisi olla mahdollisimman alhainen. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että säilörehun tuotantokustannus vuonna 2009 oli Pro-Agria lohkotietopankin keräämien tulosten mukaan noin 1200 €/ha. (LIITE 2).

Viljelyn kannattavuuden ratkaisee monesti myös korjattavan sadon suuruus. Nurmen keskisato on suunnilleen noin 4 000 ry/ha, mutta satoa on mahdollista saada parhaimmillaan 7 000 ry/ha tai enemmänkin. Korkeampi sato alentaa tuotantokustannuksia merkittävästi rehuyksikköä kohden. Nurmen viljelyssä jatkuvalla paikkaus- ja täydennyskylvöllä on mahdollista ylläpitää täystiheää nurmea taloudellisesti nykyistä kolmen tai neljän vuoden välein tapahtuvaa uudistusta pidempään. (Maatilan Pellervo 2006, 26.)

3.1 Kasvibiomassat biokaasun raaka-aineina

Biokaasutuotannon raaka-aineena käytettiin aluksi lantaa, mutta nykyisin lannan sekaan usein sekoitetaan eloperäistä massaa, kuten biojätettä, elintarviketeollisuuden jätteitä sekä energiantuotantoa varten viljeltyjä kasveja (Tuomisto 2005, 20). Lannan ja erilaisten kasvijätteiden yhteiskäsittelyssä biokaasuprosessissa metaanintuotto nousee verrattaessa pelkkään lantaan (Lehtomäki ym. 2007, 30). Syötettäessä biokaasureaktoriin puolet lantaa ja

puolet kasvibiomassaa voi metaanisaannosta 90 % olla kasveista peräisin ja vain 10 % lannasta (Kalmari 2009). Kasvibiomassan säilönnällä on todettu olevan positiivinen vaikutus metaanin tuottoon. Muurahaishapolla säilötty nurmirehu on metaanituotoltaan 13 – 20 % parempaa kuin tuore heinä. (Lehtomäki ym. 2007, 20.)

Kasvibiomassojen korjuu aika vaikuttaa metaaninsaantoon. Korjuuajankohta kannattaa optimoida siten, että kasvien metaanintuottopotentiaali ja saatava biomassa ovat mahdollisimman suuria. (Tuomisto 2005, 20.) Energiakasveiksi soveltuvien kasvilajien tulisi tuottaa runsaasti biomassaa mahdollisimman vähäisellä viljelypanostuksella. Tämän lisäksi kasvien tulisi olla mahdollisimman helppoja viljellä, korjata ja varastoida. Niiden tulisi tulla toimeen myös vähäisellä lannoituksella ja monivuotisten kasvien tulisi olla lisäksi hyviä talvehtimaan. (Lehtomäki ym. 2007, 19.)

Säilö- ja muu biomassasilppu tulisi saada hyvän metaaninsaannon kannalta mahdollisimman lyhyeksi. Optimaalisella noin 10 – 20 mm:n partikkelikoolla on mahdollista lisätä metaanintuottoa jopa 10 – 30 % hyvin pitkään silppuun verrattuna, mutta sopiva koko vaihtelee kasvilajista riippuen. (Kaparaju 2003, 35 – 36.)

Keski-Euroopassa biokaasulaitosten kasvibiomassana käytetään yleisesti energiamaaisia korkean satopotentiaalinsa vuoksi. Suomessa lyhyt kasvukausi ei sovellu maissin viljelyyn joitakin hyvin suotuisia kasvupaikkoja lukuun ottamatta. Muita korkean satopotentiaalisten omaavia kasveja ovat mm. maa-artistokka, jossa biokaasuntuotantoon voidaan hyödyntää sekä mukulat että varret. Myös syysruis on ollut Saksassa esillä, koska kasvilla on kaksi korjuuajankohtaa, kevät ja syksy. Muita varteenotettavia kasveja biokaasutuotannon raaka-aineeksi on mm. monivuotinen ahdekaunokki, jonka satopotentiaali voi olla syksyllä korjattuna jopa 24 tn ka/ha ja sen on todettu menestyvän hyvin myös pohjoisissa kasvuolosuhteissa. (Laine 2009, 2 – 6.)

Suomessa viljeltävät kasvit soveltuvat erittäin hyvin biokaasun tuotantoon (Taulukko 1). Monissa tutkimuksissa biokaasu on todettu tehokkaimmaksi menetelmäksi tuottaa kasveja biopoltoainetta. Siinä voidaan hyödyntää myös kasvituotannossa syntyvät kasvijätteet sekä esimerkiksi kesantomailloilla, ylituotantona ja vuoroviljelyssä syntyvät kasvibiomassat. Suomessa Maa- ja Metsätalousministeriö on arvioinut, että lähitulevaisuudessa noin

400 000 - 500 000 hehtaaria voitaisiin tarvittaessa käyttää peltoenergiantuotantoon. (Lehtomäki 2006, 26–27.)

Hehtaarin heinäsadosta on mahdollista tuottaa noin 2 000 – 3 000 kuutiota metaania, mikä vastaa noin 20 – 30 MWh bruttoenergiasaantoa. Jos henkilöauton keskipulutus olisi 8 m³ metaania/100 km, riittäisi yhden hehtaarin heinäsaato noin 31 000 – 35 000 ajokilometrille vuosittain. (Taulukko 1)

Taulukko 1. Peltobiomassojen kuiva-ainesadot, potentiaaliset hehtaariohtaiset metaani- ja energiasaannot sekä niitä vastaavat ajokilometriä määrät henkilöautolla (keskipulutus 8m³CH₄/100 km) (Lehtomäki, Lampinen & Rintala 2003, 35).

Kasvi	Sato (t _{ka} / ha)	Metaanisaanto (m ³ CH ₄ / ha)	Energiasaanto (MWh / ha)	Ajokilometriä määrä (km/ha)
Heinäseos	7 – 8	2 490 – 2 840	24 – 28	31 100 – 35 500
Puna-apila	4 – 5	1 070 – 1 340	10 – 13	13 400 – 16 700
Rehukaali	6 – 8	1 730 – 2 300	17 – 22	21 600 – 28 800
Lupiini	4 – 6	1 150 – 1 720	11 – 17	14 300 – 21 500
Ruokohelpi	9 - 10	2 970 – 3 300	29 – 32	37 100 – 41 300
Sokerijuurikkaan naatti	4 – 6	1 180 – 1 770	11 – 17	14 700 – 22 100
Kauran olki	2	580	6	7 300
Rypsin olki	2	440	4	5 500

3.2 Kasvibiomassojen viljelytekniikka

Hyvän nurmen perustaminen alkaa jo ennen kylvövuotta. Nurmiloikoilla tulee huolehtia pellon vesitaloudesta salaojittamalla sekä reunaojien kunnostamisella. Pellon pinnan muotoilu on tärkeää jääpoltevaurioiden pienentämiseksi. Painanteet pelloilla keräävät kosteutta ja se voi märkänä kesänä vaikeuttaa korjuuta. Peltojen kalkitukset on hyvä laittaa kuntoon ennen nurmen perustamista. (Jalli 2005, 9.) Monivuotisia rehunurmia viljeltäessä tehokkaita

satovuosia on yleensä maksimissaan 3 – 4. Tämän jälkeen sato alkaa yleensä laskea ja on harkittava paikkauskylvöä tai nurmen uudistamista.

3.3 Kasvibiomassan korjuu

Säilörehun korjuu edellyttää korjuuketjua, joka muodostuu niitosta, kuormauksesta, kuljetuksesta ja varastoinnista. Korjuuketjun toiminta edellyttää vähintään kahta traktoria henkilöineen. Tehokas korjuukalusto pellolla asettaa suuria vaatimuksia kuljetukselle ja varastoinnille. (Laine 1995, 7.)

Korjuutapaan vaikuttavat pellon ja tilan välinen etäisyys, korjuulohkot, rehumäärät sekä käytettävissä oleva työvoima. Jos tilan nurmilohkot ovat pieniä, hankalan muotoisia tai sijaitsevat hajallaan, laskee tehokkaan korjuukaluston työn tuotos merkittävästi. Silppuava noukinvaunu on tehokas tapa korjata rehua vain talouskeskuksen lähellä sijaitsevilta lohkoilta. Tällöin tehokasta korjuuaikaa ei kulu kuljetukseen. Työvoiman vähäinen tarve ja yksinkertainen työn organisointi ovat lisäksi noukinvaunun etuja. Ajosilppurin etuna pidetään tehokkuutta suurten pinta-alojen sekä pitkien pellon ja tilan välisten etäisyyksien yhteydessä. Rehuketjun pullonkaulaksi voi kuitenkin muodostua varastointi ja tiivistys rehuvarastolla Pyöröpaalitekniikka on hyvä vaihtoehto pientiloille sekä talouskeskuksesta kaukana sijaitseville peltolohkoille. Tämän menetelmän etuja ovat vähäinen sääriski ja joustava käyttö. (Karttunen, Peltonen & Pentti 2004, 1-4.)

Korjuutyökoneketjuista tehokkain on ajettava tarkkuussilppuri, joka sopii erityisesti urakointiin, tilayhteistyöhön sekä näiden yhdistelmään. Koneketjuun tarvitaan viidestä seitsemään henkilöä. Kahdesta kolmeen henkilöä tarvitaan kuormien siirtoon kuljetusmatkasta sekä perävaunujen koosta riippuen. (Mutanen, Alasuutari & Karttunen 2007, 1.) Ajettava tarkkuussilppurin tehokas käyttö edellyttää, että pieniä peltolohkoja ei ole.

3.4 Kasvibiomassojen varastointi ja kuljetus

Keskitetyn biokaasulaitoksen tapauksessa raaka-aineen varastointi olisi edullisinta keskusvarastoina toimiviin laakasiiloihin, jotka sijaitsevat laitoksen lähetyvillä. Iso keskitetty biokaasulaitos vaatii erittäin suuret varastointitilat, koska raaka-aineiden kulutusmäärä on useita kymmeniä tonneja kuiva-ainetta vuorokaudessa. Viljelijäkohtaisia varastoja voidaan hyödyntää, jos ne sijaitsevat sopivissa paikoissa. Peltoalueiden maantieteellisen sijainnin ja etäisyyden kasvaessa biokaasulaitoksesta tulee harkittavaksi joidenkin kyläkohtaisten varastojen tekeminen sellaisille alueille, joissa viljelyala on suuri ja logistiikkajärjestelyt sen sallivat. Kyläkohtaiseen varastopaikkaan olisi hyvä tehdä laakasiiloja kasvibiomassoja varten sekä reaktorilta palautuvaa ravinnejäännöstä varten lietesäiliöitä. Biokaasulaitoksen ja välivaraston väliseen kuljetukseen sopisi vaihtolavajärjestelmä, joka sisältäisi tankkisäiliön lietteen kuljetusta varten sekä oman lavan säilörehun kuljettamiseen biokaasulaitokselle. Kasvibiomassojen korjuu välivarastoihin aiheuttaa kustannuksia lähinnä lisääntyvien käsittelykulujen vuoksi ja täten vaikuttaa tuotantokustannuksiin. Peltolohkojen sijaitessa etäällä biokaasulaitoksesta välivarastointi on kuitenkin välttämätön toimenpide. Varastosiiiloilla tulisi korjuun yhteydessä olla tehokas levitys- ja tiivistyskalusto. (Autio 2010.)

3.5 Käsitelty materiaali lannoitteena

Biokaasuprosessi tekee mahdolliseksi ravinteiden suljetun kierron, jolloin materiaalien sisältämät ravinteet säilyvät hyvin prosessissa (Lehtomäki ym. 2007, 44). Anaerobisella käsittelyllä voidaan vähentää lannan fytotoksisten yhdisteiden määrää sekä parantaa lannan juoksevuuutta. Käsiteltyä lantaa on mahdollista levittää myös suoraan kasvustoon, jolloin mineraalilannoitteiden käyttö vähenee. Käsitelty lanta sisältää humusta lisäävää materiaalia, jolloin maaperä ei köyhdy niin voimakkaasti kuin käytettäessä mineraalilannoitteita. (Tuomisto 2005, 26.)

Vain maatilakohtaisista raaka-aineista lähtöisin oleva jäännösmateriaali voidaan sijoittaa ilman jatkokäsittelyä peltoon. Sama koskee myös keskitettyjä biokaasulaitoksia, mikäli ne käyttävät raaka-aineina pelkäästään kasvibiomassoja ja lantaa. Reaktorilta palautuva jäännösmateriaali voidaan fraktioida erottamalla mekaanisesti nestefraktio kiintoaineksesta.

Tällöin nestejakeesta tulee koostumukseltaan enemmän typpi- ja kaliumpitoinen kun taas kiintoaineessa on runsaammin fosforia. Sekä kiinteä- että nestefraktio soveltuvat tilalla sellaisenaan käytettäväksi lannoitteeksi. (Latvala 2009, 51.)

Kiintoainesfraktiota voi myös tuottaa kompostoimalla, joka soveltuu erittäin hyvin nurmi- ja viljakasvien lannoitteeksi tai rakeistamalla, joka soveltuu hyvin kasvien perustamislannoitteeksi ja sen kuljetus on taloudellisesti kannattavampaa (Paavola & Rintala 2008,9). Lannoitelainsäädäntö asettaa kuitenkin rajoituksia, sillä lannoitevalmistelain (539/2006) piiriin kuuluvat lannoitevalmisteet, soveltuvin osin niiden raaka-aineiden valmistus ja käyttö sekä lannoitevalmisteiden kuljetus. Lannoitevalmisteilta vaaditaan tasalaatuisuutta, turvallisuutta ja sopivuutta. Biokaasulaitoksen käsittelyjäännöksestä voidaan markkinoida ja valmistaa vain sellaisia lannoitevalmisteita, jotka kuuluvat jonkun lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelossa olevan tyyppinimen alle. (Latvala 2009, 17.)

Lietteelle tulisi olla vähintään kuukauden varastotila laitoksella. Laitokselta pelloille ja muihin varastosiiloihin kuljetettavan lietteen määrä on keskitetyissä biokaasulaitoksissa tuhansia tonneja. Lietteen kuljetukselle tulee olla oma esim. traktorivetoinen kuljetusvaunu, jolla siirretään lietettä välivarastoihin ja mahdollisuuksien mukaan myös viljelijöiden lietesäiliöihin. Ravinnejäännös levitettäisiin takaisin nurmipelloille pintalevityksenä tai perustettaville viljelylohkoille sijoituslannoituksena. (Metener Oy 2006.)

Liete- ja kuivalannan levitykseen on tarjolla runsaasti erilaista kalustoa. Levityskaluston valintaan vaikuttavat lantatyypit, levitettävä lantamäärä sekä kuljetusmatkat. Eri menetelmien valinnalla vaikutetaan ravinteiden hyötykäytön paranemiseen sekä lannan ravinteista aiheutuvien ympäristöhaittojen pienentämiseen. (Palva, Alasuutari & Harmoinen 2009, 71.)

3.6 Kasvibiomassan tuotantosopimukset ja hinnoitteluperusteet

Peltobiomassojen tuottaminen perustuu sopimustoimintaan, joka luo pohjan toiminnalle. Tuotantosopimukset luovat vakautta ostajan ja myyjän välille. Tuotantosopimukset teh-

dään kirjallisesti ja niissä sovitaan raaka-ainemääristä, laatuvaatimuksista, hinnasta, toimitusajankohdasta sekä maksuehdoista. (Saastamoinen 1999, 24.)

Tuotantosopimusten kesto vaihtelee. Pitkät sopimusajat turvaavat raaka-aineen saannin ja tuovat suunnitelmallisuutta logistisiin raaka-ainejärjestelyihin. Monivuotisilla nurmikasveilla perustamisvuoden sato jäänee useimmiten alhaisemmaksi kuin varsinaisina satovuosina. Tuotettava raaka-aine- sekä palautuva jäännösmateriaali olisi hyvä kartoittaa mm. tästä syystä vuosittain sopimusasiakkaiden kanssa.

Viljelijälle maksetaan korvausta tuotetun vihermassan määrän ja metaanintuottokyvyn mukaan (Palmroth & Kalmari 2005, 18). Hinnoittelussa voidaan käyttää myös muita perusteita, kuten säilörehun d-arvoa, joka mittaa sulavan orgaanisen aineen määrän. Sulavan orgaanisen aineen määrään vaikuttaa suurelta osin kasvin korjuuajankohta. Korjuuajankohdan myöhästyttyä kasvin d-arvo heikkenee. Biokaasulaitoksella raaka-aineen vastaanotossa pitää järjestää kuormien punnitus sekä näytteidenotto sillä näin saadaan saapuvan raaka-ainemateriaalin oikeudenmukainen hinnoittelu ja tieto siitä, minkälaista materiaalia on käytettävissä (Metener 2006).

Saksassa energiamaissin hinnoittelussa käytetään hyväksi erilaisia analyyseja kuten NIRS (near infrared reflectance spectroscopy) – analyysiä. Menetelmät perustuvat nurmirehun laadun mittaamiseen. NIRS – menetelmä on pätevä ennustamaan metaanintuottokykyä, jota arvioidaan kasvin sisältämän tärkkelyksen, kuidun ja sulavuuden perusteella. (Claupein 2007, 105.) Huomiota tulisi kiinnittää oikeaan korjuuajankohtaan, jolloin mm. energiamaissin kuiva-ainepitoisuus (TS) tulisi olla noin 30 % hyvän kaasuntuoton turvaamiseksi (Welcher Energiepflanzen 2007, 76).

4 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Suomessa on tällä hetkellä suunnitteilla useita uusia biokaasulaitoksia, joista suurin osa käyttää raaka-aineenaan erilaisia orgaanisia yhteiskuntajätteitä ja eläinten lantaa.

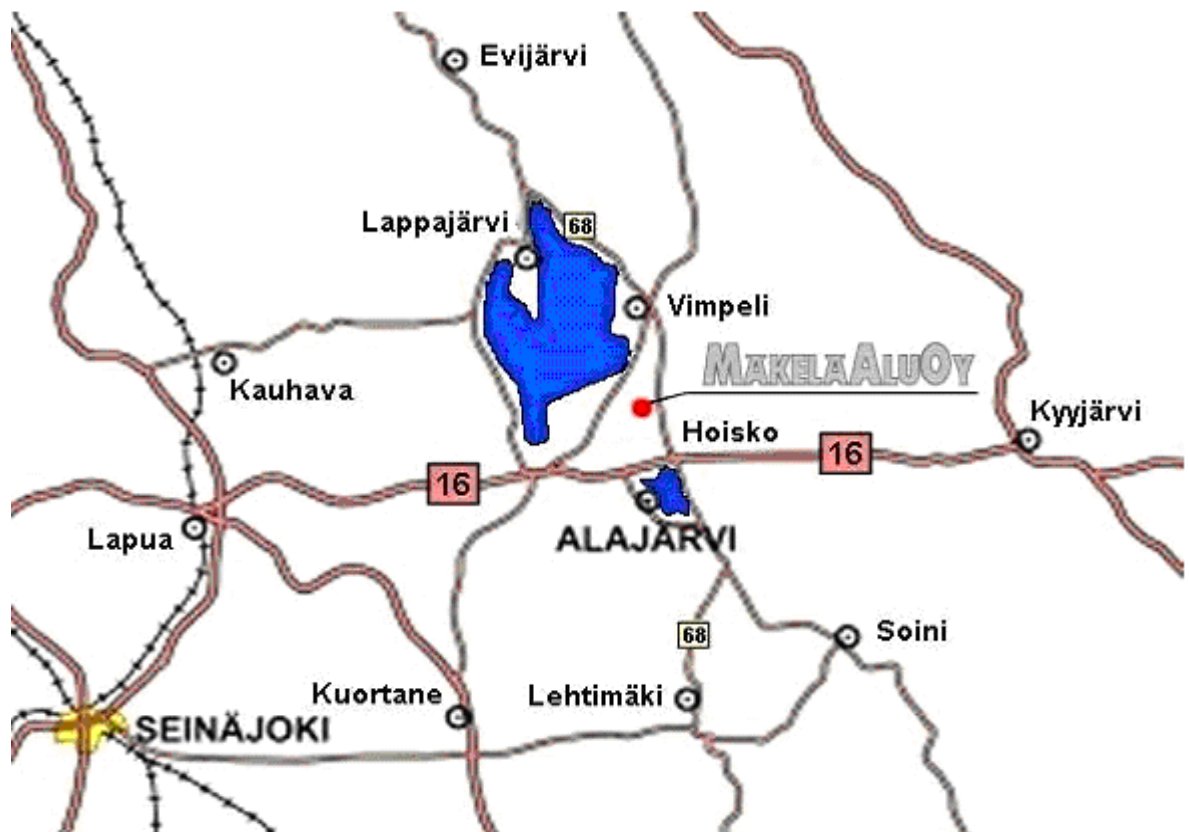
Alajärven kaupunki Etelä-Pohjanmaalla on käynnistänyt esisuunnittelun mahdollisesta biokaasulaitoksen rakentamisesta yhteistyössä paikallisen teollisuuslaitoksen kanssa (Kuutio 3). Tavoitteena on, että lämpö- ja sähköenergiaa pystytään tuottamaan metaanilla.

Biokaasulaitoksen kannattavuutta parantaa hyvä lämmön ja sähkön hyödyntäminen kun laitos sijoitetaan paljon energiaa tarvitsevan teollisuuslaitoksen läheisyyteen. Myös muut biokaasun hyödyntämistavat kuten liikennepolttoainekäyttö ovat harkittavissa käyttöön.

Biokaasulaitoksen esisuunnittelun teollisuuslaitokselle ja Alajärven kaupungille on tehnyt Metener Oy. Biokaasulaitos koostuisi moduulirakenteisesta biokaasulaitoksesta, jonka kaasuteho on 2,5 MW. Moduuli koostuu kahdesta reaktorista joiden teho on 1,25 MW. Laitoksen raaka-ainetarve olisi noin 66 tuorerehutonnia vuorokaudessa eli noin 24 000 tuorerehutonnia vuodessa. Tämä raaka-aine saataisiin noin 1200 ha alalta, mikäli tuorerehujen hehtaarisadot olisivat vuodessa n. 20 tuorerehutonnia/ha. Peltobiomassa koostuisi lähes yksinomaan säilörehusta, jota valmistettaisiin mm. timoteinurmesta, tuoreesta ruokohelvestä ja vihantaseosviljasta tai muista korkean satopotentialin omaavista kasveista mukaan lukien myös yksivuotiset nurmikasvit. Mahdollisuuksien mukaan hyödynnettäisiin myös kotieläintiloilta saatavaa lantaa. Rehumassat tulisivat mahdollisesti jopa kolmen kunnan alueelta. Alueen alustavassa kartoituksessa on selvitelty, että alle 5 km säteellä tuotannossa olevaa peltoa on noin 2160 ha ja 5 – 10 km säteellä noin 3033 ha. Keskimääräinen peltojen lohkokoko olisi noin 2 ha. (Kuoppala 2009.)

Logistiikan kannalta hyvä olisi, jos prosessissa käytettävä säilörehu pystyttäisiin kokonaisuudessaan varastoimaan biokaasulaitoksella. Tällöin kuitenkin biokaasulaituskustannus nousee huomattavasti rakennettavien varastointisiilojen johdosta. Säilörehun teossa pyritään hyödyntämään osin viljelijöiden omia varastoja mahdollisuuksien mukaan. Nautakar-

jatiloilla useimmiten ei kuitenkaan ole ylimääräistä säilörehun varastointitilaa. Säilörehumassojen toimitusetäisyyksien kasvaessa yli 10 km:n tulee harkittavaksi kyläkohtaisten raaka-ainevarastojen rakentaminen. Sama koskee myös biokaasulaitokselta palautuvaa lietettä.



Kuvio 3. Biokaasulaitoksen sijainti MäkeläAlu Oy:n yhteyteen (MäkeläAlu Oy, [viitattu 12.12.2008])

Tutkimuksessa selvitetään Alajärven ja maantieteellisesti lähimmän naapurikunnan Vimpelin alueen viljelijöiden halukkuutta toimittaa energiaraaka-aineita biokaasulaitokselle. Energiaraaka-aineet koostuisivat peltobiomassoista ja tuotantoeläinten lannasta. Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa raaka-aineen saatavuudesta ja viljelijöiden taustatiedoista sekä hankinta-alueen erityispiirteistä. Lisäksi selvitetään muita kasvibiomassojen viljelyyn liittyviä seikkoja.

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä on käytetty kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta, jossa tutkimuksessa tarvittavat tiedot voidaan hankkia erilaisten tilastojen, rekistereiden tai tietokantojen kautta, tai ne voidaan kerätä itse. Valmiita aineistoja voi kuitenkin olla vaikea soveltaa omaan tutkimukseen sopivaksi. (Heikkilä 2008, 18.) Tämä tutkimus suoritettiin kokonaistutkimuksena eli tutkimukseen otettiin mukaan jokainen perusjoukon eli populaation jäsen. Tiedonkeruumenetelmäksi tässä tutkimuksessa valittiin postikysely, koska sen katsottiin kattavan parhaiten kokonaisotantatutkimuksen periaatteet.

5.2 Tutkimusaineisto

Kyselytutkimuksena (LIITE 3) toteutetun tutkimuksen aineisto koostuu kahden Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevan kunnan Alajärven sekä Vimpelin alueen EU-tukijärjestelmän piirissä olevista viljelijöistä, jotka maantieteellisesti soveltuvat esisuunnittelussa olevan peltobiomassoja hyödyntävän biokaasulaitoksen hankinta-alueeseen. Kyselytutkimus toteutettiin keväällä 2009. Kyselylomake lähetettiin postitse Alajärven kaupungin maaseutu-toimen puolesta kaikkiaan 495 tilalle, joista 121 kpl kohdistui Vimpelin alueen viljelijöille ja 374 kpl Alajärven kunnan viljelijöille. Vastauksia palautui yhteensä 130 kpl. Vastausprosentiksi saatiin 26 %.

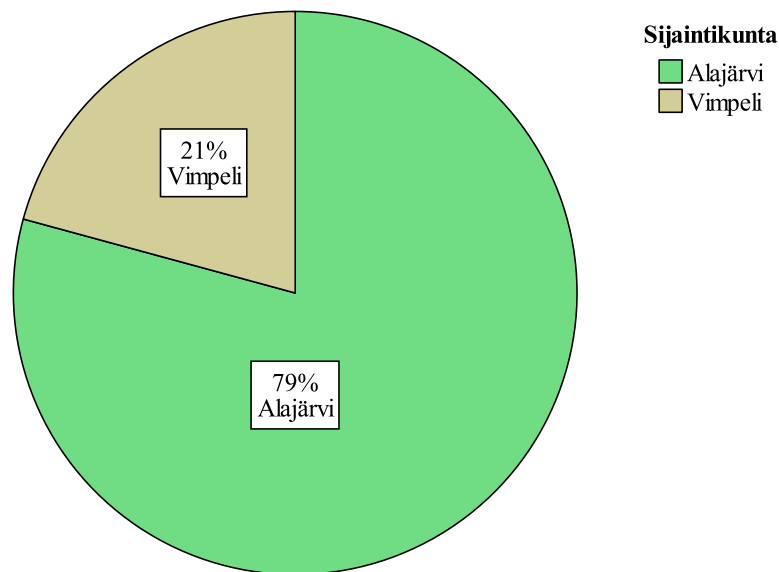
5.3 Tulosten analysointi

Vastausaineisto tallennettiin aluksi Exel - taulukkolaskentaohjelmaan, mutta varsinainen aineiston käsittely ja analysointi tehtiin SPSS – ohjelmaa apuna käyttäen. SPSS – ohjel-

malla tehtiin suoria jakaumia eri muuttujista sekä ristiintaulukointeja muutamista tärkeimmäksi katsotuista muuttujista.

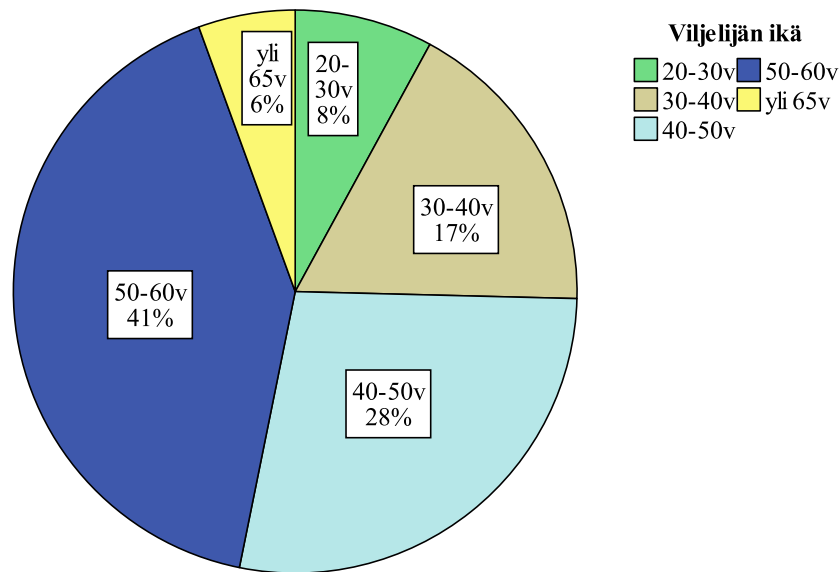
6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa haettiin kokonaiskuvaa alueen viljelijöiden ikärakenteesta, koulutustaustasta, tilan etäisyydestä biokaasulaitokseen sekä tilan koosta ja tuotantosuunnasta. Tutkimuksessa kartoitettiin myös tilan tulevaisuuden näkymiä. Alajärven kunnan alueelta vastauksia tuli 103 kpl (79 %) ja Vimpelin kunnan alueelta 27 kpl (21 %). (Kuvio 4)



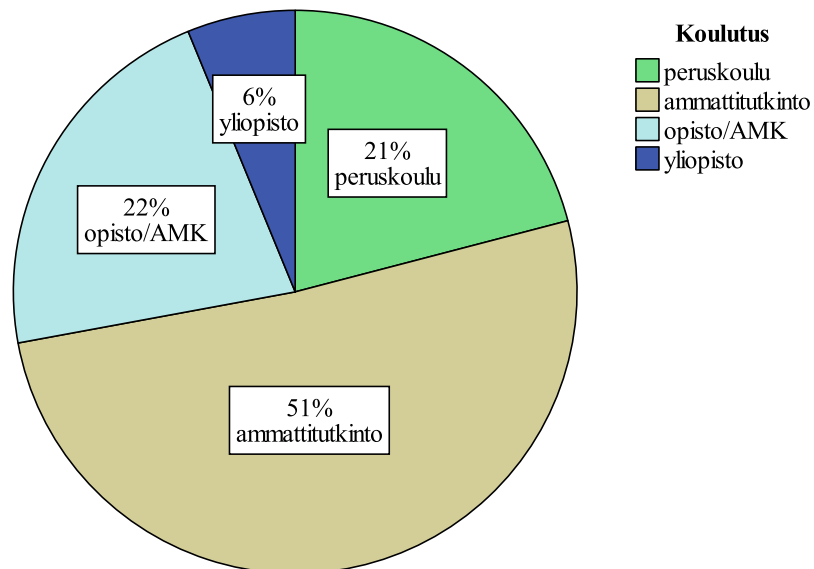
Kuvio 4. Tutkimukseen vastanneet kunnittain (n=130)

Tutkimukseen vastanneet olivat ikäjakaumaltaan enimmäkseen 50 – 60 -vuotiasta viljelijäväestöä (Kuvio 5). Ikäjakauma kuvastaa, että suurimman osan tämän alueen viljelijäväestöstä on tehtävä ratkaisu tilanpidon jatkamisen kannalta joko sukupolvenvaihdoksilla tai viljelyn hallinnan siirtämisestä ulkopuolisten käyttöön. Alueen viljelijöiden keski-ikä on MYEL- vakuutettujen mukaan 47 – 48 vuotta. (Mela kuntatilasto 2009). Tähän tutkimukseen vastanneet näyttävät olevan hieman keskiarvoa iäkkäämpää väestöä.

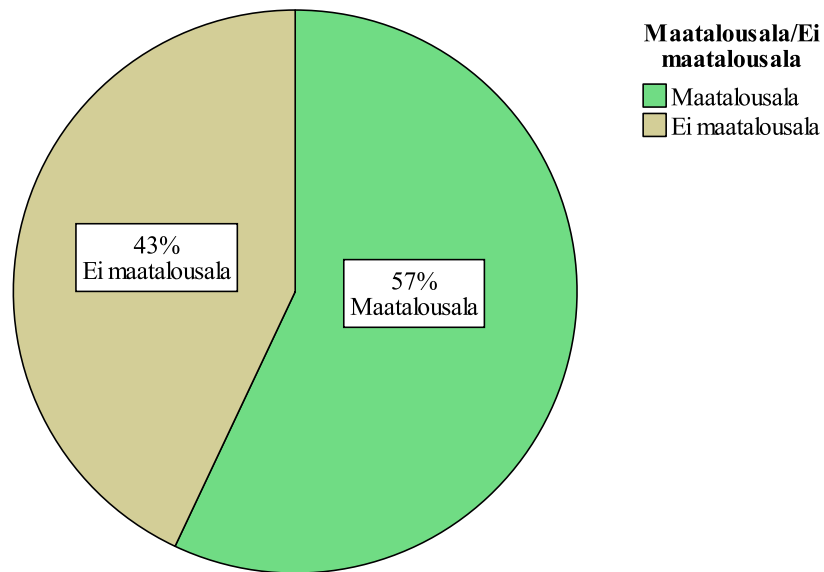


Kuvio 5. Tutkimukseen vastanneiden ikäjakauma (n= 126)

Vastanneista yli 51 % ilmoitti koulutustaustakseen ammattitutkinnon (Kuvio 6). Vastanneista joka viides oli suorittanut ainoastaan peruskoulun, mikä selittynee vastaajien korkealla iällä ja sen ajan yleisellä koulutustasolla. Ammatillisen tutkinnon suorittaneista vastaajista lähes puolet omasivat maatalousalan koulutuksen (Kuvio 7).

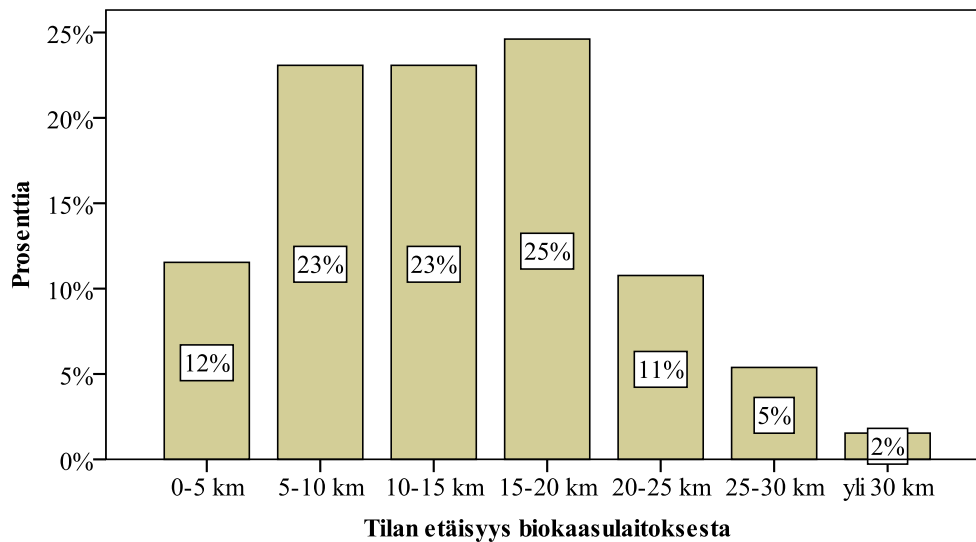


Kuvio 6. Vastanneiden koulutustausta (n=130)



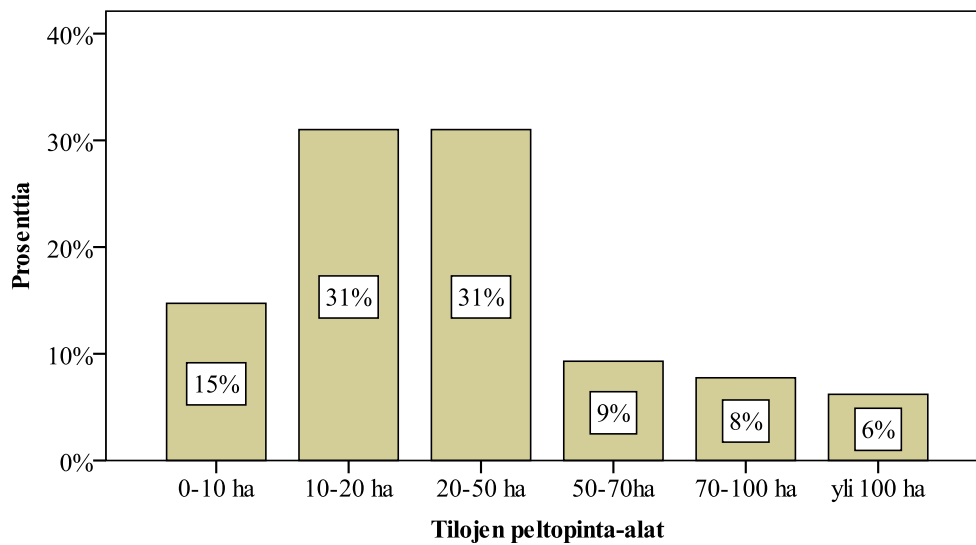
Kuvio 7. Maatalousalan koulutus (n=130)

Tilojen etäisyydet vastaanottavaan biokaasulaitokseen jakaantuivat enimmäkseen 5 – 20 km välille (Kuvio 8). Kolmannes viljelypinta-alasta näyttäisi olevan alle 10 km:n säteellä biokaasulaitoksesta, mikä on vielä edullista kasvibiomassan siirtokuljetuksissa, koska tällöin kustannukset pysyvät vielä kohtuullisena. Kasvibiomassojen toimitusetäisyyden kasvaessa pitkäksi harkittavaksi tulee välivarastojen perustaminen. Vastausten perusteella kyläkohtaisen välivaraston mahdollinen sijaintipaikka selvitettiin ja sen perusteella tulisi harkita ainakin yhden välivarastopaikan rakentamista. Paikka on noin 20 km:n päässä biokaasulaitoksesta sijaitseva Kurejoki, josta löytyi paljon halukkaita viljelijöitä kasvibiomassojen tuottamiseen. (LIITE 4)



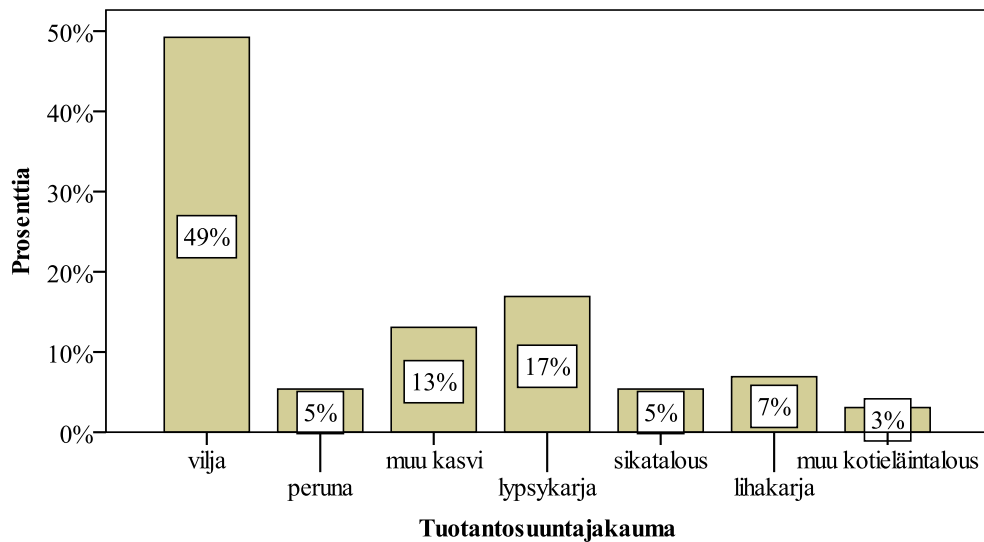
Kuvio 8. Tilojen etäisyys suunnitteilla olevasta biokaasulaitoksesta (n=130)

Tutkimukseen vastanneiden tilojen peltopinta-ala käsittäen oman sekä vuokratun pellon sijoittuu pääsääntöisesti 10 – 20 ha sekä 20 – 50 ha kokoluokkiin (Kuvio 9). Tiloista 15 % oli kuitenkin pieniä alle 10 ha tiloja. MYEL- vakuutettujen tilaston mukaan Alajärven tilojen keskipinta-ala on 31 ha sekä Vimpelin 39 ha. (Mela kuntatilasto 2009). Vastanneiden tilojen peltopinta-ala vastaa alueen keskimääräistä jakaumaa. Tästä sekä ikäjakaumasta voidaan päätellä vastanneiden edustavan melko hyvin alueen keskimääräistä viljelijäväestöä ja heidän tilojaan.



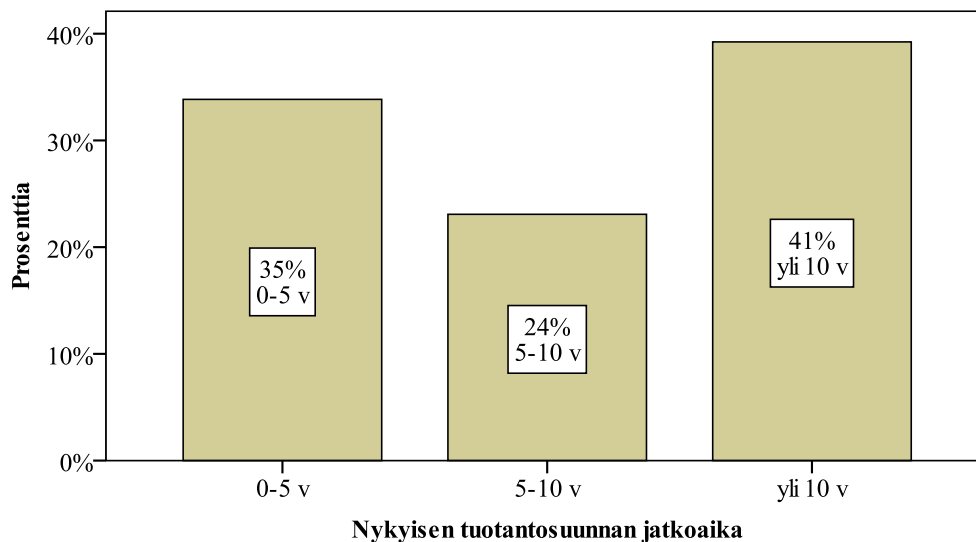
Kuvio 9. Tilojen peltopinta-alajakauma (n=129)

Tutkimustiloista 64 kpl eli lähes puolet oli viljatiloja ja seuraavaksi eniten oli lypsykarjataloja 22 kpl (Kuvio 10). Muiden kasvien osuus oli myös huomattava ja se koostui lähinnä perunan sekä ruokohelven viljelystä. Ruokohelven viljelystä siirtyminen biokaasulaitoksen raaka-aineen tuottajaksi olisi vaivatonta, mikäli tuottaja haluaa sitä ruokohelven tuotantosopimuksen päätyttyä. Erona olisi massan korjaaminen tuoreena heinä. Muusta kotieläintaloudesta mainittiin mm. hevostalous.



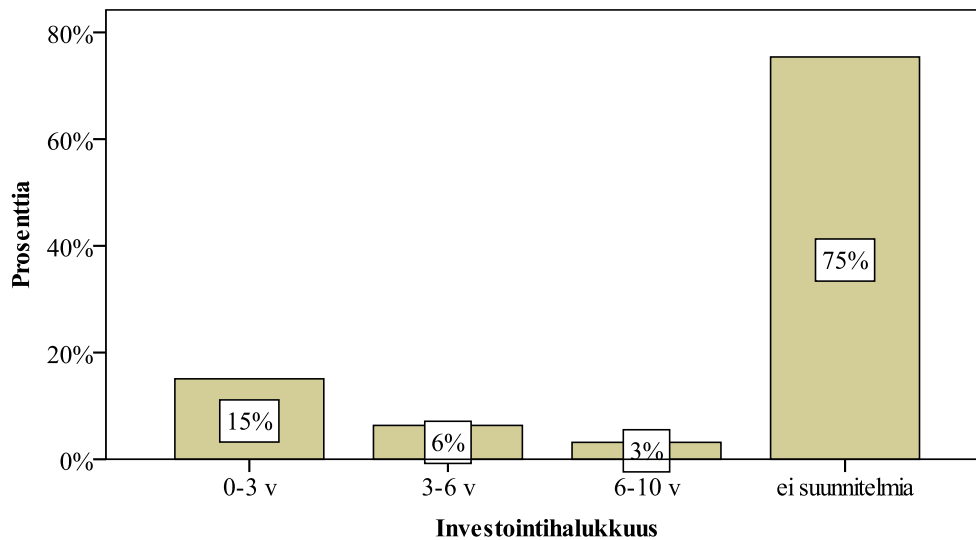
Kuvio 10. Tilojen tuotantosuuntajakauma (n=130)

Vastanneista tiloista 41 % ilmoitti jatkavansa nykyistä tuotantosuuntaa yli 10 vuotta, mutta toisaalta moni (35 %) oli valmis luopumaan nykyisestä tuotantosuunnasta, joka vastaajien ikä huomioon ottaen todennäköisesti tarkoittaisi sukupolvenvaihdoksia tai tilan hallinnan muutoksia ulkopuoliseen käyttöön (Kuvio 11).



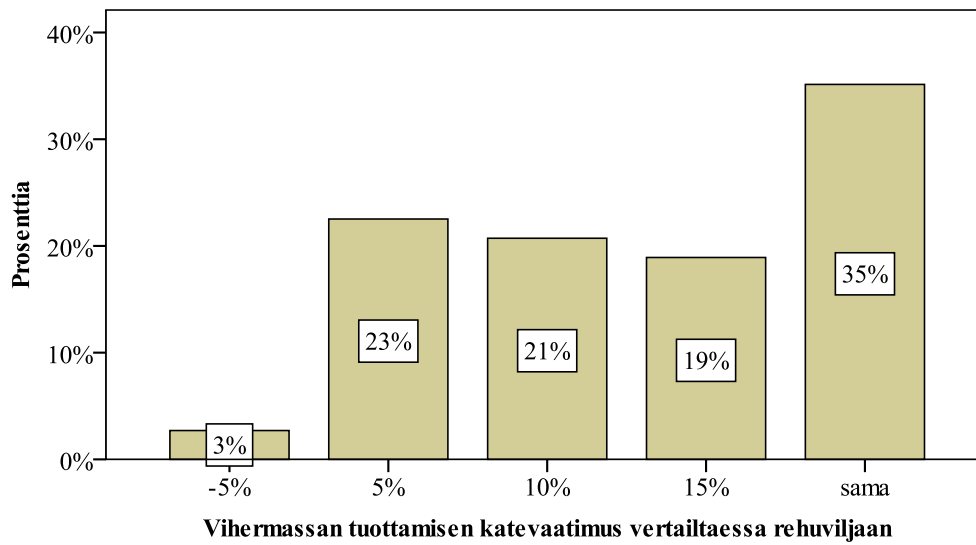
Kuvio 11. Viljelijöiden nykyisen tuotantosuunnan jatko-aika (n=125)

Tilojen investointihalukkuus oli laimeaa (Kuvio 12). Vastanneista 75 % ilmoitti, että he eivät tule merkittävästi laajentamaan nykyistä tuotantoa. Tiloista 15 %:lla oli kuitenkin aikomus laajentaa merkittävästi kolmen vuoden kuluessa. Tuotantosuunnittain 12 viljatilaa ja viisi lypsykarjatilaa aikoi investoida merkittävästi seuraavan kuuden vuoden aikana.



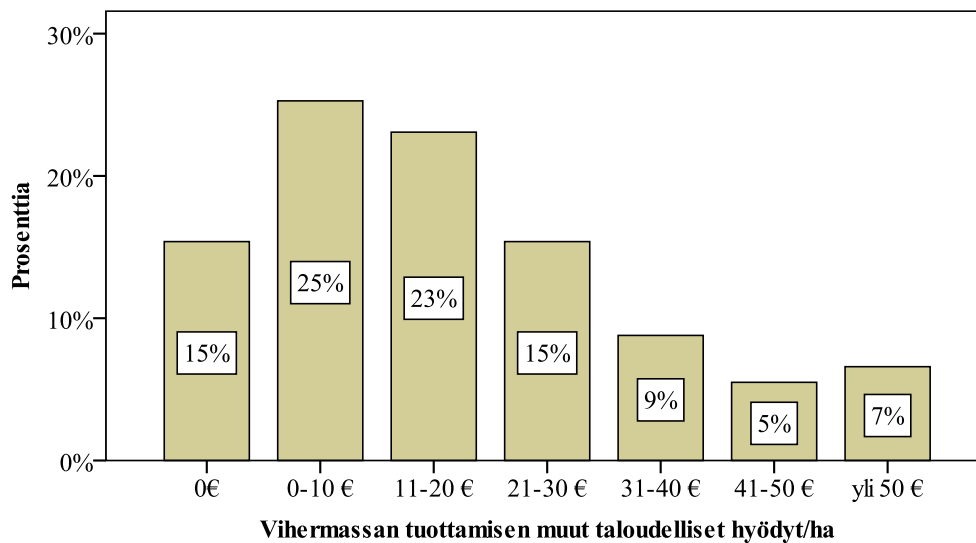
Kuvio 12. Viljelijöiden investointihalukkuus (n= 126)

Viljelijöiltä kysyttiin vihermassan tuottamisen kiinnostavuutta taloudellisesta näkökulmasta vertailukriteerin ollessa katetuotto. Viljelijöistä 35 % ilmoitti kiinnostuksensa vihermassan tuottamiseen, mikäli viljelemisen kate olisi sama kuin rehuviljalla (Kuvio 13). Tuotantosuunnittain tarkasteltuna lypsykarjatilallisissa oli eniten niitä, jotka halusivat 5 – 15 % enemmän katetta kuin rehuviljasta. Rehuviljan markkinahinnat olivat tutkimusta edeltävänä kautena melko alhaiset verrattuna vuoden 2007 korkeisiin markkinahintoihin, mikä on ilmeisesti nostanut viljelijöiden kateodotusta.



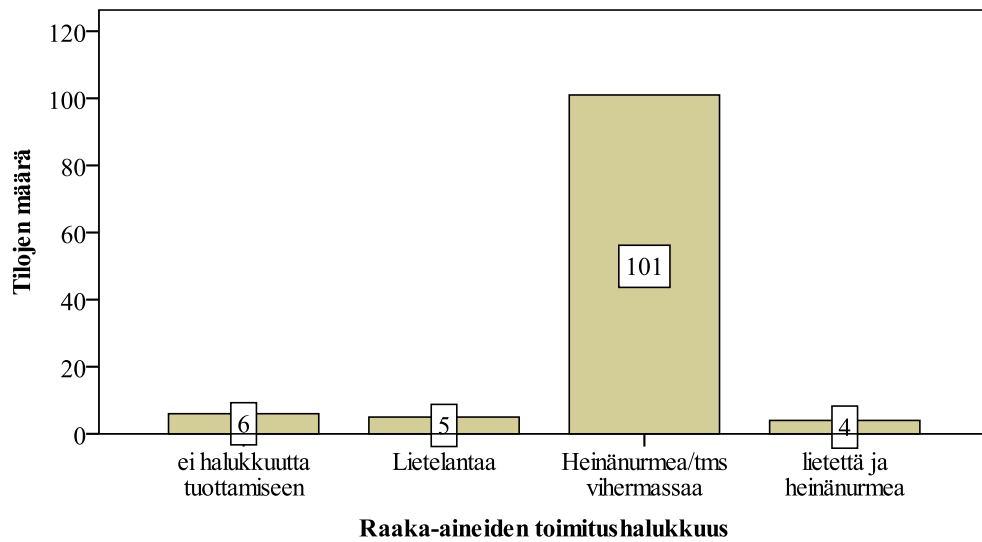
Kuvio 13. Vihermassan tuottamisen kiinnostavuus, lähtökohtana vertailu rehuviljanviljelyn katetaso (n=111)

Vihermassan tuottamisesta saatavia muita hyötyjä koskeva kysymys (palautettavan lannan laadun paraneminen, kesannon ottaminen viljelykäyttöön tai peltojen vuoroviljely) tuntui olleen vaikea vastattava, sillä rahalliset hyödyt oli arvioitu melko vaihtelevasti. (Kuvio 14). Yleinen tietous kasvibiomassan tuottamisen seurannaisvaikutuksista oli melko tuntematon suurelle osalle vastaajajoukosta.

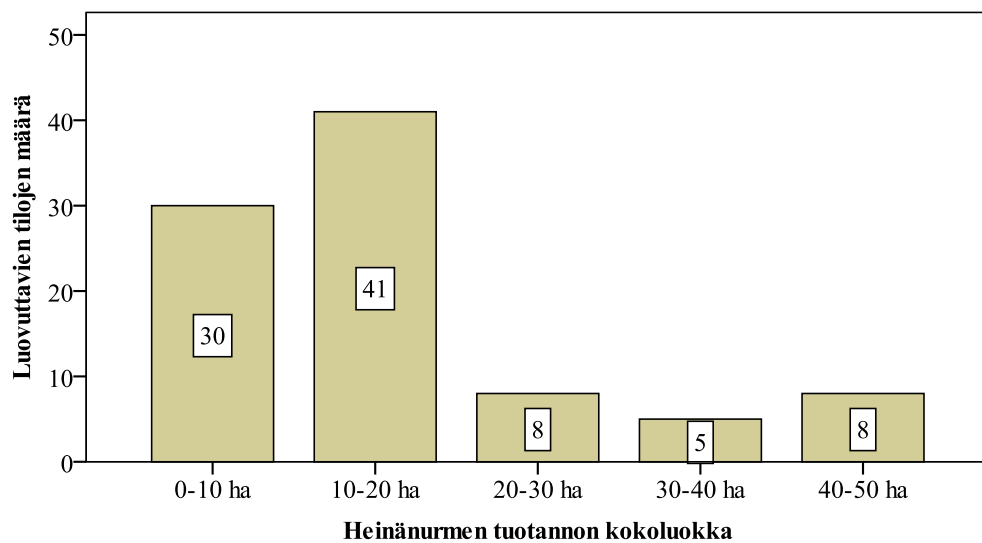


Kuvio 14. Kasvibiomassan viljelystä arvioidut muut taloudelliset hyödyt (n=91)

Suurin osa (105) vastanneista 116 viljelijästä oli halukas tuottamaan vihermassaa biokaasulaitokselle (Kuvio 15). Tuotantomäärät olivat suurimmaksi osaksi 0 – 20 ha tilaa kohden (Kuvio 16). Lietelantaa oli halukas tuottamaan kaikkiaan 9 tilaa 130:stä. Tarkat tuotantomäärät ovat vastauslomakkeista yhteen laskettuna 1569 ha heinänumialaa sekä kotieläinten lietettä 10 300 m³. Tilat, jotka ovat halukkaita luovuttamaan raaka-ainetta, sijaittivat suurimmaksi osaksi alle 20 km:n päässä perustettavasta biokaasulaitoksesta. (LIITE 5)



Kuvio 15. Raaka-aineiden toimitushalukkuus (n=116)

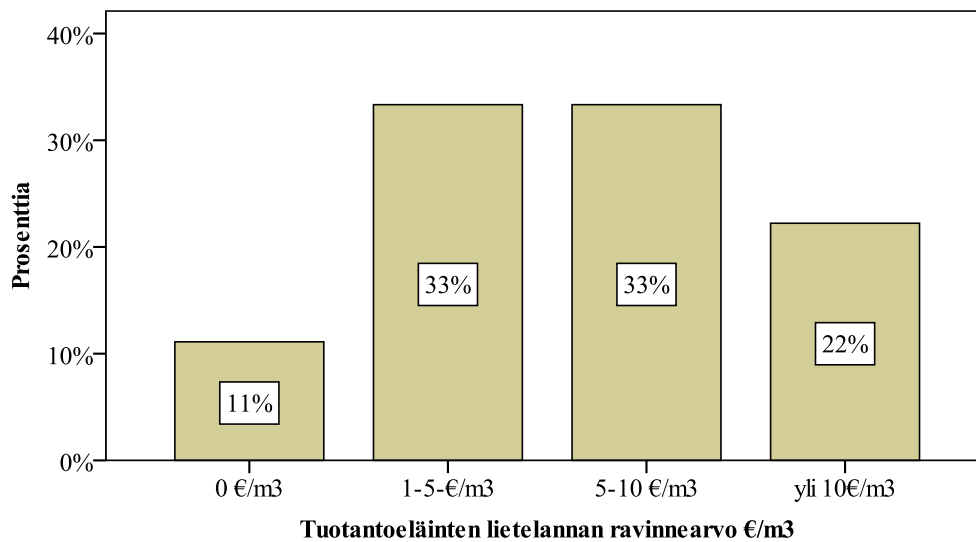


Kuvio 16. Heinänurmen pinta-ala / luovuttavien tilojen määrä

Raaka-aineiden toimitushalukkuudessa eri tuotantosuurteiden välillä oli eroa. Aktiivisemmat heinänurmen tarjoajat olivat luonnollisesti kasvinviljelytiloja, jotka viljelevät rehuviljaa. Toiseksi aktiivisemmat olivat muita kasvitiloja, jotka viljelivät mm. ruokohelpeä. Lypsykarjatilat olivat kolmanneksi suurin ryhmä, jotka olivat valmiita tuottamaan raaka-aineita

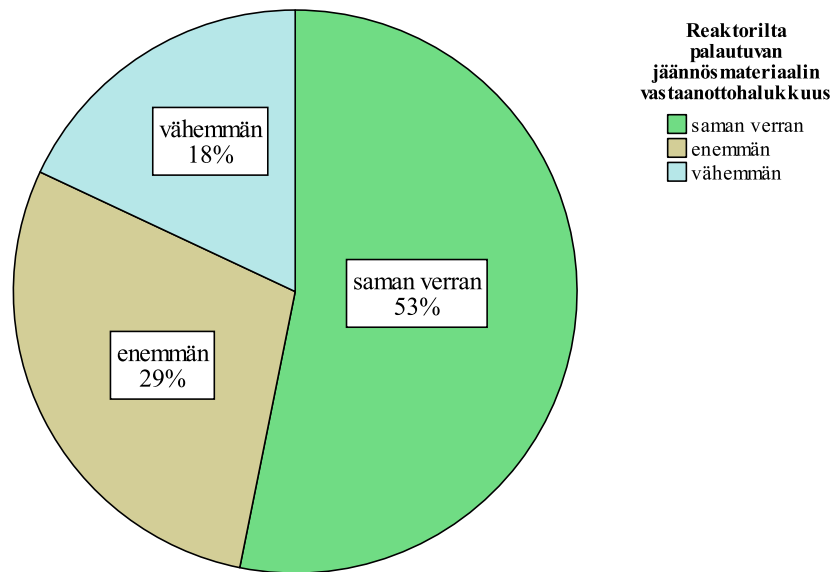
biokaasulaitokselle. Eniten halukkuutta heinänurmen tuottamiseen oli niillä rehuviljanviljelytiloilla, joiden tarkoituksena oli jatkaa nykyistä tuotantosuuntaa yli 10 vuotta. (LIITE 6)

Vastaajista moni koki tuotantoeläinten lannan arvokkaaksi, koska taustalla oli ennätysellisen kallis väkilannoitteiden hintakausi. Viljelijöiden on vaikea arvottaa lietteelle rahallista arvoa, ellei siitä tehdä tarkempia laskelmia (Kuvio 17).



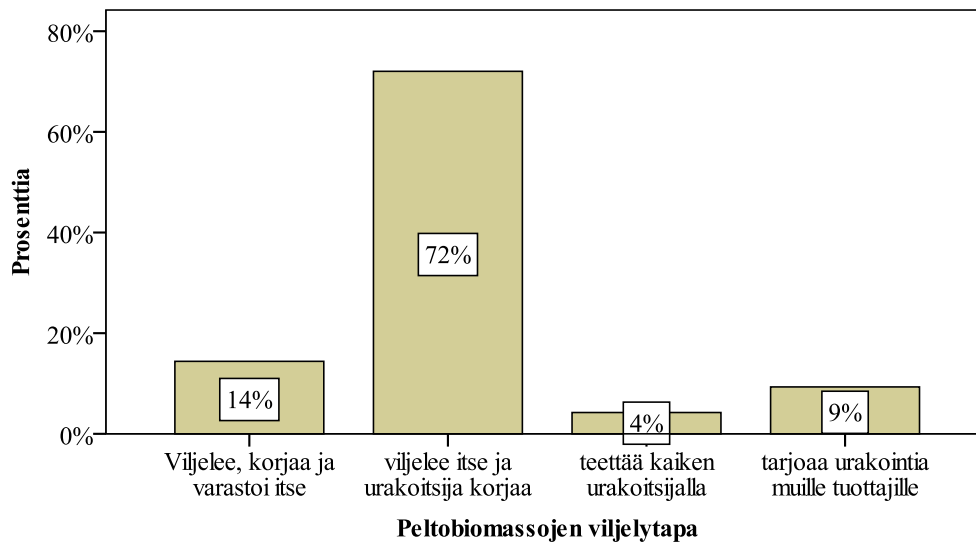
Kuvio 17. Biokaasulaitokselle luovutettavan lietelannan arvo (n=27)

Biokaasulaitokselta palautuvalle ravinteikkaalle jäännösmateriaalille oli myös kysyntää. Lievä enemmistö vastaajista noin (53 %) halusivat vastaanottaa lietettä saman verran suhteessa reaktorille tuottamaansa raaka-aineen määrään ja noin kolmannes vastaajista halusi lietettä pelloilleen enemmän kuin oli itsellä valmiudet tuottaa raaka-ainetta biokaasulaitokselle (Kuvio 18). Tuotantosuunnittain viljatilat halusivat selvästi eniten biokaasulaitokselta palautuvaa jäännösmateriaalia kun taas sikatilalliset olivat vähiten kiinnostuneita jäännösmateriaalista.



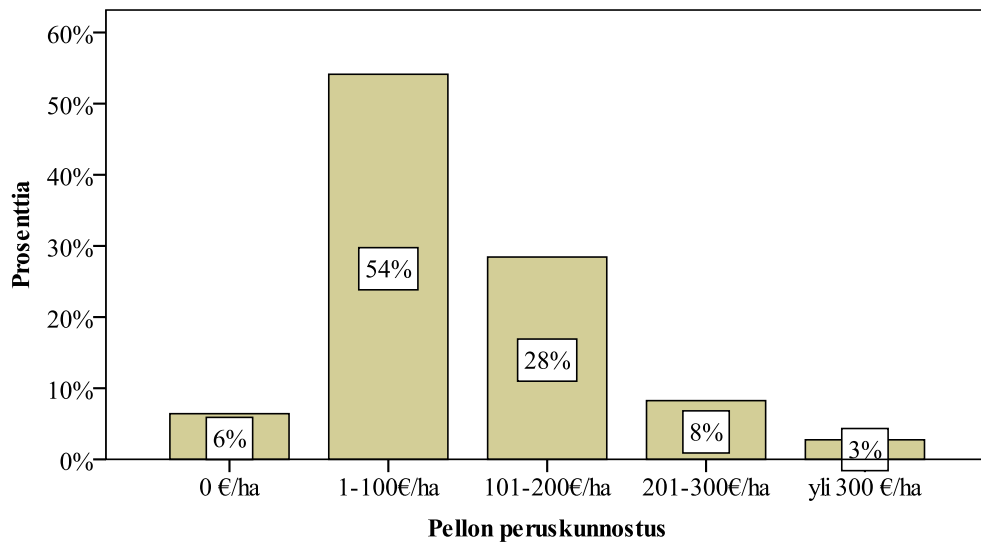
Kuvio 18. Biokaasureaktorilta palautuvan lietteen vastaanottohalukkuus suhteessa tuotetun vihermassan määrään biokaasulaitokselle (n=111)

Valtaosa (72 %) ilmoitti haluavansa itse tuottaa kasvibiomassoja, mutta korjuu hoidettaisiin urakoitsijan toimesta (Kuvio 19). Suomessa laajentavilla tiloilla rehunkorjuun ulkoistaminen on yleistynyt. Viljanviljelijöillä näyttäisi olevan riittävä kylvökalusto, mutta nurmenkorjuukalustoa ei ole riittävästi tarjolla ja jos sitä löytyy, se on alimitoitettua nykyajan korjuuvaatimukseen. Urakoitsijoille näyttäisi olevan tarvetta. Urakointipalveluja tarjoavia viljelijöitä oli 11 kpl. Viljelijän kannalta vaivattomin tapa olisi teettää urakoitsijalla säilörehun teko perustamisesta korjuuseen. Tällöin työkustannukset alentavat tuotteesta saatavaa katetta, mutta hyvän kasvuston perustaminen voi olla helpommin toteutettavissa ammattitaitoisella työllä sekä nykyaikaisilla koneilla.



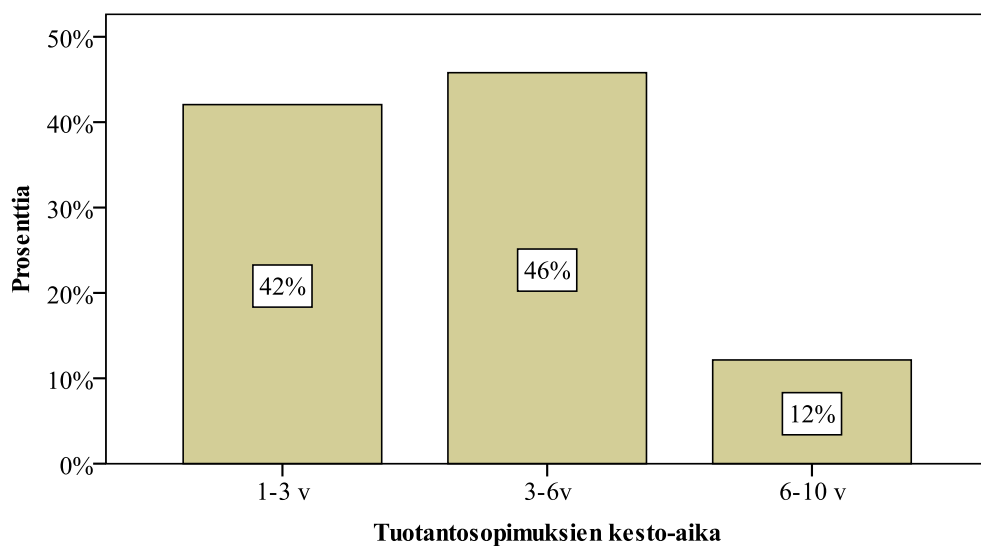
Kuvio 19. Biomassan tuotanto- ja korjuutapa (n=118)

Nurmirehujen viljely vaatii panostusta myös peltojen kunnossapitoon. Pellon tasaisuus ja vesitalous korostuvat viljeltäessä monivuotisia nurmikasveja. Pellon peruskunnostukseen, kuten kalkitukseen, ojitukseen sekä teiden kunnostamiseen nurmikierron aikana, oli 54 % viljelijöistä valmis satsaamaan keskimäärin 1- 100 € /ha ja jopa 28 % vastaajista oli valmis sijoittamaan peltojen kunnostukseen edelliseen nähden kaksinkertaisen määrän (Kuvio 20). Peltojen peruskunnostamiseen panostaminen Suomessa vaihtelee suuresti varsinkin omistuksessa olevan pellon ja vuokratiljelyksen välillä.



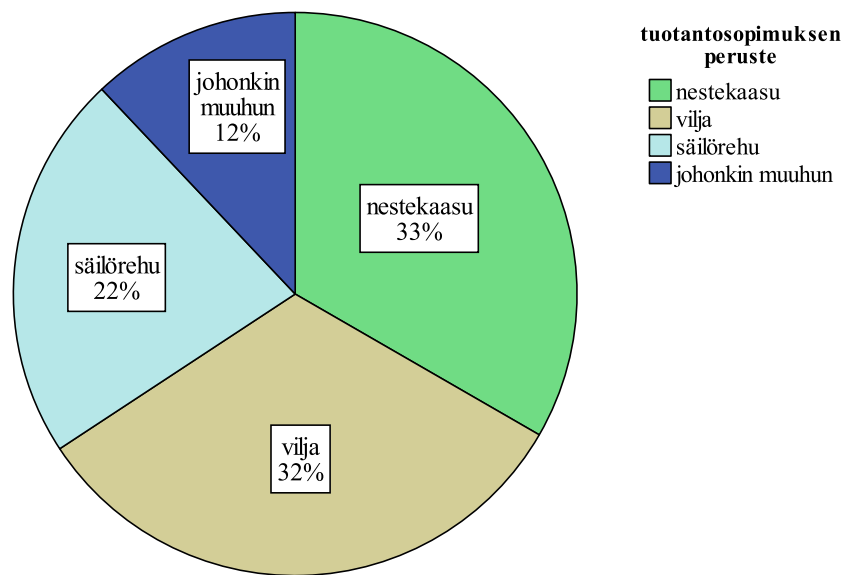
Kuvio 20. Pellon peruskunnostukseen panostaminen/ha (n=109)

Kyselyn mukaan viljelijät haluavat enimmäkseen lyhyehköjä tuotantosopimuksia. (Kuvio 21). Lähes puolet (46 %) oli valmiita tekemään tuotantosopimuksia 3 – 6 vuoden ajaksi. Sopimusajat ovat yleisesti pidempiä viljeltäessä monivuotisia kasveja. Yksivuotisten kasvien osalta sopimusajat voivat olla lyhyempiä. Energiakasvien kuten ruokohelven viljelyssä tuotantosopimusten kesto tuottajan ja vastaanottajan välillä on yleensä 5 vuotta.



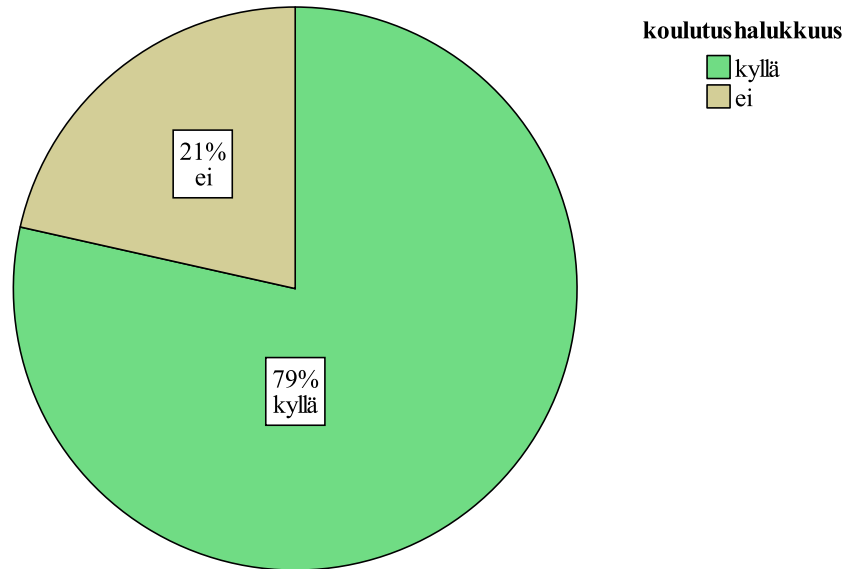
Kuvio 21. Kasvibiomassojen tuotantosopimusajat (n=107)

Kolmekymmentäkuusi viljelijää 108:sta halusi tuotantosopimuksen perustuvan nestekaasun hintaan, mikä johtui siitä, että esisuunnitelmissa oleva biokaasulaitos tulisi nykyisen nestekaasua käyttävän yrityksen läheisyyteen (Kuvio 22). Monet halusivat ottaa hintaperusteeksi kuitenkin viljelykasvit. Viljelijöistä 35 halusi sopimuksen perustuvan viljan ja 24 viljelijää säilörehun hintaan. Vastaajista loput (13) ottaisi hinnoitteluperusteeksi jonkin muun perusteen tai näiden edellä mainittujen yhdistelmän. Tuotantosopimuksien maksuperusteissa voisi hyödyntää hinnoitteluperusteita, joita Vapo käyttää ruokohelven viljelyssä.



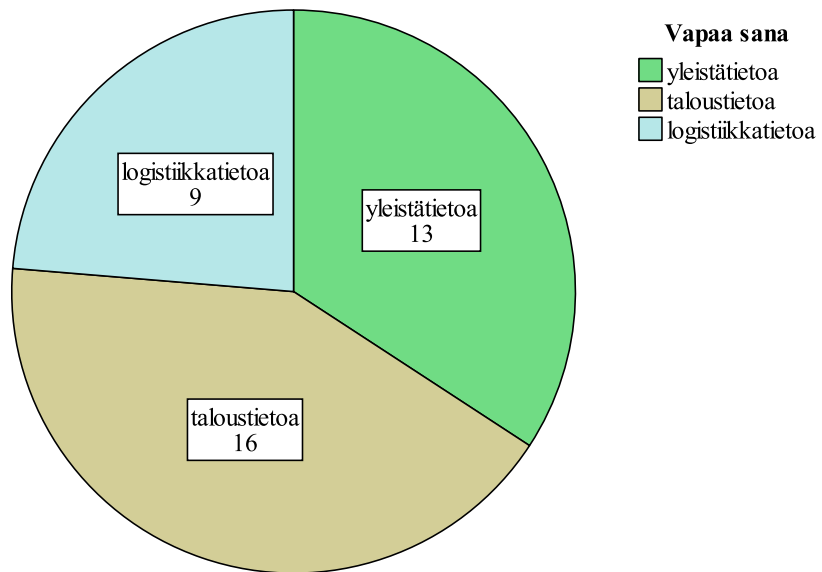
Kuvio 22. Kasvibiomassan tuotantosopimuksen peruste (n= 108)

Tiedusteltaessa halukkuutta biokaasun tuottajakoulutukseen saatiin 79 % myönteisiä vastauksia (Kuvio 23). Vastanneiden aikaisemmalla koulutustaustalla ei ollut oleellista merkitystä jatkokoulutushalukkuudelle.



Kuvio 23. Koulutushalukkuus ryhtymisestä biokaasulaitoksen raaka-aineiden tuottajaksi (n=121)

Lisätietoja ryhtymisestä biokaasulaitoksen raaka-aineiden tuottajaksi halusi 38 viljelijää vastanneista (Kuvio 24). Näistä taloustietoa eli kysymyksiä kannattavuuksiin liittyen kättiin eniten (16 vastaajaa). Yleistä lisätietoa kaipasi 13 vastaajaa ja logistiikkatietoa kasvibiomassan kuljetuksiin liittyen 9 viljelijää. Kasvibiomassojen tuottajaksi ryhtyminen monelle viljelijälle on vielä monelta osin tuntematonta ja tiedon hankkiminen asiasta on tärkeää tehtäessä ratkaisuja.



Kuvio 24. Lisätietoja ryhtymisestä biokaasuraaka-aineiden tuottajaksi (n=38)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kyselytutkimuksen olennaisin asia oli kartoittaa löytyykö Alajärven ja Vimpelin alueelta riittävästi halukkuutta kasvibiomassojen tuottamiseen isoa keskitettyä biokaasulaitosta varten. Riittävän raaka-ainemäärien saanti on perusedellytyksiä toiminnan käynnistymiseksi. Kasvibiomassoista kertyvän raaka-aineen osalta eräänlaisena lähtökohtana oleva 1200 ha peltopinta-ala saavutettaisiin selvästi (1569 ha) kyselyyn vastanneista tiloista, joten suunnitelmissa olevan biokaasulaitoksen toimintaedellytykset täytyisivät tältä osin. Kotieläinten lietelantaa oli tarjolla yli 10 000 m³. Lietelanta on erittäin tärkeä peruselementti syötteeseen tehostamaan biokaasulaitoksen käymisprosessia.

Biokaasulaitokseen investoivien kannalta laitoksen toiminnan kannattavuus on perusedellytys. Kannattava toiminta koostuu monista eri tekijöistä, kuten investointikustannuksista sekä biokaasun ja korvattavan energian hintasuhteesta. Näitä kysymyksiä tulee selvittää tarkoin ennen ryhtymistä investointeihin.

Hyvän metaanisaannon maksimoimiseksi säilörehu on silputtava mahdollisimman lyhyeksi (10 – 20 mm), mikä vaatii koneilta tehoa. Isojen säilörehumassojen teossa tulee valittavaksi kaksi eri toimintatapaa: viljelijä käyttää omia koneitaan tai teettää työn urakointipalveluna. Isäntälinjan korjuuna säilörehu kerättäisiin tilan omalla kalustolla, jolloin korjuuketjut perustuvat yleensä tarkkuussilppuriin, noukinvaunuun tai pyöröpaalaimen. Koneketjuista tarkkuussilppurilla saadaan tehtyä edellä mainittua vaatimukset täyttävää silppua, muilla korjuuketjuilla silpun pituus vaihtelee noin 10 – 15 cm. Viljelijöillä olevat rehusiilot tai aumat voisivat toimia välivarastoina toimitettaessa säilörehua tehtaalle.

Rehun korjuu on tehokkainta urakoitsijalla teetettynä, jolloin myös muutkin viljelijät kuin nautakarjataloutta harjoittavat pystyisivät viljelemään pelloillansa biomassaa. Urakointihinnoittelussa tulisi kyseeseen tuntipohjainen tai hehtaarikohtainen veloitus. Vaivattomin tapa olisi tuotantosopimus avaimet käteen – periaatteella, jolloin ulkopuolinen urakoitsija hoitaisi kaiken nurmen perustamisesta lähtien.

Urakointiin asettaa haasteita tilojen suuri maantieteellinen hajonta ja sitä myötä kapasiteetin mitoitus suuren korjuualan mutta toisaalta pienen lohkokoon mukaan. Urakoinnin tehokkuuteen ja kasvibiomassojen viljelyyn tuo paineita nurmirehun laatuvaatimukset, koska raaka-aineen sulavuus ratkaisee metaanintuottokyvyn ja sitä kautta viljelijöille maksettavan hinnan. Sadonkorjuuta pystyttäisiin eriaikaistamaan joustavammaksi kasvivalinnoilla, joita olisivat monivuotiset tai yksivuotiset nurmikasvit. Säilörehu-urakoitsijoita tuntuisi kyselyn mukaan alueelta löytyvän sekä todennäköisesti myös urakoitsijoita reaktorilta palautuvien jäännösmateriaalien kuljettamiseen.

Tutkimustulosten perusteella vihermassan korjuuta ja reaktorilta palautuvaa jäännösmateriaalia varten Kurejoelle tulisi rakentaa ainakin yksi välivarasto, koska alueen kasvibiomassojen kuljetusetäisyys biokaasulaitokselle on keskimäärin noin 20 km ja vastanneiden tilojen luovutettava rehunurmiala olisi ko. kylällä noin 250 ha.

Viljelijöitä vetää biokaasulaitoksen raaka-aineiden tuottajaksi pääosin taloudelliset motiivit sekä osaksi nurmien viljelystä saatavat muut hyödyt. Valtaosa viljelijöistä olisi valmis tuottamaan kasvibiomassoja, mikäli kate vastaisi suunnilleen rehuviljanviljelyä. Kasvibiomassan hinnoittelussa viljelijöille maksettava hinta olisi tällöin suunnilleen samaa luokkaa kuin rehuviljan markkinahinta. Pitkät viljelysopimukset luovat vakautta viljelijöille sekä energiaa hyödyntävälle teollisuuslaitokselle.

Yhteenvetona kasvibiomassojen tuottajaprofiiliksi muodostuisi pääosin tällä alueella valtaväestönä oleva 50 – 60 v. viljatilallinen, jolla on ammattitutkinto. Keskimääräinen tilan peltopinta-ala olisi 10 – 50 hehtaaria ja tila sijaitsisi alle 20 km:n säteellä biokaasulaitoksesta. Kasvibiomassaa tila olisi valmis luovuttamaan 1 – 20 ha. Kasvibiomassojen tuottamisen katetuottovaatimus olisi sama kuin rehuviljan viljelyssä. Viljelijä haluaisi urakoitsijan pääpiirtein hoitavan kasvibiomassan korjuun ja hän olisi valmis panostamaan pellon peruskunnostustoimenpiteisiin. Sopimuksen kestoaika olisi 3 – 6 vuotta. Hän olisi myös kiinnostunut osallistumaan lisäkoulutuksiin kasvibiomassojen tuottamisesta.

8 POHDINTA

Uusiutuvien energialähteiden kuten biokaasun hyödyntäminen tulee lisääntymään, mikäli pyritään saavuttamaan EU:n mukaiset tavoitteet uusiutuvien energialähteiden käytöstä. Taloudellisten kannustimien tulee olla riittäviä ryhdyttäessä isoihin investointihankkeisiin. Biokaasulaitoksien perustamisilla on alueellisesti ja valtakunnallisesti erittäin positiivisia vaikutuksia. Välilliset vaikutukset maaseutu ympäristöön kuten työllistäminen ja ekologiset arvot nousevat hyvin esille. Tulevaisuuden uusiutuvat energiamuodot kuten biokaasun hyödyntäminen energianlähteenä on erittäin varteenotettava vaihtoehto fossiilisten energiamuotojen korvaajana. Kallistuvan öljyn hintakehitys saa paljon fossiilista uusiutumaton energiaa käyttävät tuotantolaitokset pohtimaan siirtymistä vaihtoehtoisiin uusiutuviin energialähteisiin.

Suomessa tullaan todennäköisesti rakentamaan kuivämädätysteknologiaan liittyviä biokaasulaitoksia ja meneillään on useita esiselvityksiä suunniteltavista hankkeista. Kuljetettaessa isoja määriä vihermassoja sekä riittävän raaka-ainemäärän saaminen vuosittain biokaasulaitokselle asettaa monia onnistumisen edellytyksiä ketjun toiminnalle.

Biokaasun raaka-ainetuotantoon liittyy joitakin toimintariskejä. Rehuviljanviljely on ollut viime aikoina epäedullista markkinahintojen alhaisuuden vuoksi. Mahdollinen rehuviljanhintojen oleellinen nouseminen voi ohjata viljelijät viljelemään viljakasveja kasvibiomasojen sijasta enemmän niille soveltuvilla peltolohkoilla tavoitteenaan parempi toiminnan kannattavuus. Tällöin energiaraaka-aineen viljely siirtyy huonommille lohkoille tai kohtaa hinnannostopaineita. Viljelijöitä motivoivana tekijänä olisi luoda kannustava hinnoittelu, jolla viljelijät saadaan panostamaan kasvibiomasojen satomääriin ja laatuun korkean metaanintuottopotentiaalın varmistamiseksi.

Biokaasulaitosenergiaa käyttävän teollisuuslaitoksen toimintaedellytyksiin liittyy tasainen energian saatavuus. Biokaasulaitoksella tapahtuvien mahdollisten prosessihäiriöiden varalta on teollisuuslaitoksen hyvä säilyttää entinen energiajärjestelmä nestekaasuvarastojen kera.

Kyselytutkimuksen taustatietojen perusteella viljelijäväestön ollessa iäkästä, yhdeksi riskitekijäksi voi muodostua tilan peltojen käyttö jatkossa; siirtyvätkö tilan pellot laajentavien karjatilojen käyttöön? Biokaasulaitoksen syötemateriaalien osalta varajärjestelmänä voisi harkita yhdyskuntajätteiden hyödyntämistä, vaikkakin se vaatisi mahdollisesti hygienisointilaitoksen, mikä osaltaan lisää biokaasulaitoksen investointikustannuksia. Toisaalta jätteistä perittävillä porttimaksuilla on ollut ainakin tähän saakka oleellista merkitystä biokaasulaitosten kannattavuudessa.

Alajärvelle perustettavan biokaasulaitoksen kannattavuuslaskelmat ovat yhä kesken. Mikäli suunnitelmissa oleva biokaasulaitoshanke todetaan kannattavaksi käytännön tasolla, tulee sillä olemaan iso merkitys alueellisesti. Kasvibiomassojen tuottaminen tarjoaa viljelijöille uudenlaisen toimintamuodon peltojen käyttöön. Reaktorilta palautuva jäännösmateriaali peltojen lannoitteena tulee olemaan merkittävässä roolissa lannoitekustannusten pienentämisessä sekä hajuhaittojen ehkäisyssä. Massojen siirtokuljetukset tulevat lisääntymään ja samalla työllistämään kuljetusyrittäjiä. Kokonaistaloudellisesti pitkät siirtokuljetukset vaikuttavat negatiivisesti toiminnan kannattavuuteen.

Tulevaisuudessa pohdittavaksi tulee myös kasvibiomassan hankinta-alueen järkevä, logistinen keskittäminen, mikäli kiinnostus kasvibiomassojen viljelyyn kasvaa enemmän, kuin tämän kyselytutkimuksen perusteella todettiin. Kyselytutkimukseen vastaamatta jättäneet viljelijät saattavat jatkossa kiinnostua kasvibiomassojen tuottamisesta ja tuotantoala saattaa kasvaa huomattavastikin tämänhetkisestä tilanteesta. Tämän tutkimuksen perusteella kaukaisimmatkin tuottajat ovat tärkeitä turvaamaan riittävästä kasvi-biomassojen tarjonnasta.

Säilörehunkorjuuketjuille ja urakoitsijoille haasteellisin tekijä on peltojen pienehkö lohkokoko sekä niiden sijoittuminen laajalle alueelle. Korjuutyön tehokkuuteen vaikuttavat myös alueella oleva pellon kunto ja muoto sekä olemassa oleva tiestö.

Kasvibiomassojen viljelyyn liittyvässä ohjeistuksessa saattaa olla aluksi hankalaa tuoda viljelijöille riittävän selkeästi tiedoksi tuotettavan nurmirehun sadon ja laadun merkitys viljelyn kannattavuuteen. Sadon määrällä ja laadulla on merkitystä biokaasulaitoksen raaka-aineiden toimitusvakauteen, kun kyseessä on lähes yksinomaan kasvibiomassoja hyödyntävä biokaasulaitos.

Jos esisuunnitelmissa oleva biokaasulaitos toteutuu ja sen toiminta laajenee merkittävästi, tulee harkittavaksi mahdollisesti myös muut biokaasun käyttömahdollisuudet, joista varteenotettavin olisi biokaasun liikennepolttoainekäyttö. Tämän toimintamuodon käyttöönottoa edellyttävät kuitenkin valtion taholta kannustavat tukitoimet. Liikennepolttoaineen jakeluasemapaikaksi Alajärvi olisi erinomainen liikenteellisen sijaintinsa vuoksi. Mikäli biokaasun tarve energianlähteenä lisääntyy entisestään teollisuuslaitoksen tarpeita tai liikennepolttoainetta varten, on kasvibiomassan tuottamiseen jatkossa haasteellista löytää siihen lisää tarvittavia peltopinta-aloja.

Tutkimuksen luotettavuutta lisäsi tutkittavan joukon suuruus ja edustavuus sekä valitun perusjoukon tarkka rajaus. Tutkimus tehtiin kokonaistutkimuksena eli kyselylomake postitettiin kahden kunnan alueelle kaikille EU – tukijärjestelmän piirissä oleville tiloille erittelemättä tuotantosuuntaa. Tehty kokonaistutkimus edustaa alueen viljelijöitä.

Postikysely koettiin tavoitettavuutensa ansiosta paremmaksi kuin internetkysely, koska kohdejoukon tiedostettiin olevan hyvin vaihteleva ikä- sekä koulutusrakenteeltaan. Tutkimusajankohdaksi valittiin helmikuu 2009, koska viljelijöillä ei ollut peltotöitä, jotka olisivat saattaneet huonontaa vastausprosenttia. Vastausprosentin 26 % katsottiin antavan riittävästi tietoa tutkimukseen, koska vastanneiden määrä oli kuitenkin 130 kpl. Kyselytutkimusta tuotiin esille myös paikallisessa sanomalehden artikkelissa, jossa kannustettiin viljelijöitä osallistumaan tutkimukseen.

Kyselytutkimuksen validiutta saattoi heikentää jonkin verran iäkkäillä viljelijöillä asian tuntemattomuus biokaasuun energialähteenä. Asiaan perehtymättömän henkilön saattoi olla hankalaa ymmärtää tiettyjä biokaasun tuottamiseen sekä hinnoitteluun liittyviä kysymyksiä. Tämän tutkimuksen reliabiliteettia vahvistaa kokonaisuudessaan tutkimukseen vastanneiden tilojen erittäin myönteinen suhtautuminen tehtyyn tutkimukseen.

LÄHTEET

- Autio, A. 2010. Alajärven biokaasulaitos Oy:n puheenjohtaja. Puhelinhaastattelu 11.01.2010.
- Biokaasufoorumi. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti].[Viitattu 1.3.2010]. Saatavissa: <http://www.biokaasufoorumi.fi>
- .Biovakka Suomi Oy. 2008. Nastolan biokaasulaitoksen rakennushanke. [Viitattu 10.02.2010]. Saatavissa: www.ymparistokeskus.fi
- Chäfer, W., Lehto, M. & Teye, F. 2006. Dry anaerobic digestion of organic residues on – farm – a feasibility study. MTT Agrifood Research Finland, ISBN 952-487-006-1
- Claupein, W. 2007. Comparative Performance of Annual and Perennial Energy Cropping Systems Under Different Management Regimes. University of Hohenheim. Berlin.
- Finkemeyer, J. 2007. Biokaasulaitosten kannattavuus Saksassa. HAMK opinnäytetyö Mustiala.
- Hagström, M., Vartiainen, E., Vanhanen, J. 2005. Biokaasun Maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy:n selvitys. Helsinki.
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Jalli, H. 2005. Nurmen viljely alkaa jo talvella. Joka Sorkka LSO Foods Oy:n tuottajalehti (3), 8-9.
- Kalmari, E. Jyväskylä KoneAgria Biokaasufoorumi "Biokaasusta energiaa maatalouteen" seminaari järjestettiin 22.10.2009 KoneAgria 2009
- Kalmari, J. 2006. Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus suomalaisella sikatilalla. Helsingin Yliopisto. Taloustieteen laitos. Pro gradu tutkielma.
- Kaparaju, P. 2003: Enhancing methane production in a farm-scale biogas production system. Jyväskylä studies in biological and environmental science 124. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- Karttunen, J., Peltonen, M. & Pentti, S. 2004. Säilörehun korjuuketjun suunnittelu – rehuketjun kustannukset ja pullonkaulojen minimointi. Työteho-seuran maataloustiedote 5/2004.

- Klemola, E., Karttunen, J., Kaila, E., Laaksonen, K. & Kirkkari, A-M. 2002. Lohkon koon ja muodon taloudelliset vaikutukset. Työtehoseuran julkaisuja 386. ISBN 951-788-351-X.
- Klinger, B. 1999. Environmental aspects of biogas technology. German Biogas Association. www.ad-nett.com 15.4.2000.
- Kuoppala, J. 2009. Alajärven maaseututoimi. Puhelinhaastattelu 15.03.2009.
- Laine, A. 1995. Säilörehun korjuukapasiteetin taloudellinen mitoitus. Työtehoseuran maataloustiedote 8/1995. ISBN 0782-6788. Karprint, Huhmari 1995.
- Laine, A. 2009. Hyöty irti viljelyn monipuolistamisesta. MTT:n seminaari 6.2.2009.
- Lampinen, A. & Laakkonen, A. 2010. Kunnat liikennebiokaasun tuottajina ja käyttäjinä. Suomen biokaasuyhdistys ry. Painokanava Oy 2010.
- Latvala, M. 2009. Biokaasuntuotanto suomalaisessa ympäristössä. Suomen Ympäristö 24, 4-51.
- Lehtomäki, A. 2006. Biogas Production from Energy Crops and Crop Residues. University of Jyväskylä. Biological and Environmental Science.
- Lehtomäki, A. 2006. Biokaasuteknologia maataloudessa – raaka-aineet ja mahdollisuudet tuotantoon. Bioenergia, nro 3, 26-27.
- Lehtomäki, A., Lampinen, A. & Rintala, J. 2003. Peltobiomassoista puhdasta kotimaista kaasua. Kemia 30(8), 34-35.
- Lehtomäki, A., Paavola, T., Luostarinen, S. & Rintala, J. 2007. Biokaasusta energiaa maatalouteen, raaka-aineet, teknologiat ja lopputuotteet. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 85.
- Liikennebiokaasu. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshanke. [WWW-dokumentti]. [viitattu 14.02.2010]. saatavissa <http://www.liikennebiokaasu.fi/ukk.htm>.
- Luostarinen, S. 2009. Koulutuspäivä biokaasulaitosten toiminnasta ja lannoitevalmistelainsäädännöstä. Luentomoniste 16.9.2009. Saatavissa: http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto_ja_rehut/lannoitteet/biokaasukoulutus/esitykset_4.pdf.
- Maa- ja Metsätalousministeriö. 2007. Bioenergia Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelmassa 2007-2013. Muistio 31.5.2007.
- Maatilan Pellervo 8/2006. [WWW-dokumentti]. [viitattu 12.02.2010]. Saatavissa: http://www.pellervo.fi/maatila/mp8_06/nurmikylyvo.htm

- Mela tilastot-Kuntatilastot. 2009.[WWW-dokumentti].[viitattu 12.03.2010].Saatavissa: <http://www.mela.fi>
- Metener Oy.2006. Ympäristö- ja energiateknologiaa. Biokaasulaitoksen esisuunnitelma alumiinitehtaan nestekaasu- ja sähköenergian korvaamiseksi biokaasulla.
- Mutanen, T., Alasuutari, S. & Karttunen, J. 2007. Korjuualan optimointi ajettavaa tarkkuussilppuria käytettäessä. TTS tutkimuksen tiedote luonnonvara-ala: maatalous 5/2007 (599).
- MäkeläAlu Oy. Ei päivystä.[WWW-dokumentti]. [viitattu 12.12.2008]. Saatavissa <http://www.makelaalu.fi/fi/lahi.h>.
- Paavola, T.& Rintala, J. 2008.Biokaasuprosessin materiaalivirtojen hyödyntämismahdollisuudet. MTT. Biokaasusta liiketoimintaa - mahdollisuudet ja reunaehdot.03.12.2008 luentosarja.
- Palmroth, A. & Kalmari, E. 2005. Biojätteiden ja peltobiomassojen arvon lisäys Äänekosken seutukunnan biokaasuliiketoimintakonsepti. Kehittämishanke 2005. Saatavissa:<http://www.attek.fi/materiaali/Biokaasu.pdf>.
- Palva, R., Alasuutari,S. & Harmoinen, T. 2009. Lannan käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 128. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2009.
- Peura, P., Pakkanen, M., Järvinen, T. & Kitinoja, A. 2009. Biomode liiketoimintasuunnitelma – Biokaasun liikennekäyttö Vaasan seudulla. Palvelututkimus no 6/2009. Saatavissa: <http://www.vei.fi>.
- Saastamoinen, M. 1999. Hyvää heinää talveksi: sopimus tuottajan kanssa takaa hyvän heinän saannin. Hevosurheilu 9.7.1999.
- Tervahartiala, H. 2007. Maatilan biokaasulaitoksen kannattavuus. Jyväskylän Yliopisto. Taloustieteiden tiedekunta.
- Tuomisto, H. 2005. Biokaasun ja peltoenergian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset. MMM selvityksiä 2005. [www-dokumentti]. Saatavissa: http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2006/trm2006_1.pdf.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2009. Tiedotteet energia. 29.09.2009. [www-dokumentti]. Saatavissa: http://www.tem.fi/?s=2471&89519_m=96778.
- Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. [www-dokumentti]. Saatavissa: http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf s. 13-14.
- Welcher Energiepflanzen – Mix für hohe Gaserträge? 2007. Top Agrar 4/2007. Münster.

LIITE 1. Biokaasulaitoksen mitoitukselaskelma raaka-aineiden käyttömäärien mukaan

Energialaskelma

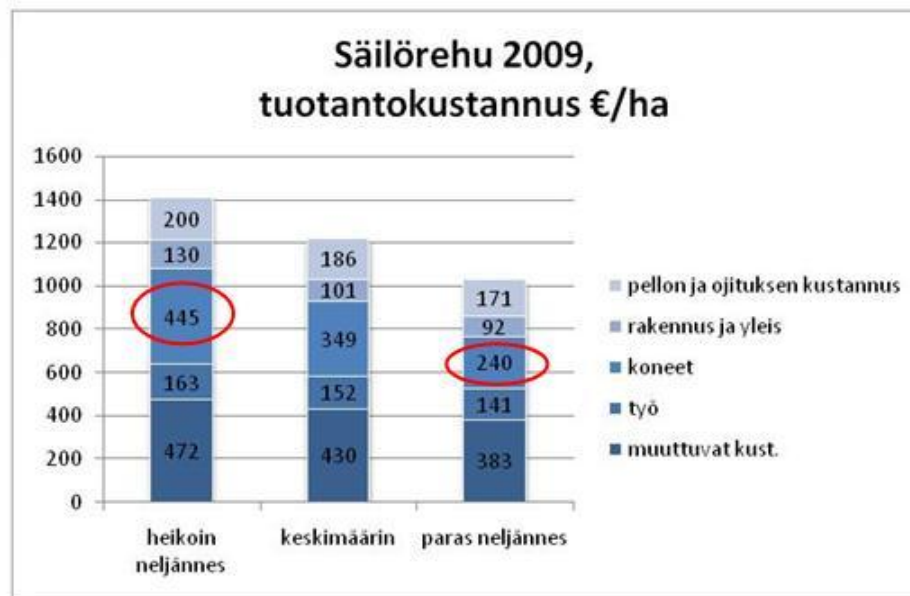
MetaEnergia Oy

Biohajoavat massat		Kiintoainepitoisuus	VS (Volatile Solids)
Lietemäärä	10000 m ³ /a		7 %
Muu jäte	m ³ /a		0 %
Peltobiomassa	1200 ha		
Kuiva-ainetta	TS	8 %	
josta biohajoavaa	VS	90 %	=====> VS _{tot} 7,20 %
Biokaasun saanti			
Muu jäte	0 Nm ³ /kgVS	(teurasjätteet 0,35-1,14)	
Liete	0,3 Nm ³ /kgVS	(0,2-0,6 nauta; 0,3-0,9 sika)	
Kasvit	2500 Nm ³ CH ₄ /ha	(kts. taulukko)	
Kuiva-aine määrät			
Liete	700000 kg =>	210000 Nm ³	
Muu jäte	0 kg =>	0 Nm ³	
Peltobiomassa		3000000 Nm ³	
YHT:	700000 kg =>	3210000 Nm³	
Metaanin energiasisältö		9,9 kWh/Nm ³ (puhdas)	
Biokaasun tyypillinen metaanipitoisuus		60 % metaania	
Energiasisältö	19067,4 MWh =>	19067400 kWh	
PÖ:n hinta	0,7 €/l	1906740,00 litraa PÖ	
Tulev.liett.lämpötila	15 °C	Biomassan sisältämän nettoenergian hinta muutettuna polttoöljyksi	
Omakulutus	1,83 %		
Nettoenergia	18718573,75 kWh	1 310 300,16 €	
Tulev.liett.lämmitys	320069,44 kWh	Jatkuva lämpöteho ulos laitokselta	
Lämpövuoto seinän läpi	15777,42 kWh	2136,82 kW	
Lämpövuoto katon läpi	12979,39 kWh	Kok.teho generaattorikäytössä	
Omakulutus	348826,25 kWh	2176,64 kW josta	
Kaasun tuotto	366,44 m ³ /h	1451,10 kW lämpötehoa	
		725,55 kW sähkötehoa	
Uuden biomassan lämmitykseen kuluva energia kokonaisenergiasta		=>	1,68 %
Biomassan lämpinäpitoon kuluva energia kokonaisenergiasta		=>	0,15 %
Säiliön laskennallinen koko			
Jätettä /pv	27,40 m ³ /d		
Viipymä	25 d	Kaasuvar.korkeus	5 m
Tankki	684,93 m ³	Kaasutilan koko	604,76 m ³
Korkeus h	4 m	Sisähalkaisija d	17,05 m
Prosessikorkeus H	3 m	Ulkohalkaisija D	17,55 m
Seinämän paksuus	250 mm	Pohjan ala	241,90 m ²
Pohjan paksuus	250 mm	Ulkoseinän ala	220,54 m ²
		Ulkokehä	55,13 m

LIITE 2. Säilörehun tuotantokustannus 2009



Erot tuotannon kokonaiskustannuksissa n. 400 €/ha



Lähde: ProAgrian Lohkotietopankki 2009

1. Viljelijän ikä?20- 30 v 30-40 v 40-50v 50-60v yli 65 v **2. Koulutus?**peruskoulu ammattillinen tutkinto Opisto/AMK-alan koulutus yliopistokoulutus Yllä valitsemani koulutus on maatalousalalta Ei ole maatalousalalta **3. Tilan sijaintikunta?**Alajärvi Vimpeli **4. Kylän nimi?**

5. Tilan etäisyys Mäkelä Alu Oy:lle?0- 5 km 5-10 km 10-15 km 15-20 km 20- 25 km 25- 30 km yli 30 km **6. Tilan peltopinta-ala (oma ja vuokrapelto) on _____ ha?**

7. Nykyinen tuotantosuunta?

2 (5)

- Kasvitila

Vilja Yht _____ ha

peruna Yht _____ ha

muu kasvi Yht _____ ha

mikä _____

- Lypsykarja lkm _____

- Sikatalous lkm _____

- Lihakarja lkm _____

- Jokin muu lkm _____

mikä _____

8. Montako vuotta todennäköisesti jatkat nykyistä tuotantosuuntaa?

0-5 v

5-10 v

yli 10 v

9. Onko suunnitelmissasi investoida merkittävästi (laajentaa vähintään 30 % nykytasosta) päätuotantosuunnan kehittämiseen?

0-3 v kuluessa

3-6v kuluessa

6-10 v kuluessa

ei ole suunnitelmissa

10. Säilörehun tai muun vihermassan hinnoittelu perustuessa siitä biokaasureaktorissa saatavan kaasun määrään. Kiinnostaisiko sinua vihermassan tuottaminen biokaasulaitokselle, mikäli tuotto (sato + tuet - viljelykulut) olisi suhteessa rehuviljan katetuottoon?

-15 % -10 % -5 % sama + 5 % +10 % +15%

11. Minkä arvoiseksi lasket vihermassan tuottamisesta saatavat muut hyödyt: mm. palautettavan lannan laadun paraneminen, ns. kesannon ottaminen viljelykäyttöön, peltojen vuoroviljely nurmella tai uudet viljelytavat (vihantavilja).

0 €/ha 0-10 €/ha 11-20 €/ha 21-30 €/ha 31-40 €/ha 41-50 €/ha yli 50 €/ha

12. Olisitko valmis luovuttamaan lietelantaa biokaasulaitokselle?

korvauksetta

1-5 € / m³

5-10€ / m³

yli 10€/ m³

13. Olisitko halukas tuottamaan biokaasulaitokselle?

Lietelantaa _____ m³/vuodessa

Heinänurmea tms. vihermassaa _____ ha/vuodessa

En olisi halukas tuottamaan raaka-aineita laitokselle

14. Ottaisitko vastaan reaktorilta palautuvaa lietettä pelloille suhteessa tilalta luovutettavan biomassan tai lietelannan määrään?

saman verran

enemmän

vähemmän

15. Biomassan tuottamisesta laitokselle?

- Viljelin itse säilörehua yms. sekä korjaisin ja varastoisin sadon
- Viljelin itse ja urakoitsija hoitaisi korjuun
- Teettäisin kaiken urakoitsijalla säilörehun yms. perustamisesta korjuuseen
- Olisin valmis itse urakoimaan myös muille sopimustuottajille

16. Mitä parempaa vihermassa on sulavuudeltaan, sitä enemmän massa tuottaa laitoksessa metaania. Paljonko olisitko valmis panostamaan vihermassan (säilörehun) laatuun ja määrään / hehtaari nurmikierron aikana (3-4 vuotta)? (pellon kuntoon, perustaminen, kalkitus, ojitus, tiet yms.)

- 0 €/ha
- 1-100 €/ha
- 101-200 €/ha
- 201-300 €/ha
- yli 300 €/ha

17. Olisitko valmis tekemään tuotantosopimuksia säilörehun yms. vihermassan tuottamisesta?

- 1-3 vuodeksi
- 3- 6 vuodeksi
- 6-10 vuodeksi

18. Pitäisikö rehumassan tuottamisesta tehtävä sopimus perustua?

- öljyn hintaan
- nestekaasun hintaan

viljan hintaan

johonkin muuhun mihin _____

19. Olisitko valmis osallistumaan tuleviin koulutuksiin raaka-aineen saatavuuden ja laadun kehittämisen varmistamiseksi?

Kyllä

Ei

Mitä lisätietoa tarvitset ryhtymisestä biokaasulaitoksen raaka-aineiden tuottajaksi?

Muuta asiaan liittyvää

KIITOS VASTAUKSISTA!!

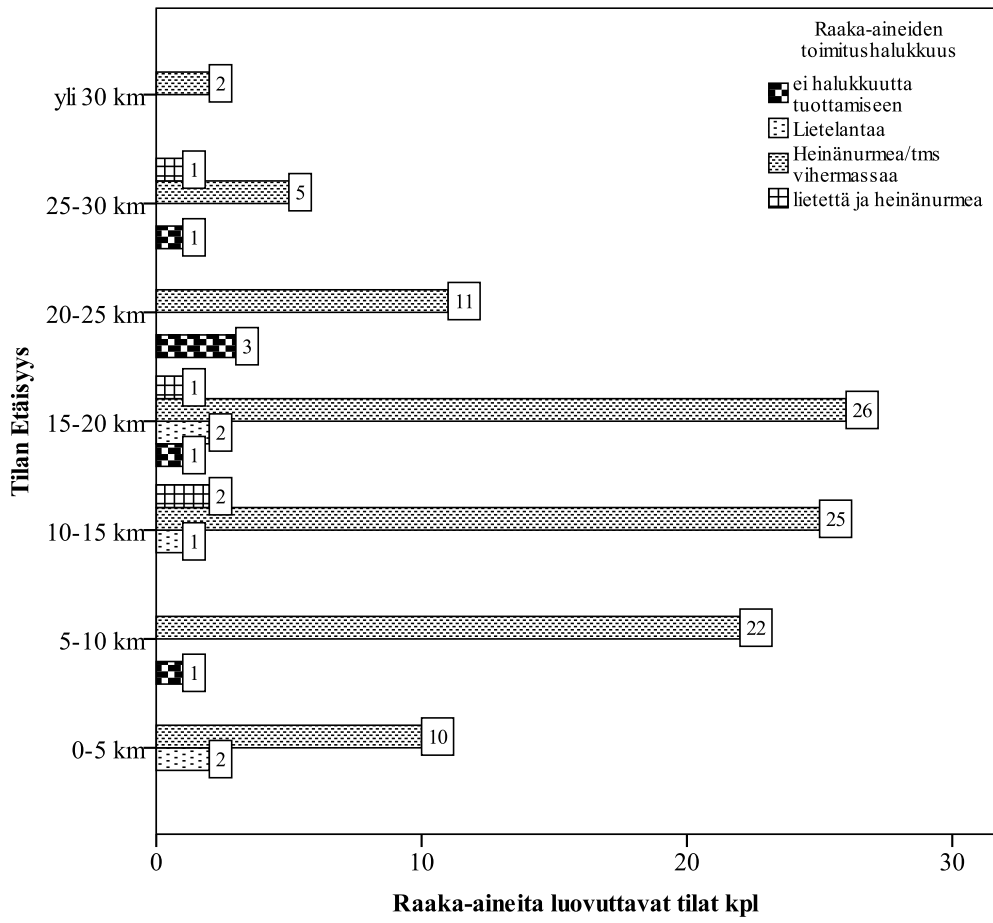
Perustietoa biokaasusta internetosoitteessa [http:// www.biokaasufoorumi.fi](http://www.biokaasufoorumi.fi)

Kylän nimi * Heinänurmen määrä Crosstabulation

Count		Heinäurmen määrä					Total
		0-10 ha	10-20 ha	20-30 ha	30-40 ha	40-50 ha	
Kylän nimi	Alajärvi	2	6	0	0	0	8
	Vimpeli	1	2	1	1	1	6
	Pyhälähti	0	1	0	0	0	1
	Pokela	1	0	0	0	1	2
	Hietoja	1	1	0	0	0	2
	Koskela	0	2	0	0	0	2
	Teerineva	0	2	1	0	0	3
	Paalijärvi	2	1	1	0	0	4
	Rantakylä	1	1	0	0	0	2
	Möksy	0	1	0	0	0	1
	Menkijärvi	0	3	1	0	0	4
	Koskenvarsi	1	4	0	0	1	6
	Myllykangas	1	0	0	0	0	1
	Hoisko	0	2	1	0	0	3
	Ilola	1	0	0	0	0	1

Uusikylä	0	1	0	2	0	3
Kaartunen	2	1	0	0	0	3
Sääksjärvi	0	1	0	0	3	4
Alakylä	1	0	0	0	0	1
Luoma-aho	2	0	0	2	0	4
Haukkala	2	0	0	0	0	2
Kurejoki	6	7	2	0	2	17
Saukonkylä	0	2	0	0	0	2
Levijoki	1	2	0	0	0	3
Lakaniemi	1	1	0	0	0	2
Isoniemi	1	0	0	0	0	1
Pekkola	1	0	0	0	0	1
Kortekylä	2	0	1	0	0	3
Total	30	41	8	5	8	92

LIITE 5. Raaka-aineiden toimitushalukkuus suhteessa toimitusetäisyyteen



LIITE 6. Nykyisen tuotantosuunnan jatkoaika suhteessa raaka-aineiden toimitushalukkuuteen ja tuotantosuuntaan

Nykyisen tuotantosuunnan jatko-aika * Raaka-aineiden toimitushalukkuus * Tuotantosuunta

Tuotantosuunta			Raaka-aineiden toimitushalukkuus				Total
			ei halukkuutta tuottamiseen	Lietelantaa	Heinänurmea/tms vihermassaa	lietettä ja heinänurmea	
vilja	Nykyisen	0-5 v	1		17	0	18
	tuotantosuunnan jatko-	5-10 v	0		14	1	15
	aika	yli 10 v	1		24	0	25
	Total		2		55	1	58
peruna	Nykyisen	0-5 v	0		2		2
	tuotantosuunnan jatko-	yli 10 v	1		2		3
	Total		1		4		5
muu kasvi	Nykyisen	0-5 v			7		7
	tuotantosuunnan jatko-	5-10 v			5		5
	aika	yli 10 v			5		5
	Total				17		17
lypsykarja	Nykyisen	0-5 v	0	0	5		5
	tuotantosuunnan jatko-	5-10 v	0	1	4		5
	aika	yli 10 v	1	2	2		5
	Total		1	3	11		15
sikatalous	Nykyisen	0-5 v	1	1	1	0	3
	tuotantosuunnan jatko-	5-10 v	0	0	1	0	1
	aika	yli 10 v	0	0	1	2	3
	Total		1	1	3	2	7
lihakarja	Nykyisen	0-5 v	0	0	2	0	2
	tuotantosuunnan jatko-	5-10 v	0	1	1	0	2
	aika	yli 10 v	1	0	2	1	4
	Total		1	1	5	1	8
muu kotieläintalous	Nykyisen	yli 10 v			3		3
	tuotantosuunnan jatko-						
Total				3		3	