



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 35/2015

Maatalouden energia- ja ilmasto- politiikan suuntia vuoteen 2030

Hillintäkeinojen analyysi tilatason vaikutuksista ja keinojen
hyväksyttävyydestä

Pasi Rikkinen (toim.)

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 35/2015

Maatalouden energia- ja ilmasto- politiikan suuntia vuoteen 2030

Hillintäkeinojen analyysi tilatason vaikutuksista ja keinojen
hyväksyttävyydestä

Pasi Rikkinen (toim.)

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2015



ISBN: 978-952-326-080-1 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-044-3 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN: 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-044-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Rikonen Pasi (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2015

Julkaisuvuosi: 2015

Kannen kuva: Auvo Sairanen

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin maatalouden päästövähennyskeinoja, niiden potentiaalia, käyttöönoton kustannuksia sekä hyväksyttävyyttä tilatasolla ja yhteiskunnassa kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteiden saavuttamisessa. Tarkastellut keinot auttavat kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteiden saavuttamisessa, mutta ne ovat vaikutuksiltaan (mm. kustannuksiltaan, hyväksyttävyydeltään, päästövähennyksiltään, käyttöönoton helppoudeltaan) eritasoisia. Tilatason analyysissä tarkasteltiin 1) rypsin lisäämistä öljyineen ruokintaan metaanin vähentämiseksi, 2) rehuviljan kuivauksen vaihtoehtoja, 3) liharotusiemennysten lisäämistä sekä 4) eloperäisten maiden nurmiviljelyn vaihtoehtoja. Lisäksi tarkasteltiin kahden biokaasuinvestointiratkaisun kannattavuutta ja päästövähennyspotentiaalia. Laajempaa 20 hillintäkeinoon kokonaisuutta arvioitiin asiantuntija-menetelmällä.

Asiantuntija-arvioinnissa tärkeimpinä vähennyskeinoina nähtiin 1) lannankäsittely ilman lisäpeltoa, 2) biokaasutus, 3) talviaikainen kasvipeitteisyys, 4) typpilannoituksen tarkentaminen sekä 5) täsmäviljely. Vastajat kokivat, että tämänhetkisen lannankäsittelytekniikka ei ole riittävää ja sen kehittämiseen toivottiin yhteiskunnalta lisää rahoitusta. Teknologisen ratkaisun tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta käyttöönotto olisi laajaa. Biokaasutuksen nähtiin olevan tärkeä ravinteiden kierrätyksessä ja synerginen keino tuottaa samalla energiaa sekä parantaa lannan ja kasvijätteen laatua lannoitteena. Biokaasutuksen jarruna nähtiin olevan investointikustannukset ja työmäärän. Suuremman luokan biokaasulaitokset nähtiin potentiaalisimpina vaihtoehtoina.

Asiantuntija-arvioinnissa tarkasteltiin myös maatalouden energiatalouden muutosta. Toivottavimpia maatilojen energiaomavaraisuutta lisääviä energialähteitä tulevaisuudessa olivat polttopuu (ml. hake), biokaasu ja aurinkoenergia, kun todennäköisimmiksi energianlähteiksi lukeutuivat polttopuu (ml. hake), bulkkisähkö ja lämpöpumput. Asiantuntijat näkivät, että uusia maatarakennuksia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon uusiutuvan energian hyödyntämismahdollisuudet. Maatilat voivat myös tehdä energialla liiketoimintaa. Toivottavimmat maatilojen energialiiketoiminnan energianlähteet olivat polttopuu (ml. hake), biokaasu ja aurinkosähkö, kun todennäköisimmiksi energianlähteiksi arvioitiin polttopuu (ml. hake), biokaasu ja muu poltettava biomassa. Asiantuntijat näkivät, että uusiutuvan energian pientuotannolla tulisi olla helppo liittyä energiaverkkoihin. Samalla maatalous-, aluekehitys- ja energiapolitiikan tulisi yhdessä luoda edellytyksiä kokeiluille ja innovaatioille. Yleisesti toivottiin, ettei toimintaa rakenneta tukien varaan.

Tässä tutkimuksessa tilatason mallinnuksella tarkasteltujen keinojen vähennykset kohdistuvat päästökaupan ulkopuoliselle sektorille. Osana päästökaupan ulkopuolista sektoria maatalouden kokonaispäästöille on kansallisessa strategiassa asetettu -13%, joka tarkoittaa uusimman inventaarin mukaan laskettuna 850 tuhatta tonnia CO₂-ekv. vähennystä. Tutkimuksessa tarkasteltujen viiden keinon laskennallinen kokonaisvähennys olisi 412 tuhatta tonnia CO₂-ekv., joka tarkoittaa 6,3 % vähennystä vuoden 2005 tasosta maataloussektorilla. Kaikki hankkeessa tarkastellut keinot eivät ole mahdollisia toteuttaa tai ainakin niiden toteuttamista tulee tutkia tarkemmin. Esimerkiksi lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnalla on kustannuksiltaan maitotiloille kallis siitä saavutettuun päästövähennykseen verrattuna, eikä sen nähty asiantuntija-arvioinnissa olevan eläinten hyvinvointia parantava keino. Myöskään monivuotisten kasvien viljely ei ole kaikille tiloille mahdollista, sillä sadon käytölle ei välttämättä ole tilalle itse tarvetta saati tilan ulkopuolista kysyntää. Samalla yksivuotisten kasvien viljely vähenee. Maataloudessa toteutettavien keinojen kustannusten ei tulisi olla korkeampia kuin niiden vähentämiskeinojen kustannukset, joita toteutetaan energia- ja liikennesektorilla, teollisissa prosesseissa sekä jätteiden käsittelyssä. Edellä mainittu huomioon ottaen hankkeessa tarkastelluista keinoista 108 250 tonnia CO₂-ekv. päästövähennyksiä on saavutettavissa kustannustehokkaasti kahdella keinolla. Jotta lisävähennyksiä saataisiin aikaan, vaatii se lisäinvestointeja uuteen päästöjä vähentävään teknologiaan (mm. biokaasulaitoksiin, viljan kuivausratkaisuihin ja lannankäsittelyyn).

Asiasanat: Delfoi-menetelmä, ilmasto- ja energiapolitiikka, kasvihuonekaasupäästöt, maatalous, ohjauskeinot, tilatason mallinnus

Abstract

This study examines the impacts of current climate and energy policy objectives on agriculture and agricultural policy, as well as their effects on operating conditions for agriculture. The aim is to 1) evaluate through chosen mitigation measures, what kind of operational changes and costs the mitigation would result in farms, in particular at areas with large greenhouse gas emission reduction potential (such as C1 and C2 areas in Finland); 2) to analyze the profitability and emission reduction potential of two biogas solutions; and 3) to provide an overall evaluation of the possible mitigation measures with expert judgements.

At the farm level analysis, specific models were developed to evaluate the effects of different mitigation measures for reducing greenhouse gas emissions. The measures were 1) dietary changes of ruminants by increasing rapeseed oil in diets; 2) requiring or promoting perennial grass cultivation on field with organic soils; 3) storing feed grains without drying; 4) promoting use of selective inseminations to increase the share of cross breed inseminations for meat production and 5) increasing biogas production. Expert judgements are used to evaluate the overall acceptability of 20 mitigation measures to reduce emissions from agriculture.

According to the expert evaluation results the five most important measures overall were: 1) manure handling without extra field, 2) biogas production, 3) wintertime vegetation, 4) focused nitrogen fertilization and 5) precision farming. The experts considered that the current technological solutions are not yet sufficient in manure handling and to develop them, investment aids are wished for from the society. They called for simple solutions in order to introduce new technology fast and wide. Biogas production was considered as a synergistic measure. It is considered as a concrete solution for nutrient cycle as well as increase the self-sufficiency in energy use. Investment costs and the amount of work to start the biogas production were seen as a bottleneck. Bigger sizes of biogas plants, especially farm clusters, were considered most potential.

The future energy system in agriculture until 2030 was also evaluated during the expert rounds. The wood (incl. woodchips), biogas and solar energy were the most desired energy sources in farm level. In a probable future view the wood held its position, but the bulk electricity and heat pumps came instead of biogas and solar energy. The expert considered that in the construction phase of new production buildings, the possibilities to install renewable energy technology should be taken into account. Farms can also sell energy and in energy business the wood (incl. woodchips), biogas and solar energy were seen as most desired forms to sell. In a probable future solar power was replaced by other burned biomass. Easy connection to grid was seen important to increase the energy production in farms. Also the generation of experiments and demonstrate innovations through i.e. public policy support was considered important. A general wish was that the energy production of farms would not depend on subsidies, but could form a profitable additional income in agriculture.

All the specific policy measures examined in this paper would contribute to emissions abatement under sectors not included in the EU Emissions Trading System (non-EU-ETS). By 2020, Finland is given an emission reduction target of 16% from the non-EU-ETS sectors compared with 2005 levels. The national goal for agriculture is set to 13%. The total calculatory emissions reduction from the five specific measures in this study would be 412 thousand tonnes of CO₂ equivalents, which accounts for 6,3% reduction from the 2005 level in agricultural sector. It has to be noted that the cost in reducing greenhouse gas emissions in the agricultural sector should not be much higher than the cost for reducing emissions in the other sectors: energy, transport, industrial processes, and waste. As a result of the evaluated measures, only emissions reduction of 108 250 tonnes of CO₂ equivalents can be achieved in a cost efficient way out of two potential measures. To increase emissions reduction requires investments to new technology.

Key words: Agriculture, Climate and energy policy, Delphi method, Greenhouse gas mitigation, farm level modelling, policy measures

Esipuhe

EU on määritellyt taakanjakopäätöksessään tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksille lähitulevaisuudessa. EU:n ilmastotavoitteita tarkennettiin lokakuussa 2014 siten, että jatkossa keskitytään yhteen päätavoitteeseen: kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Komission ilmasto- ja energiapolitiikan puitteita vuosille 2020-2030 koskevan tiedonannon mukaan EU-tason tavoite jakaantuu EU:n päästökauppajärjestelmän ja päästökaupan ulkopuolisten alojen välillä siten, että päästökauppasektorin vähennystavoite on -43% ja päästökaupan ulkopuolisen sektorin tavoite -30% vuoden 2005 tasosta. Tavoitteen taustalla on oletus, että globaali, sitova ilmastopöytäkirja saadaan aikaiseksi.

Maatalous kuuluu päästökaupan ulkopuolisiin sektoreihin, joille EU on asettanut -16% vähennystavoitteen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020. Kansallisesti maatalouteen on asetettu -13% vähennystavoite. Päästövähennyskeinoja on viime vuosien aikana tarkasteltu niiden luonnontieteellisen potentiaalinnäkökulmasta, mutta keinojen kustannusvaikuttavuutta tai niiden toteuttamisen hyväksyttävyyttä tilatasolla tai yhteiskunnassa ei ole juurikaan tutkittu. Tätä taustaa vasten käynnistyi ”Ilmasto- ja energiapolitiikan tulevaisuuden vaihtoehdot ja vaikutukset maatalouteen (ILVAMAP)” – hanke, jossa selvitettiin ennalta määriteltyjen päästövähennyskeinojen toteutettavuutta niiden aiheuttamien toiminnallisten muutosten, kustannusten sekä hyväksyttävyyden näkökulmasta. Päästövähennyskeinojen tilatasotarkastelut päästövähennyksen kustannusvaikutustarkasteluineen yhdistettynä laajempaan keinojen toteutettavuuden asiantuntija-arviointiin antaa tuloksena tietoa erilaisten päästövähennyskeinojen tuomista kustannuksista, hyödyistä sekä niiden toteutettavuudesta kasvihuonekaasuvähennystavoitteiden saavuttamisessa.

Tutkimushanke käynnistyi vuonna 2012 silloisen MTT:n ja Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen yhteishankkeena. Hanketta toteutettiin vuoden 2014 loppuun Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) ja 1.1.2015 tapahtuneen tutkimuslaitosten fuusion jälkeen Luonnonvarakeskuksessa (Luke). Hanke sai rahoituksen maa- ja metsätalousministeriön maatilatalouden kehittämisrahastosta (MAKERA). Tutkimusryhmä kiittää hankkeen rahoittajaa ja ohjausryhmää Hanna Mattilan johdolla hyvästä yhteistyöstä sekä isoa joukkoa asiantuntijoita, jotka antoivat aikaansa hankkeen Delfoi-menetelmällä toteutetussa kysely- ja haastatteluosiossa sekä tilatason hillintäkeinojen tarkasteluissa.

Erikoistutkija Pasi Rikkinen, KTT
hankkeen vastuullinen johtaja

Luonnonvarakeskus (Luke)
Talous ja yhteiskunta yksikkö

Sisällys

Abstract	4
1. Johdanto	9
1.1. Tutkimuksen tavoitteet.....	10
1.2. Tarkasteltavien hillintäkeinojen kokonaisuus.....	10
2. Toiminnalliset muutokset eloperäisillä mailla	12
2.1. Koko maan taso	12
2.2. Eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden vaikutus eläintuotannon tuotantosuunnille.....	14
2.2.1. Johtopäätökset	18
3. Eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden vaikutus viljanviljelyyn ja muun kasvintuotannon tuotantosuunnilla	21
4. Maatilojen energiankäytön vähentäminen	24
4.1. Rehuviljan käsittelyn vaihtoehdot energiankäytön vähentämiseksi	25
4.1.1. Aineisto ja menetelmät	25
4.1.2. Tulokset	27
4.1.3. Johtopäätökset	29
5. Tuottavuuden parantaminen kotieläinsektorilla	31
5.1. Naudanlihantuotannon tehostaminen uusilla teknologioilla	32
5.1.1. Aineisto ja menetelmät	33
5.1.2. Tulokset	36
5.1.3. Johtopäätökset	39
6. Nautojen ruokinnan muutokset	41
6.1. Lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnan avulla.....	41
7. Biokaasulaitos osana maatalan toimintoja - kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys	45
7.1. Johdanto	45
7.2. Tilakohtainen biokaasulaitos	46
7.2.1. Syötteet ja tuotteet	46
7.2.2. Laitoskuvaus	47
7.2.3. Biokaasun hyödyntäminen	48
7.2.4. Tilan energiankulutus	48
7.3. Investoinnin kannattavuus.....	50
7.3.1. Muuttuvat kustannukset	50
7.3.2. Kiinteät kustannukset	51
7.3.3. Kannattavuus	52
7.4. Päästövähennykset	53
7.5. Johtopäätökset	55

8. Hillintäkeinojen asiantuntija-arviointi	57
8.1. Asiantuntija-arvioinnin tavoitteet ja toteutus	57
8.2. Kaksikierroksisen Delfoi toteutus ja asiantuntijapaneeli.....	58
8.3. Kolmen tulevaisuusskenaarion arviointi maataloudesta.....	59
8.3.1. Perusura–skenaario	61
8.3.2. Perusura–skenaarion vahvuudet.....	61
8.3.3. Perusura–skenaarion heikkoudet.....	62
8.3.4. Perusura–skenaarion mahdollisuudet.....	62
8.3.5. Perusura–skenaarion uhat.....	62
8.3.6. Tiukka hillintä–skenaario	63
8.3.7. Tiukka hillintä–skenaarion vahvuudet.....	64
8.3.8. Tiukka hillintä–skenaarion heikkoudet.....	64
8.3.9. Tiukka hillintä–skenaarion mahdollisuudet.....	64
8.3.10. Tiukka hillintä–skenaarion uhat.....	65
8.3.11. Energia ruuan ohelle–skenaario	66
8.3.12. Energia ruuan ohelle–skenaarion vahvuudet.....	66
8.3.13. Energia ruuan ohelle–skenaarion heikkoudet.....	67
8.3.14. Energia ruuan ohelle–skenaarion mahdollisuudet.....	67
8.3.15. Energia ruuan ohelle–skenaarion uhat.....	67
8.4. Ohjauskeinojen asiantuntija-arviointi.....	68
8.5. Ensimmäisen kierroksen tulokset – ohjauskeinot tärkeysjärjestyksessä.....	68
8.5.1. Top–7 ohjauskeinojen tarkempi tarkastelu.....	70
8.6. Toinen Delfoi-kierros	74
8.6.1. Ohjauskeinojen uudelleenarviointi.....	74
9. Maatalouden energiatalouden asiantuntija-arviointi	83
9.1. Energialähteiden tärkeys maataloilla tulevaisuudessa.....	83
9.1.1. Maatilojen itsensä käyttämän energia tulevaisuudessa.....	84
9.1.2. Maatilojen energialiiketoiminta tulevaisuudessa.....	88
9.2. Toisen kierroksen uudelleenarviointi	90
9.2.1. Maatilojen itsensä käyttämä energia tulevaisuudessa.....	90
9.2.2. Maatilojen energialiiketoiminta tulevaisuudessa.....	92
Viitteet	94
10. Hankkeen yhteenveto.....	95

Kirjoittajien tiedot

Kässi, Pellervo, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus
Lehtonen, Heikki, professori, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus

Luostarinen, Sari, erikoistutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous

Lötjönen, Timo, vanhempi tutkija, Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto - Tuotantojärjestelmät

Niskanen, Olli, Luke, Talous ja yhteiskunta – Luonnonvarayritysten talous

Purola, Tuomo, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus

Pyykkönen, Ville, tutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous

Regina, Kristiina, professori, Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto - Tuotannon ympäristövaikutukset,

Rikkonen, Pasi, erikoistutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus

Rintamäki, Heidi, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus

Ruotsalainen, Juho, projektitutkija, Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Tapio, Petri, professori, Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus

Winqvist, Erika, tutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous

Xing, Liu, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus

Toimitus: Pasi Rikkonen

1. Johdanto

EU on määritellyt taakanjakopäätöksessään tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksille lähitulevaisuudessa. EU:n ilmastotavoitteita tarkennettiin lokakuussa 2014, niin että jatkossa keskitytään yhteen päätavoitteeseen: kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Komission ilmasto- ja energiapolitiikan puitteita vuosille 2020-2030 koskevan tiedonannon mukaan EU-tason tavoite jakaantuu EU:n päästökauppajärjestelmän ja päästökaupan ulkopuolisten alojen välillä siten, että päästökauppasektorin vähennystavoite on -43% ja päästökaupan ulkopuolisen sektorin tavoite -30% vuoden 2005 tasosta (TEM 2014). Tavoitteen taustalla on oletus, että globaali, sitova ilmastopöytäkirja saadaan aikaan.

Maatalous kuuluu päästökaupan ulkopuolisiin sektoreihin, joille EU on asettanut -16% vähennystavoitteen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 ja kansallisesti maataloudelle on asetettu -13% vähennystavoite. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian tavoite tarkoittaa uusimman inventaarion mukaan laskettuna 850 tuhatta tonnia CO₂ ekv. (13 % 6 487 tuhannesta tonnista CO₂ ekv.). Päästövähennyskeinoja on viime vuosien aikana tarkasteltu niiden luonnontieteellisen potentiaalin näkökulmasta, mutta keinojen tilatason kustannusvaikuttavuutta tai niiden toteuttamisen hyväksyttävyyttä tilatasolla tai yhteiskunnassa ei ole juurikaan tutkittu.

Maatalouden ilmasto-ohjelmassa (MMM 2014) kahdeksan tärkeintä ruuantuotannon ja -kulutuksen ilmastomuutokseen sopeutumista lisäävää ja/tai ilmastomuutosta hillitsevää toimenpidettä ovat: 1) hiilen sitominen maaperään, 2) turvemaiden käyttöön liittyvät toimet, 3) kasvinjalostus, 4) kasvin- ja eläinterveys sekä haitallisten vieraslajien leviämisen estäminen, 5) lannankäsittely ja typpilannoituksen tarkentaminen, 6) energiatehokkuus sekä uusiutuvan energian tuotanto ja kulutus, 7) ruokahävikin vähentäminen koko ruokajärjestelmässä sekä 8) ruokavaliomuutokset kasvispainotteisempaan suuntaan. Maatalouden ilmasto-ohjelmassa esitetyistä toimista osaa edistetään jo muun muassa uudessa Maaseudun kehittämissuunnitelmassa. Osa ilmasto-ohjelman keinoista on ehdotuksia, joiden edistämisestä tarvitaan vielä lisätietoa sekä toimijoiden välistä keskustelua. Myös ohjelmassa esitettyjen keinojen synergiavaikutukset on hyvä tunnistaa. Esimerkiksi lannankäsittelyä kehittämällä voidaan lisätä maatalouden uusiutuvan energian tuotantoa.

Maataloussektorin päästöt olivat vuonna 2013 noin 6,5 Mt CO₂ ekv. (Taulukko 1), mikä on noin 10 % Suomen kokonaispäästöistä ilman maankäyttöä, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF)-sektoria (SVT 2015). Maataloussektorin suurimmat päästöt johtuvat maaperän typpioksidipäästöistä (51 %), eläinten tuottamasta metaanista (34 %) sekä lannankäsittelyn päästöistä (12 %) (SVT 2015). Maataloussektori kattaa maatalouden dityppioksiidi- (N₂O) ja metaanipäästöt (CH₄).

Taulukko 1. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt 1990-2013 (tuhatta tonnia CO₂ ekv.).

	1990	1995	2000	2005	2010	2013
Ruoansulatus (CH₄)	2580	2273	2241	2183	2222	2181
Lannan käsittely (CH₄)	387	408	430	496	494	486
Lannan käsittely (N₂O)	284	254	253	253	279	285
Maatalousmaat (N₂O)	3756	3584	3298	3341	3428	3337
Yhteensä	7630	6907	6551	6541	6671	6487

Lähde: Tilastokeskus (2015)

1.1. Tutkimuksen tavoitteet

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin ilmasto- ja energiapolitiikan asettamien tavoitteiden näkökulmasta vaihtoehtoisia, maatalouteen kohdistuvia päästövähennyskeinoja sekä niiden vaikutuksia maatalouspolitiikkaan, tilatason toiminnallisiin muutoksiin ja kustannuksiin sekä arvioidaan yleisesti maatalouden toimintaedellytyksiä seuraavan noin kahdenkymmenen vuoden aikavälillä ilmasto- ja energiapolitiikan näkökulmasta.

Tavoitteena oli arvioida, millaisia toiminnallisia muutoksia ja kustannuksia tarkasteluun valitut hillintäkeinot aiheuttavat maataloilta, erityisesti niille kasvaville maataloilta, jotka sijaitsevat tuotantosuuntiensa päätuotantoalueilla, ja alueilla, joilla ohjauskeinot voivat esim. peltojen maalajien vuoksi eniten vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöihin. Hankkeessa arvioitiin myös tarkastellun keinovalikoiman kokonaistoteutettavuutta maataloudessa asiantuntija-arvioinnin avulla. Tavoitteena oli siten luoda ja testata hillintätoimien osalta keinokokonaisuus, joiden arviointi tuo maatalouspoliittiseen keskusteluun uutta tietoa keskeisten päästövähennyskeinojen kustannuksista, haasteista ja hyödyistä. Tulosten perusteella voidaan arvioida sitä, minkälaisia synergioita tai ristiriitoja eri päästövähennyskeinot tuovat maataloilta ja toisaalta sitä, miten kiristyvät ilmasto- ja energiapolitiittiset tavoitteet vaikuttavat Suomen maatalouteen ja sille asetettuihin erilaisiin tavoitteisiin.

1.2. Tarkasteltavien hillintäkeinojen kokonaisuus

ILVAMAP-hankkeessa selvitettiin ennalta määriteltyjen keinokohtaisten tarkastelujen avulla erilaisten keinojen potentiaalia kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteiden saavuttamisessa. Tilatason analyysissä tarkasteltiin 1) nautojen ruokinnan muutosta (rypsin lisääminen öljyineen ruokintaan metaanin vähentämiseksi), 2) maatalojen energiankäytön vähentäminen (rehuviljan kuivauksen vaihtoehdot), 3) tuottavuuden parantaminen kotieläintuotannossa (liharotusiemennysten lisääminen) sekä 4) toiminnalliset muutokset eloperäisillä mailla (eloperäisten maiden nurmiviljelyn vaihtoehdot). Lisäksi tarkasteltiin kahden biokaasuinvestointiratkaisun kannattavuutta ja päästövähennyspotentiaalia, jotka ovat kokonaisuudessaan raportoitu erillisessä tutkimusraportissa (Winqvist ym. 2015) ja tässä raportissa esitetään yhteenveto tilakohtaisen biokaasuratkaisun kannattavuudesta ja päästövähennyspotentiaalista.

Tarkastelussa oli siten hyvin erilaisia keinoja, joiden vaikutukset ovat suoria tai epäsuoria. Suoraan päästöihin vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi eloperäisten maiden nurmiviljely, epäsuora keino on esimerkiksi tuottavuuden kasvu, jolloin samoilla panoksilla pystytään tuottamaan suurempi määrä tuotetta tai pienentämään panoskäyttöä saman määrän tuottamiseksi, jolloin myös päästöt yksikköä kohden pienenevät.

Hillintäkeinojen kokonaisuutta varten valmisteltiin kirjallisuuden ja ajankohtaisten tutkimusten perusteella 20 hillintäkeinon kokonaisuus, jonka arvioinnissa hyödynnettiin asiantuntija-arviointia. Asiantuntija-arviointi toteutettiin Delfoi-menetelmällä, jossa ennalta valittu asiantuntijajaneeli arvioi kysytyjä hillintäkeinoon liittyviä arviointitulottuvuuksia. Tässä tutkimuksessa arviointitulottuvuuksina olivat 1) todennäköinen kehitys, 2) toivottava kehitys, 3) yhteiskunnallinen hyväksyttävyyden keinoon käyttöönotosta, 4) hyväksyttävyyden keinoon käyttöönotosta tilatasolla, 5) keinoon käyttöönoton laajuus, 6) keinoon tehokkuus päästöjen vähentämiseksi ja 7) yksittäisen ohjauskeinon tärkeyden arviointi maatalouteen kohdistuvana hillintätoimena tulevaisuudessa. Asteikkona käytettiin seitsemän portaista Likert -asteikkoa.

Päästölaskenta on monimutkainen ja tiukasti eri raportointisektoreille rajattu järjestelmä. Päästöjen absoluuttisen määrän arvio on hieman muuttunut viime vuosien aikana mm. muuttuneiden kasvihuonekaasujen yhteismitallistamisen GWP (global warming potential) -kertoimiin, päästöjen allokointiin ja menetelmiin tehtyjen muutosten vuoksi.

Maatalouden päästöjä lasketaan paitsi maataloussektorille, myös maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous-sektorille (LULUCF) sekä energiasektorille. Energiankäyttöön liittyvät tarkastellut, kohdistuvat vaikutuksiltaan energiasektorille, josta lämmitysenergia kuuluu ei-

päästökauppasektorille. LULUCF-sektorille ei kohdistu tavoitteita eikä sieltä saavutettuja vähennyksiä lueta hyväksi päästövähennyksiä laskettaessa. Tässä raportissa esitetään kuitenkin kaikki tarkasteltujen keinojen laskennalliset hyödyt.

Keinojen kustannusvaikutukset vaihtelevat. Joissakin keinoissa, kuten edellä mainitussa orgaanisten maiden nurmipeitteisyydessä, yksiselitteisen hinnan selvittäminen on mahdotonta, koska kustannukset ovat täysin tapauskohtaisia. Tällöin selvityksessä on pyritty kirjaamaan vaikuttavat tekijät. Joissakin toimenpiteissä, kuten lypsylehmien ruokinnan muutoksessa rasvapitoisemmaksi, päästöjen vähentämisen yksikkökustannus on laskettavissa, mutta se on erittäin korkea. Tuottavuuden parantamiseen tai energiankäytön vaihtoehtoihin liittyvissä tarkasteluissa kannattavuus saattaa olla positiivinen jo itsessään, mutta päästöjen vähentämispotentiaali jää alhaiseksi.

Seuraavissa luvuissa on esitetty hankkeessa tarkasteltujen keinojen analyysit. Luvut 2-7 esittelevät hillintäkeinokohtaiset tulokset ja luvussa 8-9 esitetään 20 hillintäkeinon sekä energiatalouden muutoksen asiantuntija-arvioinnin tulokset.

Viitteet

EU Komissio. 2014. 2030 climate and energy goals for a competitive, secure and low-carbon EU economy. Saatavana: http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/documentation_en.htm Viitattu 28.4.2015

MMM. 2014. Maatalouden ilmasto-ohjelma - askeleita kohti ilmastoystävällistä ruokaa. Saatavana http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/CYI34DPvJ/Maatalouden_ilmasto_ohjelma_WEB_SIVUT.pdf Viitattu 28.4.2015

TEM. 2014. Energia- ja ilmastotiekartta 2050 Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Saatavana: http://www.tem.fi/files/42599/Energia-ja_ilmastotiekartta_2050.pdf (Viitattu 7.5.2015).

Tilastokeskus. 2015. Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa: Taulukot. Saatavana: <http://www.stat.fi/til/khki/tau.html>. Viitattu 28.4.2015.

2. Toiminnalliset muutokset eloperäisillä mailla

Olli Niskanen ja Pellervo Kässi

Maataloussektorin päästöistä noin 51 % oli maatalousmaiden viljelytoimenpiteistä aiheutuvaa dityppioksidia (SVT 2015). Suurin osa tästä aiheutuu eloperäisten maiden viljelystä. Eloperäisten maiden hiilidioksidipäästöt puolestaan raportoidaan osana maankäyttösektoria.

Tässä tarkastellut eloperäiset maat täyttävät IPCC:n määritelmän, jonka mukaan kyntökerroksen hiilipitoisuus on vähintään 12 % ja orgaanisen kerroksen paksuus vähintään 10 cm (IPCC 2013). FAO:n luokittelun mukaisista maaperäluokista mukaan on otettu Histosol- ja Umbric Gleysol-luokat.

Ojitettu eloperäinen maa on aina iso kasvihuonekaasujen lähde, koska turpeeseen kertynyt eloperäinen aines altistuu hapelliselle hajotukselle pohjaveden yläpuolisessa kerroksessa. Hajotus jatkuu niin kauan kuin turvetta tai multaa on jäljellä vedenpinnan yläpuolella. Koska turve sisältää paljon sekä hiiltä että typpeä, kuuluu hajoamistuotteisiin hiilidioksidi ja dityppioksidi. Sen sijaan metaanipäästö on olematon tai huomattavan pieni luonnontilaisiin soihin verrattuna. Näissä laskelmissa on mukana vain turpeen hajoamisen päästö, ei samalta pinta-alalta tuleva lannoituksen päästö.

Orgaanisten maiden nurmipeitteisyys toimii kasvihuonekaasujen hillintäkeinona koska maan muokkauksen väli on pidempi kuin yksivuotisilla ja kasvusto peittävämpi sekä ajallisesti että paikallisesti.

Kansallisessa kasvihuonekaasuinventaariossa maataloussektorin päästölaskennassa käytetty keskimääräinen päästökerroin on 11,7 kg N₂O-N/ha/vuosi yksivuotisilla kasveilla ja 4,0 kg N₂O-N/ha/vuosi nurmilla (Statistics Finland 2013; Monni ym. 2006). Nurmien päästökerroin perustuu suomalaisiin päästömittauksiin ja on normaalin nurmenviljelyn keskimääräinen kerroin. Se sisältää siis päästöt noin 3-4 vuoden välein tapahtuvasta uudistamisesta, eikä se edellytä jatkuvaa nurmipeitteisyyttä.

Maankäyttösektorilla raportoitavan hiilidioksidin päästökertoimet ovat 5,7 (yksivuotiset) ja 4,1 (nurmet) t C/ha/vuosi. Nämä päästöt lasketaan alla olevissa tarkasteluissa, vaikka mahdollista päästövähennyistä ei huomioida maataloussektorilta laskettaviksi päästövähennyksiksi.

Tässä tarkastelussa tutkitaan, mitä taloudellisia vaikutuksia eri tuotantosuuntien tiloille aiheutuisi, jos IPCC:n käyttämän luokittelun mukaiset eloperäiset maat siirrettäisiin nurmiviljelyyn. Tarkastelu ajoittuu yhden vuoden aineistoon (2009). Viljelypäästökset vaihtuvat vuosittain normaalin viljelykierroksen mukana ja pidemmällä aikavälillä myös markkinamuutosten myötä. Jäljempänä esitettyjen tarkastelujen tarkoitus on tuoda aineistopohjaisesti esiin, millaisista suuruusluokista eloperäisten maiden viljelyn muutoksissa puhutaan.

2.1. Koko maan taso

Lohkokohtaista, maanlaajuista rekisteriä peltojen maalajeista ei ole olemassa. Sen takia kaikki eloperäisiin maihin liittyviin tarkasteluihin liittyy epävarmuustekijöitä. Edellä mainitun määritelmän mukaisten eloperäisten maiden tarkastelu perustuu Maaseutuviraston (Mavi) hallinnoiman peltolohko-rekisteriaineiston peruskartan leikkaukseen Suomen maannostietokannalla (Lilja ym. 2006), jolloin on saatu selville turve- ja kivennäismaan pinta-ala erikseen jokaisella loholla. Samalla pellon perusloholla voi siis olla molempia maalajeja. Seuraava tarkastelussa on huomioitu lohkot, joiden vallitseva maalaji on eloperäinen, eli lohkon pinta-alasta vähintään puolet on eloperäistä.

Koko maassa lohkojen perusteella tarkasteltuna, 7 % yksivuotisista kasveista sekä 13 % monivuotisista kasveista viljeltiin lohkoilla, joista yli puolet on eloperäistä (vallitseva maalaji). Yksivuotisten kasvien osuus kaikista lohkoista, joilla eloperäisyys on vallitseva maalaji, on 41 %. Yhteensä yksivuotisia kasveja viljeltiin 93 050 eloperäiseksi luokitellulla hehtaarilla. Tärkeimmät kasvit eloperäisillä maillo olivat ohra (42 %) ja kaura (39 %). Loppuosuus jakautuu useiden eri kasvien välille ja osuudet jäävät yksittäisiin prosentteihin, tärkeimpinä vehnät, seosviljat ja rypsi.

Vuonna 2009 kaikkien tuotantosuuntien yksivuotisten kasvien yhteenlaskettu ala koko maassa oli 1,4 miljoonaa hehtaaria, josta siis 7 % jäisi yksivuotisten kasvien tuotannon ulkopuolelle jos toimenpide toteutettaisiin. Koko maan keskimääräisellä satotasolla tarkasteltuna tuottamatta jäävän sadon arvo olisi arviolta 48,5 miljoonaa euroa (Taulukko 1). Viljanviljelyn katevaihtelu sen sijaan on erittäin suurta, samoin kuin tilojen väliset erot tuottavuudessa, joten tuotannon arvo ei suoraan kerro tuottamatta jättämisen tulovaikutuksista tiloille. Todelliseen kustannukseen vaikuttavat tekijät ovatkin tila- ja tuotantosuuntakohtaisia. Tilakohtaista vaikuttavuuden arviota syvennetään seuraavassa luvussa.

Taulukko 1. Eloperäisillä lohkoilla tuotetun sadon määrä ja arvo keskimääräisillä satotasolla ja arvoilla laskettuna (Luke 2015)

	Eloperäinen pinta-ala	Kg/ha 2009–2013	Hinta 2009–2013	M€
Syys- ja kevätvehnä	3507	3788	170	2,3
Ruis	560	2672	183	0,3
Ohra	39545	3586	155	22,0
Kaura	36257	3332	145	17,5
Seosvilja	3641	2804	150 ¹	1,5
Rypsi ja rapsi	3199	1314	385	1,6
Muut yksivuotiset²	6341			3,3
Yhteensä				48,5

¹Laskettu rehukauran ja -ohran keskiarvona
²Sisältää mm. palkokasveja, perunaa ja puutarhakasveja

Laskelmassa tehtiin oletus, että nurmenviljely koskisi koko peruslohkoa, jos lohko on kokonaan tai yli 50 % eloperäistä maata määritelmän mukaisesti. Osa näin tarkasteltujen lohkojen pinta-alasta sijaitsee kuitenkin kivennäismaalla, jolloin päästövähennystä täytyy korjata eloperäisyyttä vastaavalla kertoimella, joka aineistosta laskettuna on 83 %. Päästöjen laskennallinen väheneminen voidaan laskea kertoimien avulla $93\,050\text{ ha} * (11,7-4) * 44/28 * 298$ (ekvivalenttikerroin 2015) $* 83\%$ (toimenpiteen kohdistuminen oikeille lohkoille) = 278 tuhatta tonnia CO₂ ekv. /vuosi. Tämä on 4,3 % maataloussektorin kokonaismäärästä 6 486,6 tuhatta tonnia CO₂ ekv/v (vuonna 2013).

Suorien hiilidioksidipäästöjen osalta (jotka lasketaan maankäyttösektorilta) vähennys olisi $93\,050\text{ ha} * (5,7 - 4,1\text{ t C/ha/vuosi}) * 44/12 * 83\%$ (toimenpiteen kohdistuminen oikeille lohkoille) = 453 tuhatta tonnia CO₂. Yhteensä nämä päästövähennykset ovat 732 tuhatta tonnia CO₂ ekv. /vuosi.

Ilvamap-hankkeen Delfoi-osiossa asiantuntijoille esitettiin vaihtoehto, jossa edellä mainitulla lohkojaolla vain nautatilat (lypsykarjatalous ja muu nautakarjatalous) toteuttaisivat toimenpidettä. Nautatiloilla eloperäisten maiden keskittäminen nurmiviljelyyn voisi tuoda päästövähennyksiä ilman, että pinta-ala jäisi tuotantokäytön ulkopuolelle. Nautatiloilla yksivuotisia kasveja oli viljelyssä eloperäisillä mailla 35 870 hehtaaria, joka vastaa 15 % ko. tuotantosuuntien yksivuotisten kasvien pinta-alasta. Osuus on suurempi kuin yksivuotisten kasvien osuus keskimäärin koko maassa, joka johtuu yksinkertaisesti siitä, että suuri osa nautatiloista sijaitsee C1 ja C2 -alueilla, joilla eloperäisten peltojen osuus on suurempi kuin viljavaltaisilla AB-alueilla.

Vain nautatiloja koskevana muuttuisi 35 870 hehtaarin viljelykasvi yksivuotisesta monivuotiseksi. Edellistä vastaava laskelma samoilla oletuksilla antaa tulokseksi $35\,870\text{ ha} * (11,7-4) * 44/28 * 298$ (ekvivalenttikerroin 2015) $* 83\%$ (toimenpiteen kohdistuminen oikeille lohkoille) = 107 tuhatta tonnia CO₂ ekv. /vuosi. Tämä on 1,65 % maataloussektorin kokonaismäärästä 6 486,6 Mkg CO₂ ekv/v (vuonna 2013).

Suorien hiilidioksidipäästöjen osalta (jotka lasketaan maankäyttösektorilta) vähennys olisi vain nautatilojen kontribuutiolla $35\,870\text{ ha} * (5,7 - 4,1\text{ t C/ha/vuosi}) * 44/12 * 83\%$ (toimenpiteen kohdis-

tuminen oikeille lohkoille) = 175 tuhatta tonnia CO₂. Yhteensä nämä päästövähennykset ovat 282 tuhatta tonnia CO₂ ekv. /vuosi. LULUCF –sektorin vähennyksiä ei kuitenkaan voida nykytulkinalla lukea maataloussektorin päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi.

2.2. Eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden vaikutus eläintuotannon tuotantosuunnille

Tilatason vaikutusten arvioita varten tarvittiin tilakohtaista aineistoa. Aineistona käytettiin kannattavuuskirjanpitoaineistoa (FADN-aineisto), jota täydennettiin Mavin hallinnoiman peltolohkorekisterin peruslohkokohtaisilla tiedoilla peltolohkoista vuodelta 2009. Tilajoukko sijaitsee C1 ja C2 –alueilla, joilla eloperäisten maiden osuus on merkittävin. Lisäksi lohkoaineistosta on laskettu linnuntietäisyys tilakeskuksen ja peltolohkon keskipisteen välille (Eeva Lehtonen, Luke).

Kannattavuuskirjanpito edustaa tärkeimpiä tuotantosuuntia. Tilan tuotantosuunnan määrittely perustuu standardituotoksiin (Standard Output, SO). Suomen jokaiselle viljelykasville ja tuotantoeläimelle lasketaan alueittain viiden vuoden tietoihin perustuva standardituotos eli yhdestä hehtaaresta tai yhdestä eläimestä saatu tuotto. Näihin ei sisälly tukia. Yksittäisen yrityksen viljelykasvien pinta-alat ja kotieläinmäärät kerrotaan näillä tuotekohtaisilla standardituotoksilla ja lasketaan yhteen yrityksen kokonaisstandardituotossumman saamiseksi. Jos yli 2/3-osaa kokonaisstandardituotossummasta tulee yhdestä tuotteesta, kuuluu yritys tätä tuotetta vastaavaan tuotantosuuntaan. Ellei tällaista tuotetta löydy, tila luokituu sekatilaksi. Tilojen lukumäärä aineistossa on esitetty taulukossa 2. Taulukoista on poistettu avomaatilat sekä siipikarjatalouden tilat, joita aineistossa oli alle 5 kappaletta.

Taulukko 2. Kirjanpitoaineisto C1 ja C2 alueilta, vuosi 2009, kaikki tuotantosuunnat, yhteensä 464 tilaa

Tuotantosuunta	N	%
Viljanviljely	53	11 %
Muu kasvinviljely	41	9 %
Lypsykarja	236	51 %
Muu nautakarja	63	14 %
Lammas ja vuohitilat	12	3 %
Sikatalous	29	6 %
Sekamuotoinen tuotanto	30	6 %
Yhteensä	464	100 %

Lohkoaineiston yhdistäminen kirjanpitoaineistoon on toteutettu LUKE:n Yritysanalytiikka -ryhmässä siten, ettei tutkijoiden käyttöön toimitetussa aineistossa ole ollut tila- tai lohkotunnuksia, vaan ainoastaan tieto lohkon pinta-alasta maalajeittain sekä tieto kunkin lohkon etäisyydestä.

Ristiintaulukoinnilla saatiin tietoa siitä, kuinka olennaista osaa eri tuotantosuuntien toiminnassa eloperäisten maiden viljely. Kartta-aineiston leikkauksen mukaiset absoluuttiset pinta-alat tuotantosuunnittain on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kartta-aineiston leikkauksen mukaiset absoluuttiset pinta-alat tuotantosuunnittain

Tuotantosuunta (SO)	Turveala, ha	Kivennäismaan ala, ha	Turvealan osuus
Viljanviljely	354	3198	10 %
Muu kasvinviljely	152	2116	7 %
Lypsykarja	2919	15452	16 %
Muu nautakarja	544	4895	10 %
Lammas ja vuohitilat	70	511	12 %
Sikatalous	236	2448	9 %
Sekamuotoinen tuotanto	304	2613	10 %

Tilatasolla eloperäisiin maihin kohdistuvat toimenpiteet on hankalaa kohdistaa eloperäiselle maalle absoluuttisen pinta-alan perusteella. Lohkoja, jotka ovat osittain eloperäisiä maannostietokannan leikkauksen mukaan, on yli kaksinkertainen määrä absoluuttiseen pinta-alaan nähden (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lohkot, joilla on vähänkin eloperäistä maata kartta-aineiston leikkauksen mukaan (kpl)

Tuotantosuunta (SO)	Turvemaa	Kokonaan kivennäismaata	Lohkot joilla vähänkin eloperäistä
Viljanviljely	760	2793	21 %
Muu kasvinviljely	397	1870	18 %
Lypsykarja	5808	12563	32 %
Muu nautakarja	1154	4285	21 %
Lammas ja vuohitilat	185	395	32 %
Sikatalous	540	2144	20 %
Sekamuotoinen tuotanto	666	2251	23 %

Käytännössä maalaji ei tietenkään vaihdu pellolla yhtäkkiä, vaan raja on epäselvä. Tästä syystä ehkä käyttökelpoinen luokittelun vaihtoehto on tarkastella lohkoja, joilla vähintään puolet peruslohkon pinta-alasta on leikkauksen perusteella eloperäistä maata, eli eloperäinen on vallitseva maalaji (Taulukko 5).

Taulukko 5. Pinta-alat maalajeittain, jos turvealaan lasketaan lohkot, joiden pinta-alasta on yli 50 % on eloperäistä (vallitseva maalaji)

Tuotantosuunta (SO)	Turveala, ha	Kivennäismaan ala, ha	Turvealan osuus
Viljanviljely	339	3214	10 %
Muu kasvinviljely	128	2139	6 %
Lypsykarja	2792	15579	15 %
Muu nautakarja	512	4927	9 %
Lammas ja vuohitilat	64	517	11 %
Sikatalous	211	2473	8 %
Sekamuotoinen tuotanto	278	2639	10 %

Kultakin lohkolta ilmoitetaan tukihauun yhteydessä viljelykasvi, joka kirjataan järjestelmään. Eri viljelykasvit aggregoitiin tarkastelua varten ryhmiin, joiden pinta-alat vuodelta 2009 on esitetty taulukossa 6. Ylivoimaisesti tärkein viljelykasvi C1 ja C2 -alueilla on nurmi, josta suurin osa korjataan säilörehuna ja osa kuivana heinä. Kasvikohtaisesti tarkasteltuna yksivuotisten kasvien osuus pinta-alasta oli 49

prosenttia. Lohkoista, joista yli puolet oli eloperäistä, yksivuotisia kasveja oli 45 prosentilla pinta-alasta. Laitumet sijaitsevat luonnollisesti tilakeskuksen läheisyydessä, myös eloperäisiä maita onkin laitumista kaikista pienin osuus. Etäisyystiedoista voidaan havaita että säilörehulohkot sijaitsevat keskimäärin lähempänä kuin viljojen lohkot. Suurin eloperäisten maiden osuus on kesantolohkoilla, joilla oli myös pisin etäisyys lohkolle.

Taulukko 6. Pinta-alat, eloperäisten lohkojen osuudet sekä keskimääräinen etäisyys lohkoille kasviryhmittäin

Aggregoitu kasviryhmä	Pinta-ala, ha	Lohkojen ala, joista yli puolet eloperäistä	Lohkojen osuus, joista yli puolet eloperäistä	Keskimääräinen etäisyys, metriä ¹
Laidunnurmi	1978	108	5 %	836
Kuivaheinä, säilörehu	13622	1836	13 %	2404
Ohra	8305	731	9 %	2810
Kaura	4642	788	17 %	3577
Muu yksivuotinen	3495	349	10 %	2727
Muu viljelykasvi	999	100	10 %	3055
Kesanto	2172	427	20 %	3927

¹ Yli 40 kilometrin etäisyydet on suodatettu pois keskiarvoa laskettaessa. Tätä pidemmät etäisyydet voivat tarkoittaa toista tilakeskusta tai urakointiin perustuvaa etäpeltojen hoitoa.

Eloperäisten maiden osuus tilan viljelyalasta vaihtelee, vaikka kaikki tutkimusjoukon tilat sijaitsivat samoilla tukialueilla. Olennaista on, kuinka eloperäiset lohkot eri tuotantosuunnille jakautuvat. Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty, kuinka suuri osuus pelloista on eloperäisiä tuotantosuunnittain tarkasteltuna. Esimerkiksi lypsykarjatilosta 25 %:lla oli yli 20 % pinta-alasta eloperäistä.

Taulukko 7. Tilakohtainen merkittävyys eri tuotantosuunnille, kun pinta-alaltaan yli 50 % eloperäiset lohkot huomioidaan, Kaikki kasvit

Kaikki kasvit	Ei eloperäisiä peltoja	0-10 % pelloista	10-20 % pelloista	Yli 20 % pelloista
Viljanviljely	51 %	15 %	15 %	19 %
Muu kasvinviljely	68 %	15 %	2 %	15 %
Lypsykarja	31 %	27 %	18 %	25 %
Muu nautakarja	37 %	29 %	22 %	13 %
Lammas ja vuohitilat	50 %	17 %	25 %	8 %
Sikatalous	28 %	38 %	17 %	17 %
Sekamuotoinen tuotanto	27 %	33 %	23 %	17 %

Päästöinventaarissa olennaista turvemaiden viljelyn kannalta on siis, onko turvemaalla viljeltävä kasvi yksi- vai monivuotinen. Kun edellinen tarkastelu rajoitetaan koskemaan yksivuotisia kasveja, nähdään että esimerkiksi lypsykarjatilosta 10 %:lla oli yli 20 % yksivuotisista kasveista eloperäisillä lohkoilla. Tarkastelu on tärkeä siksi, että jos yksivuotisten kasvien viljelyä eloperäisillä mailla rajoitettaisiin, se koskisi eniten tiloja joilla eloperäisten maiden osuus pelloista on suurin.

Taulukko 8. Rajoitteen tilakohtainen merkittävyys eri tuotantosuunnille, kun pinta-alaltaan yli 50 % eloperäiset lohkot huomioidaan, yksivuotiset kasvit

Yksivuotiset kasvit	Ei eloperäisiä peltoja	0-10 % pelloista	10-20 % pelloista	Yli 20 % pelloista
Viljanviljely	87 %	1 %	3 %	9 %
Muu kasvinviljely	72 %	0 %	1 %	2 %
Lypsykarja	86 %	1 %	3 %	10 %
Muu naudakarja	89 %	2 %	2 %	7 %
Lammas ja vuohitilat	96 %	2 %	2 %	0 %
Sikatalous	84 %	4 %	3 %	10 %
Sekamuotoinen tuotanto	88 %	2 %	3 %	6 %

Kasvikohtaiset vaikutukset, jos eloperäisillä mailla ei viljeltäisi yksivuotisia kasveja, koskisivat eniten yleisimpiä viljakasveja (Taulukko 9).

Taulukko 9. Tutkimustilojen eloperäisillä mailla viljellyt yksivuotiset viljelykasvit yhteensä sekä ohra ja kaura erikseen (ha), kun lohkon pinta-alasta vähintään 50 % on eloperäistä

	Ohra	Kaura	Yhteensä yksivuotiset
Viljanviljely	102	107	226
Muu kasvinviljely	0	21	27
Lypsykarja	335	506	1117
Muu naudakarja	145	27	255
Lammas ja vuohitilat	0	0	7
Sikatalous	108	39	153
Sekamuotoinen tuotanto	41	79	142

Yksivuotisen kasvin vaihtoehtona on käytännössä nurmi, jonka sadolle on tällä hetkellä markkina-arvoa vain märehitijöiden kautta, yleisimmin lypsykarjatalouden tai muun naudakarjatalouden tilolla. Tällä aineistolla 1926 hehtaarin viljelykasvin muuttuisi yksivuotisesta vilja- tai öljykasvista nurmeksi. Tämä on 5 % koko aineiston pinta-alasta ja 42 % lohkoista, jotka ovat kokonaan tai osittain eloperäisiä. Otanta vastasi hyvin kokonaisaineistoa. Vilja- ja öljykasvien satoa jäisi saamatta 5,4 miljoonaa kiloa, joka on 11 % viljakasvien kokonaissadosta.

Päästövähennyskustannus eloperäisten maiden nurmiviljelystä on täysin tilakohtainen. Tilan päätös eloperäisen lohkon viljelykasvin valinnasta riippuu tilan tuotantosuunnasta, sadonkäytöstä sekä pellonkäytöstä. Eri tuotantosuuntia voidaan tarkastella vielä erikseen seuraavista viitekehysistä:

Sikatilat

Sikatilat viljelevät useimmiten pelloillaan rehuviljaa omaan käyttöön, toki viljelyksessä voi olla myös muita satokasveja. Korkean ja laadukkaan rehuviljan sadon tavoittelu on myös sikatilan tärkein tavoite viljelytoiminnalle. Sikatilan mahdollisuudet muuttaa eloperäisiä lohkoja nurmipeitteisiksi ovat kuitenkin erilaiset kuin viljatilalla, koska kotieläintila tarvitsee lohkon myös lannanlevitykseen. Lannanlevitys puolestaan on mahdollista vain jos lohkolta kerätään sato. Jo nykyisensä lannanlevitys on sikatiloille merkittävä kustannus. Sika- ja siipikarjatilalla eloperäisten maiden nurmipeitteisyyttä, eli käytännössä kesannointia rajoittavin tekijä onkin eläintiheys. Tilatasolla kysymys on siitä, mahtuuko tila-

la syntyvä lanta omille pelloille, jos tilan eloperäiset lohkot siirtyvät aktiiviviljelystä markkinattomien nurmien viljelyyn.

Taulukkoarvoilla laskettuna tutkimuksen sikatiloilla lantaan erittyi typpeä 93,5 kg ja fosforia 22,8 kg tilan hallinnassa ollutta hehtaaria kohden. Keskihajonta oli typen osalta 44,4 kg ja fosforin osalta 11,2 kg per ha. Fosfori on käytännössä levitysmäärää rajoittava tekijä. Ohjelmakauden 2015-2020 ympäristökorvausjärjestelmän mukaisilla lannoitusrajoilla fosforia saa levittää rehuviljoille, lantapoikkeus huomioiden, pellon fosforiluokissa tyydyttävä ja hyvä 15 kg. Aikaisemmassa järjestelmässä 2007-2014 myös korkean fosforiluokan pelloilla fosforia sai levittää 15 kg, lisäksi aiemmin lannan fosforista huomioitiin 85 %. Kiristys tulee edelleen lisäämään tarvetta lannan luovutukseen tilan ulkopuolelle, mikäli tilat edelleen sitoutuvat järjestelmän ehtoihin. Edellisen kauden rajoilla kaikista sikatiloista noin 30–40 % luovutti lantaa tilan ulkopuolelle (Luke 2015; Kämäräinen ym. 2014). Sikatilojen mahdollisuudet vaihtaa eloperäisten peltojen käyttöä nurmipeitteisyyteen ovat siten erittäin heikot. Tilanne on vastaava myös muussa yksimahaisten eläinten tuotannossa.

On tärkeää huomata myös, että tilan oma viljantuotanto on myös markkinariskien hallintaa (rehu)viljan hinnan vaihteluja vastaan.

Nauta- ja muut märehitijätilat

Jos märehitijätilalla on viljelyksessä nurmia rehuntuotantoon ja lisäksi viljoja esimerkiksi tilan omaan rehuviljakäyttöön, voi olla allokontikysymys tuottaako nurmet eloperäisillä pelloilla ja mahdolliset viljat kivennäismailla. Jo nyt eloperäiset maat ovat useimmiten nurmentuotannossa, koska ne soveltuvat siihen useimmiten suhteellisesti paremmin kuin viljanviljelyyn. Esimerkiksi eloperäisten maiden happamuus haittaa heinäkasveja suhteellisesti vähemmän kuin viljakasveja.

Taulukossa 5 esitettyjen keskimääräisten etäisyyksien perusteella säilörehunurmilohkot sijaitsevat useimmiten lähempänä tilakeskusta kuin viljalohkot. Kustannuksia voi näin ollen muodostua ylimääräisestä logistiikasta, kun viljoja suurempia massoja tuottavia nurmipeltoja jouduttaisiin viljelemään kauempana kuin normaalissa tilanteessa.

Säilörehunurmen tuottaminen eloperäisellä maalla voi olla myös riski korjuulojen suhteen. Märkien korjuulosuhteiden vuoksi korjaamatta jäänyttä säilörehua on vaikea korvata markkinoilta, erityisesti katovuonna tai poikkeuksellisen alueellisen sään vuoksi, esimerkiksi tulvien takia. Märkyiden vuoksi korjaamatta jäänyt rehuviljan sato on helpommin korvattavissa markkinoilta.

Nurmenviljelyvelvoite eloperäisillä mailla johtaisi myös lypsykarja- ja muilla nautatiloilla tulonmenetyksiin, ei vain menetety viljasadon takia, vaan myös hankaloituvan lannanlevityksen takia. Tässä mielessä nautatilojen tilanne vastaa osin sikatilojen tapausa. Suurella osalla lypsykarja- ja muista nautatiloista on kuitenkin selvästi pienempi eläintiheys kuin sikatiloilla. Jos lannanlevitysalasta ei ole pulaa, myös rehualaa on todennäköisesti riittävästi.

Maaseutuohjelman 2014–2020 ympäristökorvaukseen sitoutuneet tilat voivat hakea turve- ja multamaalla sijaitsevien peltojen nurmiviljelyyn tukea monivuotisten ympäristönurmien toimenpiteestä koko maassa (Mavi 2015). Korvaustasoksi on esitetty 50 euroa/hehtaari (tilanne 28.4.2015). Tuen avulla tehty päästövähennys, eli eloperäisten maiden keskittäminen nurmiviljelyyn karjatilalla maksaisi 16,7 €/CO₂ ekvivalenttitonni. Jos myös maankäyttösektori huomioidaan, kustannus on vain 6,4 €/CO₂ ekvivalenttitonni. Toimenpiteen suosio jää nähtäväksi.

2.2.1. Johtopäätökset

Selvityksen tarkastelussa tilatasolla ensimmäinen ja tärkein huomio täytyy kohdistaa maalajien määrittelyyn, eli mitä lohkoja toimenpiteet koskisivat. Toimenpiteiden kohdistamisessa maalaji on määrittävä kansainvälisen ilmastopolitiikan edellyttämällä tavalla, mutta kyseiseen määrittelyyn tarvittava tieto ei löydy maaperäkartoista. On siis linjattava kansallisesti, missä maalajiluokissa todennäköisimmin ilmenee eloperäisen luokan määrittelyn mukaisia ominaisuuksia. Ympäristökorvaukseen liittyvien peltoviljelyn maanäytteiden perustutkimukseen kuuluvat maalajin ja multavuuden määrittely.

Pintamaasta otettu maanäyte ei kerro turvemaan paksuudesta, mutta turve- ja multamaiksi luokitellut maat yleensä täyttävät myös IPCC:n kriteerit.

Edellä todettiin, että kustannukset eloperäisten maiden yksivuotisten kasvien vaihtamisesta nurmi- tai muuhun monivuotisten kasvien viljelyyn ovat pitkälle tilakohtaisia ja siksi vaikeita arvioida. Se myös vaikuttaisi eniten tiloilla, joilla eloperäisten maiden osuus pelloista on suurin.

Viljatilalla on vaikeaa tai mahdotonta korvata eloperäisten peltojen viljantuotantoa kasvattamalla muiden peltojen satotasoa tai katetta. Pienellä osalla vilja- ja muista kasvitiloista voisi olla mahdollisuus myydä nurmisatoa alueen kotieläintiloille. Tällöin sadontuotanto voisi allokoida eri tavoin tilojen sisällä yksittäisten peltojen välille siten, että viljanviljely keskittyisi kivennäismaille ja nurmien viljely eloperäisille maille. Yksittäisten tilojen kannalta allokointi ei kuitenkaan aina ole mahdollista, vaan riippuu tilan tarpeesta ja lähialueen markkinoista pellon tuotteille. Parhaassakin tapauksessa nurmen myynnistä saatava kate jäisi todennäköisesti viljan katetta pienemmäksi, koska muussa tapauksessa tila olisi jo siirtynyt heinäntuotantoon. Seuraavassa luvussa haetaan tarkennusta tälle päästövähennyskustannukselle kasvitilojen tapauksessa.

Yksimahaistiloilla (sika- ja siipikarjatilat) aiheutuva kustannus eloperäisten maiden nurmiviljelystä on selvästi suurin, koska lisäkustannuksia aiheutuu myös lisäämään tarpeesta, ostorehuista ja lisääntyneestä rehu- ja lantalogistiikasta. Yksimahaistiloista vain hyvin laajaperäiset tilat, joilla on peltoalaa hehtaareina selvästi eläinyksiköitä enemmän, voivat periaatteessa toteuttaa eloperäisten maiden nurmiviljelyä edellä esitettyä pienemmällä kustannuksella, mutta todennäköisesti lisäämällä tuotannon intensiteettiä kivennäismailla, jolla voi olla epädullisia ympäristövaikutuksia (lisääntyneet ravinnehuuhtoumat, heikentyvä luonnon monimuotoisuus mitä laajaperäinen nurmi tuottaa). Yksimahaistalous on eriytynyt alueellisesti pääosin erilleen lypsy- ja muusta nautakarjataloudesta. Markkinoita nurmisadolle ei ole kuin poikkeustapauksissa. Jos alueella on nurmirehua tarvitsevia tiloja, myös sopivaa maalajia olevien peltolohkojen vaihto tai vuokraus tilojen kesken ovat mahdollisia. Useimmiten sikatiloilla on jo ennestään pulaa lannanlevitysalasta, jonka lisääminen todennäköisesti lisää kustannuksia.

Sopivin vaihtoehto olisi tilanne, jossa nurmipeltojen sadolle löytyisi käyttöä, mutta käytännössä nurmille ei voida olettaa markkinoita, eikä kesantonurmille voi levittää lantaa. Tämän vuoksi nautatiloilla oman tarpeen kautta voisi olla parhaat edellytykset vähentää yksivuotisten kasvien viljelyä eloperäisten maille. Tuotantosuunnan vaihtuessa nautakarjatilasta kasvinviljelytilaksi, ei nurmiviljely voi kuitenkaan jäädä veloitteeksi.

Ympäristökorvausjärjestelmän toimenpiteenä (Mavi 2015) monivuotisia ympäristönurmia voidaan toteuttaa paitsi happamiksi sulfaattimaiksi todetuilla pelloilla, mutta myös koko maassa turve- ja multamaalla tai pohjavesialueella sijaitsevalla pellolla lohko-kohtaisena toimenpiteenä. Monivuotisista ympäristönurmista ei voida kuitenkaan maksaa korvausta tiloille, jotka on vapautettu viherryttämistuen ekologisen alan vaatimuksesta, koska tilan peltoalasta on 75 % nurmea tai kesantoa. Luonnonhoitopeltonurmia ja monimuotoisuuspeltoja voi olla tilan korvauskelpoisesta peltoalasta yhteensä enintään 20 % kohdentamisalueella ja 15 % muulla alueella. Tämä toimenpide sopisi varsin monille karjatilaille kannustimeksi eloperäisten maiden nurmiviljelyä, sekä osalle muun kasvintuotannon tiloja, joilla voi jo olla nurmia viljelyksessään ja niille tuotantoarvoa.

Viherryttämisen ehtoihin kuuluva pysyvän nurmen statuksen muodostuminen yli viisi vuotta jatkuneesta nurmikasvin viljelystä voi heikentää halukkuutta pitkäaikaiseen nurmiviljelyyn. Ympäristökorvauksen nurmea vaativat lohko-kohtaiset toimenpiteet eivät kuitenkaan aiheuta pysyvän nurmen merkintää (luonnonhoitopeltonurmi, suojavyyhyke, monivuotinen ympäristönurmi) ja peltoluonnon monimuotoisuus (viherlannoitusnurmi), (tulkinta 28.4.2014). On tärkeää, ettei vapaaehtoinen eloperäisten maiden nurmipeitteisyys ympäristöystävällisistä johda pysyviin rasitteisiin. Rasitteen muodostuminen tai sen uhka voivat vähentää halukkuutta toteuttaa toimenpidettä vapaaehtoisesti.

Viitteet

- IPCC. 2013. 2013 Supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/home/wetlands.html>
- Kämäräinen, S., Rinta-Kiikka, S. & Yrjölä, T. 2014. Maatilojen välinen yhteistyö Suomessa. PTT Työpapereita 162.
- Lilja, H., Uusitalo, R., Yli-Halla, M., Nevalainen, R., Väänänen, T., & Tamminen, P. 2006. Suomen maannostietokanta. Maannoskartta 1:250 000 ja maaperän ominaisuuksia. MTT:n selvityksiä 114. 70 s.
- Luke 2015. Eläinsuojat ja lantavarastot. Maatalouslaskenta 2010 - Kotieläinten elinolot ja lannan varastointi. Saatavilla: <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/3389>
- Mavi 2015. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot. <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/82/pdf> Hattu 28.4.2015.
- Monni, S., Perälä, P. & Regina, K. 2006. Uncertainty in agricultural CH₄ and N₂O emissions from Finland – Possibilities to increase accuracy in emission estimates. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (2007) 12: 545–571.
- Statistics Finland 2013 Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 15.4.2013. <http://www.stat.fi/greenhousegases>
- Tilastokeskus. 2015. Kasvihuonekaasut. <http://www.stat.fi/til/khki/>

3. Eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden vaikutus viljanviljelyyn ja muun kasvintuotannon tuotantosuunnilla

Heikki Lehtonen, Xing Liu ja Tuomo Purola

Viljatila käyttää peltoa ensisijaisesti viljan tuotantoon. Tuotettavat viljat riippuvat yrittäjän valinnoista ja alueellisista olosuhteista. Jo nyt viljatilat tasaavat tuotannon riskejä hajauttamalla tuotantoa ja usein myös pitämällä osaa pelloista luonnonhoitopeltoina tai viherlannoitusnurmilla. Viljatilalla motiivi eloperäisten maiden nurmiviljelyyn olisi yksinkertaisimmillaan lohkolta viljeltävän kasvin kate-tuoton, myös kaluston käyttö huomioiden sekä nurmikasvin viljelyn katetuoton erotuksen korvaava korvaus. Pitkäaikaiselle nurmipeitteisyydelle on ollut tarjolla ympäristötuen erityistoimenpide, jossa viljelijä on sitoutunut pitämään peltoa nurmipeitteisenä 10 vuotta. Sopimuksen aikana nurmen on saanut uudistaa suorakylvämällä, muttei kyntämällä. Sopimuksen suosio on ollut vähäinen (n. 2000 ha).

Kuten edellisessä kappaleessa kuvailtiin, kotieläintilojen mahdollisuudet eloperäisten maiden jatkuvaan nurmiviljelyyn ovat pääosin heikot. Ainoastaan nauta- tai muilla märehittijätiloilla sekä he- vostaloutta tai ammattimaista heinäviljelyä harjoittavilla tiloilla nurmentuotannolle on todellista tarvetta, ja niilläkin tehokkaan nurmentuotannon varmistamiseksi on nurmi Suomen olosuhteissa kuitenkin 3-4 vuoden välein uudistettava yleensä kyntämällä (Virkajärvi ym. 2015). Pitkä, 10 vuoden sitoutumisaika todennäköisesti selittää toimenpiteen vähäisen suosion.

Viljanviljelyn ja muun kasvintuotannon tuotantosuunnilla on viljelyksessä eloperäisiä peltoja (Taulukko 5). Yksivuotisten kasvien viljelyn siirtäminen monivuotisille nurmille kuitenkin kasvintuo- tantotilalla käytännössä poistaisi lohkon tuotantokäytöstä. Tässä tarkastelussa katsottiin dynaamisen tilakohtaisen viljelykiertomallin avulla, millä kompensaatiolla riskejä karttava viljanviljelyn tai muun kasvintuotannon tila olisi valmis siirtämään eloperäisen lohkonsa pitkäaikaiseen nurmipeitteisyyteen (Lehtonen ym. 2015).

Mallilla kuvattiin Pohjois-Savossa sijaitsevaa 50 hehtaarin viljanviljelytilaa ja 30 hehtaarin muun kasvintuotannon tilaa. Seppälän ym. (2014) esittämien laskelmien mukaisesti viljanviljelyn kustannus pienemmällä tilalla oli 9 % suurempi kuin suuremmalla tilalla, lähinnä pienemmästä tilakoosta aiheu- tuvien suurempien yksikkökustannuksen vuoksi. Muun kasvintuotannon tilalle oletettiin myös 30 % suurempi työn vaihtoehtoiskustannus, koska muun kasvintuotannon tiloilla on keskimäärin suurempi osuus tilan ulkopuolisia ansioita (74 %) kuin viljanviljelyssä (68 %).

Muun kasvintuotannon tilalla konekalustoa on vähemmän kuin viljatilalla, ja sen oletetaan osta- van urakointipalveluna kesantojen, kuivan heinän ja säilörehun niiton ja korjuun. Urakointi voi tar- koittaa myös yhteistyötä kotieläintilan kanssa, jolle sato myydään tai tuotetaan sopimuksella.

Molempien tyyppitilojen peltolohkot oletetaan jakautuneen tasaisesti 10 lohkon siten, että lohkojen etäisyydet vaihtelevat 0-7 kilometrin välillä kuitenkin niin, että keskietäisyys pelloille on 2,9 kilometriä. Lohkoista keskimäinen oletetaan eloperäiseksi ja sen etäisyys tilakeskukselta etäisyyksi- en mediaaniksi 3 kilometriä molemmilla tyyppitiloilla. Etäisyydestä aiheutuva logistiikkakustannus huomioidaan päätöksenteossa kullakin lohkolta viljeltävästä kasvista. Korkokantana käytettiin maltti- lista kahta prosenttia. Hintatasoina käytettiin keskihintoja (MP) vuosilta 2009–2013. Keskihintojen lisäksi laskettiin korkean (HP) ja matalan hinnan (LP) skenaariot muuttamalla hintoja +- 20 %. Viljatila pitää maan pH:n hieman korkeampana kuin muun kasvintuotannon tila (Taulukko 1). Typpilannoituk- sen intensiteetissä ei ole eroja tilojen välillä ja molemmat tilat valitsevat viljeltävät kasvit samasta valikoimasta.

Taulukko 1. Simuloidut keskisadot, kasvintautiaineiden käyttö, pH-arvo sekä vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt (sisältäen maataloussektorin ja maatalouden maankäyttösektorin päästöt) seuraavalle 30 vuodelle. Oletuksena, että 10 % tilan peltoalasta eloperäistä maalajia.

		Viljatilat			Muun kasvintuotannon tilat		
		LP	MP	HP	LP	MP	HP
Keskisadot	Kevätvehnä [3068]	2670 (-13%)	3190 (4%)	3364 (9,6%)	-	-	-
	Syysvehnä [3066]	-	-	-	-	-	-
	Ohra [3000]	2555 (-14,8%)	2958 (-1,4%)	3203 (6,9%)	2704 (-9,9%)	2942 (-1,9%)	3207 (6,9%)
	Kaura [2786]	2469 (-11,4%)	2898 (4%)	3034 (8,9%)	2538 (-8,9%)	2855 (2,5%)	3036 (9,0%)
	Heinä [3615]	3191 (-11,7%)	3795 (5%)	3963 (9,6%)	3138 (-13,2%)	3634 (0,5%)	3886 (7,5%)
	Öljykasvit [1305]	1106 (-15,2%)	1368 (1,8%)	1452 (11,3%)	-	-	-
Ohran käsittelykerrat tautiaineella (fungisidi), per 30 v.	0	0	116	0	0	97	
Keskimääräinen pH	5,59	6,50	6,63	5,59	6,28	6,61	
KHK-emissiot keskimäärin tonnia CO₂ ekv/ha/vuosi, per 10 ha	23,49	28,75	31,52	16,90	22,00	24,34	
KHK-emissiot orgaanisista maista keskimäärin tonnia CO₂ ekv/ha/vuosi, per 1 ha	18,21	19,30	19,34	15,60	17,01	17,07	

[*] Hakasulkeissa on esitetty tilastollinen keskisato Pohjois-Savossa vuosina 1995-2012 (Tike); (*) Sulkeissa esitetty arvo kertoo erotuksen prosentteina simuloidun ja todellisen satotason välillä. Simuloinnissa malli ei valitse syysvehnää viljelyyn käytetyillä hintaskenaarioilla, siksi simuloituja keskisatoja ei ole saatavilla.

Viljatila valitsee hintaskenaariosta riippuen 150-300 euroa/ha tukitasolla nurmiviljelyn eloperäisillä mailla. Muun kasvintuotannon tila pitää eloperäiset pellot nurmiviljelyssä melko pienellä korvaustasolla (45-210 euroa/ha), kun sitä verrataan alueen keskimääräiseen kokonaistukitasoon (550 e/ha). Viljanviljelyn tuotantosuunnalla tila valitsee pelloille nurmia 150-300 euron korvaustasolla. Päästöjen vähentämisen kustannus on 39-73 euroa per hiilidioksidiekvivalenttitonni, jos maankäyttösektori on mukana. Jos vain maataloussektori huomioidaan, vähennyskustannus on 103-192 euroa per hiilidioksidiekvivalenttitonni (Taulukko 2). Muun kasvintuotannon tilolla on viljaitiloja suurempi osa pelloista jo lähtökohtaisesti nurmella. Nurmialan kasvattaminen edelleen ja/tai sitoutuminen eloperäisen maan pitämiseen nurmella jatkuvasti vaatii kuitenkin korvauksen.

Vaikka tämä tarvittava palkkion taso onkin muilla kasvitiloilla pienempi kuin erikoistuneilla varsinaisilla viljaitiloilla, samalla myös saavutettavissa olevat päästövähennykset ovat pienempiä. Tällöin siis päästövähennyskustannukset eri tilatyypin tapauksessa asettuvat lähelle toisiaan. Vaikka korkeiden tuotantokustannusten tiloja on mahdollista houkuttaa pienemmällä palkkiolla mukaan hillintäohjelmiin, päästövähennysten saavuttaminen tulee likimain yhtä kalliiksi CO₂ tonnia kohden, koska niiden maat ovat jo pääasiassa nurmella.

Taulukko 2. Korvaustaso, jolla yksivuotisia ei valita viljelyyn eloperäiselle maalle sekä korvaustasoa vastaavat vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt

	Viljatilat			Muun kasvintuotannon tilat		
	LP	MP	HP	LP	MP	HP
Korvaustaso €/ha ^{a)}	150	280	300	45	120	210
KHK-emissiot yhteensä tonnia CO ₂ ekv/ha/vuosi	20,14	24,58	27,41	16,26	20,29	22,00
KHK-emissiot orgaanisista maista yhteensä tonnia CO ₂ ekv/ha/vuosi	15,03	15,03	15,69	15,03	15,03	15,03

Edellä olevat tulokset perustuvat oletukselle ja aineistolle 2007–2013 mukaisesta ympäristötuesta. Luonnonhoitopellosta maksettava palkkio 170 eur/ha tuki osaltaan myös eloperäisen pellon pitämistä jatkuvasti nurmella. Näin siksi, että eloperäistä maata oletettiin olevan vain 10 % (yksi pelto lohko kymmenestä) tilan peltoalasta, kun yläraja luonnonhoitopelloille on ollut 15 % tilan peltoalasta. Tällöin eloperäinen pelto saattoi olla samalla luonnonhoitopeltoa ja samalla mukana eloperäisten maiden nurmenviljelysitoumuksessa. Huomionarvoista kuitenkin on, että kun otetaan huomioon keskipitkän ja pitkän aikavälin päätöksenteko ja viljelykierto, jolla on mm. maan laatua parantavia ja tautipainetta vähentäviä vaikutuksia, keskietäisyydellä tilakeskuksesta olevan pellon pitäminen jatkuvasti nurmella aiheuttaa koko ajan erilaisia lisäkustannuksia. Siksi sekä vilja- että muun kasvitilan tapauksessa tarvitaan tuntuva korvaus pellon jatkuvasta nurmipeitteisyydestä. Ilman luonnonhoitopellosta saatavaa palkkiota korvaus olisi useita kymmeniä euroja suurempi.

Vuonna 2015 alkaneessa ympäristökorvausjärjestelmässä luonnonhoitopellon maksimipinta-ala on 15 % tilan pinta-alasta ei-kohdentamisalueella, jota suurin osa C1- ja C2 – alueista on. Tämä on yksi eloperäisten maiden nurmipeitteisyyttä rajoittava tekijä osalla tiloista, joilla eloperäistä peltoa voi olla selvästi enemmän kuin 15 %.

Viitteet:

- Lehtonen, H., Liu, X. & Purola, T. 2015. Balancing Climate Change Mitigation and Adaptation with Socio-Economic Goals at Farms in Northern Europe. Chapter 11 in book "Climate adaptation and food supply chain management in Europe", edited by A. Paloviita & M. Järvelä, to be published by Routledge
- Seppälä, A., Kässi, P., Lehtonen, H., Aro-Heinilä, E., Niemeläinen, O., Lehtonen, E., Höhn, J., Salo, T., Keskitalo, M., Nysand, M., Winqvist, E., Luostarinen, S., & Paavola, T. 2014. Nurmesta bio-kaasua liikennepolttoaineeksi. Bionurmi-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 151: 97 s.
- Statistics Finland 2013 Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 15.4.2013. <http://www.stat.fi/greenhousegases>
- Virkajärvi, P., Rinne M., Mononen, J., Niskanen, O., Järvenranta, K. & Sairanen, A. 2015. High output dairy farming systems in Finland. 18th EGF-Symposium "Grassland and forages in high output dairy farming systems". Wageningen, Netherlands.

4. Maatilojen energiankäytön vähentäminen

Pellervo Kässi, Timo Lötjönen ja Olli Niskanen

Maatilojen energiankäytön päästöt lasketaan päästöinventaariossa energiasektorille kuuluviksi. Energiaa kuluu erilaisiin toimintoihin, mutta tehostamisen varaakin on, esimerkiksi rehuviljan käsitelyssä. Maatilojen energiankäytöstä viljan kuivauksen osuus on noin 20 prosenttia (Motiva 2011). Rehuksi käytettävistä viljoista kansallisestikin merkittävä osa olisi mahdollista käsitellä ilman perinteistä öljyn polttoa vaativaa kuivausvaihetta.

Pohjoisissa viljelyolosuhteissa rehuviljan puintikosteus vaihtelee puintiolosuhteiden mukaan. Vuonna 2012 rehuviljaa viljeltiin 786 000 hehtaarilla. Rehuviljojen sato oli 2,7 miljardia kiloa, josta 1,6 miljardia kiloa käytettiin tiloilla suoraan rehuksi (Tike 2013b). Tuoreviljan säilöntä on yleistymässä, mutta kokonaismäärään verrattuna vielä vähäistä. Tuoreena korjattujen viljojen osuus rehuviljojen kokonaissadosta oli 8 % vuonna 2014 (Luke 2015).

Viljan kuivauksessa viljan kosteuspitoisuus vähennetään keskimäärin 23 %:sta noin 14 %:iin. Energiaa viljan kuivaukseen kuluu viljan alkukosteudesta, kuivurityypistä ja kuivurin kunnosta riippuen 4,5 – 7 MJ/kg vettä (keskimäärin 5,8 MJ/kg vettä). Poistettavan veden määrä lasketaan kaavalla (Ahokas 2011):

$$M_{vpoisto} = M_{sato} \frac{w_a - w_l}{1 - w_a}$$

jossa

$M_{vpoisto}$ = poistettava vesimäärä

M_{sato} = loppukosteudessa w_l oleva satomäärä (normaalisti 13–14 %)

w_a = kuivauksen alkukosteus (w_b)

w_l = kuivauksen loppukosteus (w_b)

1000 kg:sta puintikosteudeltaan 23 % viljaa poistetaan kuivauksessa 14 %:n kosteuteen 88,6 kg vettä. Energiaa kulutetaan 514 MJ/1000 kg. Polttoöljyn energiasisältö on 42,7 MJ/kg. Viljatonnin kuivaaminen kuluttaa siis noin 12 kiloa polttoöljyä.

Vuonna 2012 rehuviljaa viljeltiin 786 000 hehtaarilla. Rehuviljojen sato oli noin 2,7 miljardia kiloa (Tike 2013a). Tästä noin 1,6 miljardia kiloa käytettiin tiloilla suoraan rehuksi (Tike 2013c). Rehuvilja voidaan varastoida myös kuivaamatta esimerkiksi ilmatiiviin säilönnän avulla.

Jos naudoille (568,3 milj. kg) ja sioille (938,7 milj. kg) vuonna 2012 käytetty rehu olisi säilötty ilman perinteistä polttoöljyllä kuivausta, kuivauksen polttoöljyä olisi saatu säästettyä karkeasti lasketuna 18 miljoonaa kiloa, joka on 21,2 miljoonaa litraa. Öljynkulutuksen taloudellinen rasite tiloille ilman arvonlisäveroa on keskimääräisellä hinnalla laskettuna (n. 88 snt/litra; Tike 2013d) noin 19 miljoonaa euroa.

Kasvihuonekaasujen inventaariossa käytetty kevyen lämmityspolttoöljyn päästökerroin on 74,1 g CO₂/MJ (Tike 2010), joten viljatonnin kuivaaminen aiheuttaa keskimäärin 38 kg CO₂-päästöjä. Päästövähennys koko rehuviljan kuivaamatta jättämisestä olisi yhteensä 57 398 tonnia CO₂-päästöjä. Koska kostea vilja pilaantuu helposti, sillä tehtävä kauppa soveltuu lähinnä tilojen väliseen kaupan käyntiin lyhyillä etäisyyksillä. Tästä syystä kaikkea rehuviljaa ei ole realistista pyrkiä säilömään kuivaamatta. Realistisesti tavoiteltavissa oleva määrä voisi olla noin puolet rehuviljasta. Lisäksi myös tuoreena säilömisestä syntyy kasvihuonekaasupäästöjä, esimerkiksi jos vilja murskataan säilöntää varten. Näin ollen, myös tuoresäilönnän energiankäyttö huomioiden, tavoiteltavissa oleva realistinen päästövähennys voisi olla noin 28 650 tonnia CO₂-päästöjä.

Tuoresäilöntä on mahdollista toteuttaa energiatehokkuuden toimintasuunnitelmassa mainituilla menetelmillä ilmatiiviisti umpisiiloissa sekä säilöntäainetta käyttäen myös laakasiiloissa (Anon 2011). Raportin ulkopuolelta voidaan mainita pienemmän mittakaavan menetelmiä, kuten murskatun viljan

tuubisäilöntä, jonka investointikustannukset ovat murto-osa esimerkiksi ilmatiiviin säilönnän kustannuksista ja käyttö mahdollista myös pienessä mittakaavassa. Tuoresäilötyn viljan käyttö ruokinnassa edellyttää myös sopivia menetelmiä, mutta esimerkiksi nautojen aperuokintaan se soveltuu mainiosti. Päästövähennys voidaan saavuttaa myös, jos polttoöljyn käyttö korvataan hiilineutraalilla biopolttoaineella. Seuraavassa tarkastellaan tilatason mahdollisuuksia polttoöljyn käytöstä luopumiseen.

4.1. Rehuviljan käsittelyn vaihtoehdot energiankäytön vähentämiseksi

Viljan kuivaamisessa voi hyödyntää bioenergiaa, tai rehuviljaa voi varastoida kuivaamatta tuoresäilönnän avulla. Näiden tekniikoiden nykyistä laajemmalla hyödyntämisellä voitaisiin vähentää sekä kustannuksia että ilmastopäästöjä. Puuhakkeen- ja turpeen polttolaitteet ovat kehittyneet huomattavasti viime vuosina. Toimivuus ja säädettävyyden ovat automatiikan ansiosta jo lähes öljypoltinten tasolla. Jos talouskeskuksen suhteellisen suuritehoinen (> 100 kW) lämpökeskus sijaitsee lähellä kuivuria, voidaan sieltä tuoda kuivurille lämpöä lämpökanaalin avulla ja luovuttaa se radiaattorin kautta öljykäyttöisen kuivurin lisälämmöksi tai korvata öljy näin kokonaan. Järjestelyn kannattavuus on sitä parempi, mitä lähempänä lämpökeskuksen teho on kuivurin tehontarvetta ja mitä lyhyempi matka lämpöä tarvitsee siirtää (Koskiniemi 2009).

Toinen vaihtoehto on korvata öljylämmitteinen uuni kokonaan kiinteällä polttoaineella toimivalla ja automatiikan ohjaamalla lämmitysjärjestelmällä. Näissä järjestelmissä lämmönsiirtoon ei käytetä lainkaan vettä, vaan haketta tai turvetta polttava stokeripoltin lämmittää kuivausilman suoraan uunin metallipintojen läpi. Kiinteälle polttoaineelle suunnitellun uunin ulkomitat ovat öljyuunia suuremmat, joten öljyuuni ja usein myös pannuhuone joudutaan uusimaan remontin yhteydessä. Useimmilla kuivurivalmistajilla on tarjottavana joko valmis kiinteän polttoaineen konttiratkaisu tai erilliset omatoimiseen rakentamiseen. Viime vuosina markkinoille on tullut myös ns. etu-uuni, joka liitetään käyttökelpoisen öljyuunin etupuolelle. Tällöin koko tarvittava lämpö voidaan tuottaa kiinteällä polttoaineella öljyuunin toimiessa lämmönvaihtimena.

Rehuviljaa voidaan säilöä tuoreena ilmatiiviissä siilossa, murskesäilöttynä laakasiilossa tai muovituubissa sekä jyväsäilöntänä propionihapon avulla (Palva ym. 2005). Tuoresäilönnän kustannukset ovat yleensä lämminilmakuivausta alhaisemmat. Lisäetuina ovat viljan pölyttömyys, mahdollisuus käyttää myöhäisempiä ja satoisampia lajikkeita sekä puinnin aikaistuminen. Toisaalta tuoresäilötty vilja ei sovi kaikkiin ruokinta-laitteistoihin. Tuoresäilötty vilja sopii lähinnä tilan omaksi rehuksi ja rajoitetusti naapuritilojen väliseen kauppaan. Rehuviljasta poiketen, leipä- ja siemenvilja täytyy aina kuivata, eikä keskusliikkeiden kautta tapahtuva rehuviljakauppaan toimi tuoreella viljalla.

Kuivaavat viljasiilot ovat uusi sovellutus kylmäilmakuivauksesta. Viljan kuivaus ja varastointi tapahtuvat samassa pyöreässä terässiilossa (Koivisto 2013). Siilojen vetoisuus on tyypillisesti suuri, 100 – 1200 m³. Kuivausilma puhalletaan tehokkaalla sähkökäyttöisellä keskipakopuhaltimella pohjan läpi viljamassaan. Automaattitoimiset sekoitinruuvit pitävät viljamassan tasalaatuisena koko täyttö- ja kuivausprosessin ajan, joka voi kestää 4 – 6 viikkoa. Suomen oloissa viljan kuivuminen kannattaa useimmiten varmistaa lisälämmön käytöllä. Lisälämpö voidaan tuottaa öljyllä tai radiaattorin avulla kiinteää polttoainetta ja tilan lämpökeskusta hyödyntäen. Kuivaavan viljasiilon suurimmiksi eduksi mainitaan pienet käyttökustannukset ja suuri vastaanottokapasiteetti, koska siiloon voidaan puida aina sään salliessa. Tavara sopii lähinnä oman tai toisten tilojen rehuviljaksi, koska eri viljalajit menevät siilossa sekaisin (Koivisto 2013).

4.1.1. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen lähtökohtana on kotieläintila, jonka vuosittainen vilja-ala on 100 ha. Rehuviljan keskisato on 4000 kg/ha. Tilalla on toimintakuntoinen 25 m³:n kokoinen lämminilmakuivaamo. Keskimääräisenä syksynä vilja kuivataan 23 % kosteudesta 14 % varastointikosteuteen, johon kuluu noin 5400 litraa kevyttä polttoöljyä. Tutkimuksessa tarkastellaan, miten viljankäsittelyä kannattaisi tilalla kehittää kannattavuuden ja ilmastopäästöjen näkökulmasta. Vaihtoehtoina on jatkaa nykymallilla, päivit-

tää olemassa oleva kuivuri hakkeella toimivaksi tai siirtä joko tuoresäilönnän tai kuivaavan varastosiiilon käyttöön.

Tutkimuksessa vertailtiin keskenään lämmينilma-kuivausta erilaisilla bioenergiavaihtoehdoilla. Lisäksi vertailuun otettiin viljan murskesäilöntä ja viljan kylmäilma-kuivaus pyörösiilokuivaamolla. Kylmäilma-kuivaamo-vaihtoehto mitoitettiin siten, että tilan sato mahtuu kokonaisuudessaan siilon. Kuivaavan siilon koko oli näin ollen 625 m³. Käytetyt vaihtoehdot esitetään taulukossa 1. Sekä kustannuksia että kasvihuonekaasupäästövaikutuksia verrattiin polttoöljyllä lämpenevään viljankuivaamoon.

Taulukko 1. Vertailut kuivaamo- ja polttolaittevaihtoehdot

	Uunin teho, kWh		
	Öljyuuni	Biolämpö	Hyötysuhde
Polttoöljyllä lämpenevä kuivuri	300	0	0,95
- hakelämpölaitoksesta vedetyllä lämmönvaihtimella	300	100	0,8
- puulämmitteisellä etupesällä, kuivaus kokonaan hakkeella	300	300	0,9
Murskesäilöntä, tuubiin	-	-	-
Kuivaava pyörösiilo (kylmäilma-kuivaamo)	-	-	-
- hakelämpölaitoksesta vedetyllä lämmönvaihtimella		100	0,8

Kaikista vaihtoehdoista laskettiin lämmityspolttoaineen kulutus ja kuivaamon koneiden käyttöön tarvittu sähkönkulutus eri viljan puintikosteusprosentteilla. Kuivauksen tavoitekosteudeksi asetettiin 14 % jotta kuivattu vilja on kauppakelpoista. Viljan murskesäilönnässä arvioitiin murskemyllyn käyttöön tarvittavan traktorin moottoripolttoaineen kulutus. Eri vaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöjen vertailuun käytettiin polttoöljyllä kerrointa 74,1 g / MJ (267 g / kWh). Sähkön päästökertoimena käytettiin 200 g / kWh, mikä vastaa Suomen toteutuneita sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöjä vuosina 2008- 2010 (IAE 2013).

Kylmäilma-kuivauksessa ilman vedensidontakyvyksi oletettiin 1,5 g / m³. Lisälämmön oletettiin kaksinkertaistavan lämmönsidontakapasiteetin. Lisälämpö oletettiin saatavan tilan kiinteästä lämpökeskuksesta lämpökanaalin kautta. Lämpökeskuksen teho on 100 kW, mutta lämpöä oletettiin käytettävän siten, että 5 °C:n nousu saadaan ilmaan toteutettua. Käytetyllä ilmamäärällä tämä tarkoitti 55 kW:n kuormitusta lämpö-keskukselle. Lisälämpöä oletettiin käytettävän viljan kosteuden laskettua alle 19 %:n kosteuteen.

Vaihtoehtojen taloudelliseen vertailuun käytettiin ensisijaisesti investointilaskentamenetelmiä: olemassa olevan kuivaamon parantamiseen käytettyjä investointeja arvioitiin annuiteetin avulla, jolloin verrattiin keskenään öljylämmitteisen kuivaamon ja bioenergiainvestointien keskinäistä edullisuutta laitteiden kestoajana. Laitteiden investointikustannukset esitetään taulukossa 2. Annuiteetin laskennassa käytettiin 5 % korkokantaa.

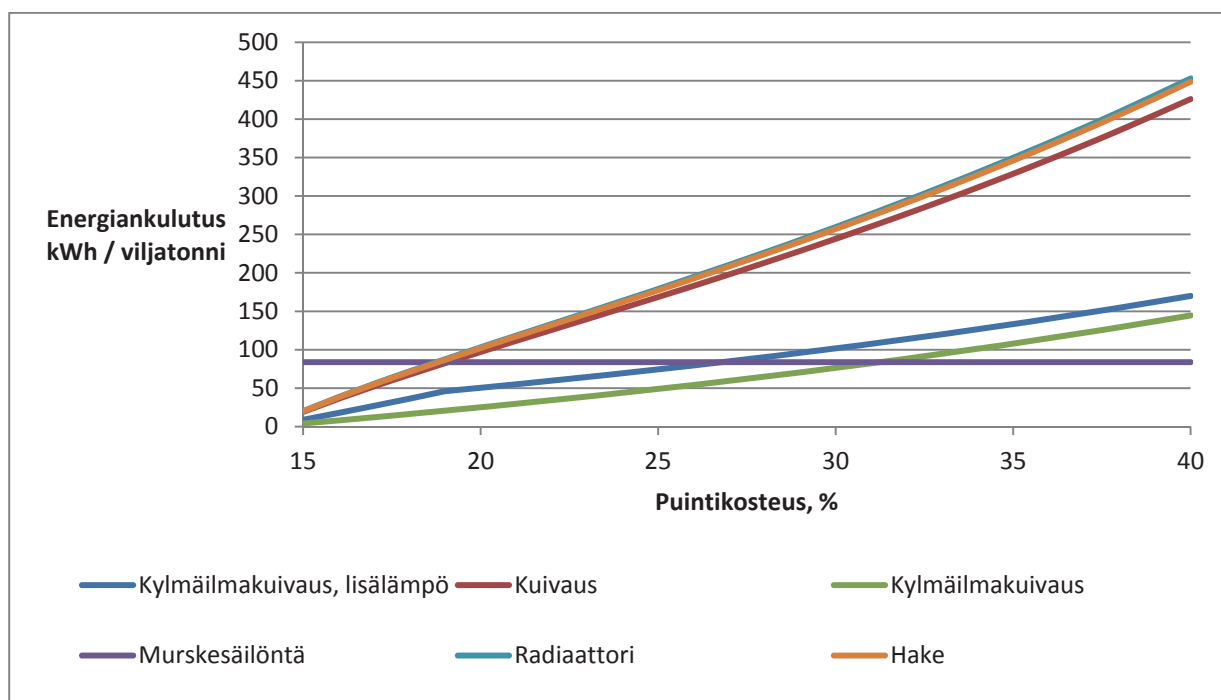
Taulukko 2. Eri viljansäilöntävaihtoehtojen investointikustannukset

	Investointi	Kesto- aika	Annui- teetti	€/ tn
Polttoöljyllä lämpenevä kuivuri	0			
- hakelämpölaitoksesta vedetyllä lämmönvaihtimella	15000	10	- 1943	- 5
- puulämmitteisellä etupesällä, kuivaus kokonaan hakkeella	65000	10	- 8418	- 21
Murskesäilöntä, tuubiin	25000	15	- 2409	- 6
Kuivaava pyörösiilo (kylmäilmakuivaamo)	95000	20	- 7623	- 19
- hakelämpölaitoksesta vedetyllä lämmönvaihtimella	15000	10	- 9566	- 24

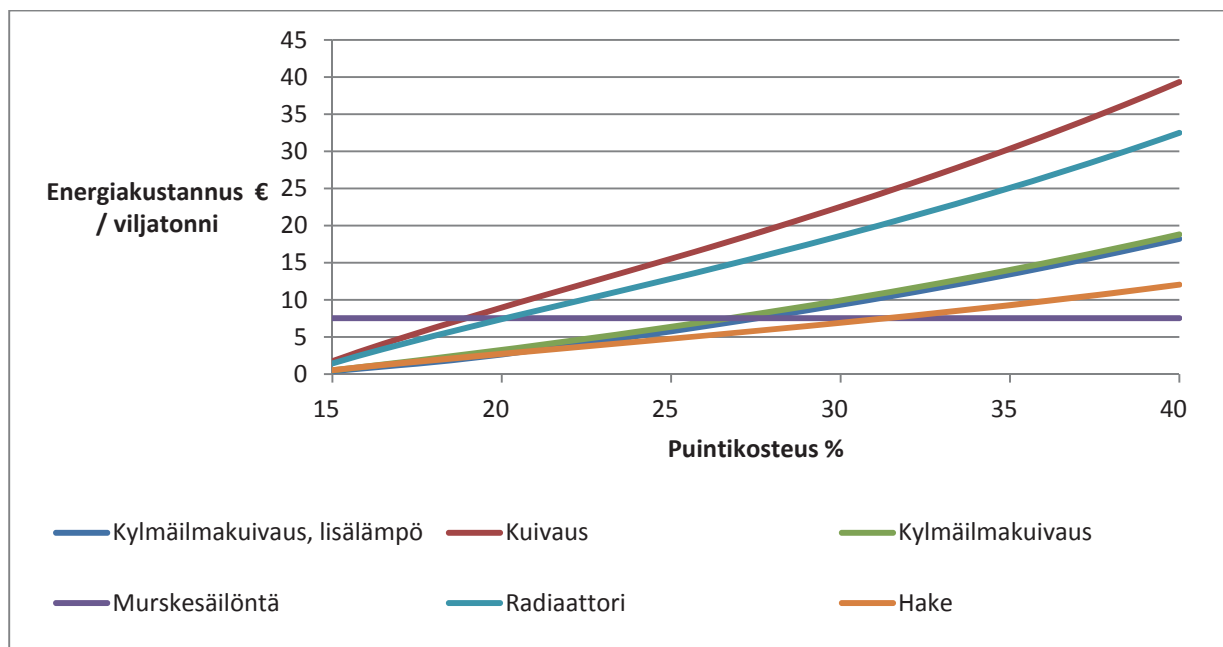
Lämminilmakuivaamon kustannuksia verrattiin murskesäilöntään urakointikustannusten perusteella. Kuivauksen urakointihinnat saatiin TTS:n urakointihintajulkaisusta (Palva 2013). Murskesäilönnän kustannuksena käytettiin Hietalan (2011) opinnäytetyössä esitettyjä hintoja. Kylmäilmakuivaamolle laskettiin käyttökulut ja investointikustannuksista johtuva annuiteetti, jota käytettiin vertailuun lämminilmakuivaamon ja murskesäilönnän suhteen. Öljyllä lämpenevään lämminilmakuivaamoa käytettiin vertailuteknologiana. Muiden ratkaisujen toteutuneita tuottoja ja kustannuksia verrattiin lämminilmakuivaukseen laskettaessa toteutuneita hiilidioksidipäästövähennyksiä ja vähennyskustannuksia.

4.1.2. Tulokset

Murskesäilöntä alittaa lämminilmakuivauksen kokonaisenergiankulutuksen viljan puintikosteuden ollessa 20 % tai enemmän (Kuva 1). Kuivauksen ja murskesäilönnän välinen kustannusvertailu taas kääntyy murskesäilönnän eduksi viljan puintikosteuden ollessa korkeampi kuin 23 %, mikäli kuivaukseen ei sisällytetä varastointikustannusta. Jos oletetaan että murskesäilönnässä vilja säilötään muovikääreeseen, on viljan säilytyksen kustannukset syytä lisätä kuivauksen kustannuksiin vertailukelpoisuuden parantamiseksi. Tällöin murskesäilöntä on edullisempaa jo 19 % puintikosteudella.

**Kuva 1.** Kuivauksen energiankulutus kWh / viljatonna.

Mallilaskelmissamme lisälämmöllä varustetun kylmäilmakuivaamon käyttökustannus investointikustannus mukaan luettuna oli 20 % puintikosteudella 26,7 € / viljattonni (ilman työkustannusta), mikä alittaa lämminilmakuivauksen urakointikustannuksen 27,8 € / viljattonni (sis. varastointi 5 kk). Puintikosteuden kohoaminen paransi kaikkien polttoöljyllä vaihtoehtoisten viljan säilöntämenetelmien kilpailukykyä polttoöljyyn verrattuna.



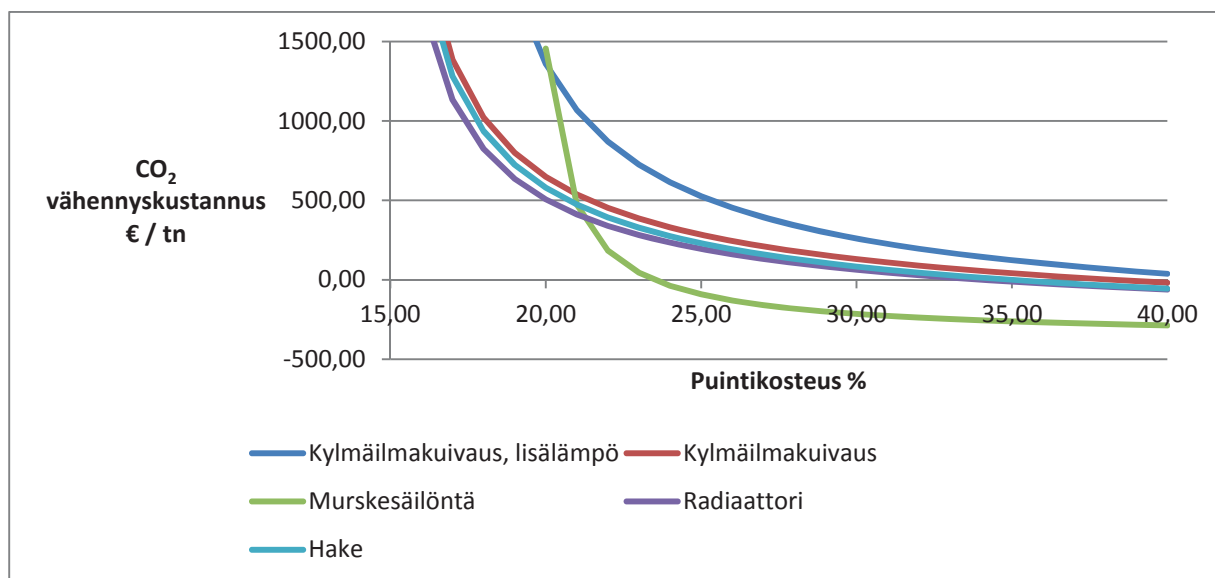
Kuva 2. Kuivauksen energiakustannus € / viljattonni eri puintikosteuksilla.

Mallilaskelmissamme lisälämmöllä varustetun kylmäilmakuivaamon käyttökustannus investointikustannus mukaan luettuna oli 20 % puintikosteudella 26,7 € / viljattonni (ilman työkustannusta), mikä alittaa lämminilmakuivauksen urakointikustannuksen 27,8 € / viljattonni (sis. varastointi 5 kk). Puintikosteuden kohoaminen paransi kaikkien vaihtoehtoisten viljan säilöntämenetelmien kilpailukykyä polttoöljyyn verrattuna (Kuva 2).

Hiilidioksidipäästöjen vähentämiskustannusta voidaan verrata esimerkiksi EU:n päästökaupan toteutuneisiin hintoihin. Suomen päästökaupasta vastaavan Energiamarkkinaviraston huutokauppatoimien mukaan hiilidioksiditonin päästöoikeuden hinta on vuonna 2013 liikkunut 2,7 ja 6 euron välillä (Energiamarkkinavirasto 2013).

Hiilidioksidipäästöjen vähentämiskustannusta arvioitiin vähentämällä kunkin tekniikan ja öljylämmitteisen kuivaamon energiakustannuksen erotuksesta investoinnin annuiteetti. Saatu lukuarvo jaettiin hiilidioksidipäästöjen erotuksella, jolloin tulokseksi saatiin hiilidioksiditonin vähentämiskustannus. Vertailtaessa olemassa olevaan kuivaamoon, ainoastaan viljan murskesäilöntä muodostui kiinnostavaksi vaihtoehdoksi, sillä puintikosteuden ylittäessä 24 %, murskesäilöntä kääntyi kuivausta edullisemmaksi viljan säilöntäteknikaksi. Muilla vaihtoehdoilla vähennyskustannus asettui mahdolliselle tasolle ainoastaan hyvin korkealla puintikosteudella (Kuva 3).

Laskelman ulkopuolelta huomioinarvoista on, että viljasadon korjaus kosteana mahdollistaa saatoisampien, pidempää kasvukautta vaativien viljalajikkeiden käytön. Myös sadonkorjuun aikaikkuna pitenee, joka puolestaan mahdollistaa korjuukaluston tehokkaamman hyödyntämisen.



Kuva 3. CO₂, vähennyskustannus eri tekniikoilla.

4.1.3. Johtopäätökset

Mikäli olemassa oleva kuivaamo on tilan lähitulevaisuuden tarpeisiin sopiva ja tilalla halutaan parantaa kasvihuonekaasutasetta tai käyttää esim. itse tuotettua polttoainetta, on joko nykyiseen lämpölaitokseen kytketyn lämmönvaihtimen tai jopa kokonaisen biopolttoainetta käyttävän kuivaamouunin asentaminen yksinkertaisin vaihtoehto. Tässä tutkimuksessa käytetyillä investointikustannuksilla näiden vaihtoehtojen taloudellinen hyöty jäi kuitenkin kyseenalaiseksi.

Sen sijaan kotieläintilalla, jonka ruokintajärjestelmässä pystytään hyödyntämään murskeviljaa, pystytään karsimaan viljansäilönnän kasvihuonekaasupäästöjä tehokkaasti myös viljan murskesäilönnällä. Uusissa kuivaamoinvestoinneissa myös nykyaikaisen kylmäilmakuivaamon rakentaminen on harkinnan arvoinen vaihtoehto. Kylmäilmakuivaus säästää energiaa ja mahdollistaa pienenkin olemassa olevan lämpökeskuksen tehokkaan käytön viljankuivauksen apulämpönä. Tehokkaan energiankäyttönsä johdosta kylmäilmakuivaus ja viljan murskesäilöntä osoittautuivat edullisimmiksi viljan säilytysratkaisuiksi. Sekä kylmäilmakuivaamossa että viljan tuoresäilönnässä tulee tiedostaa tekniikan rajoitukset viljan loppukäytölle.

Viitteet

- Anon. 2011. Suomen toinen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-2. Energia- palveludirektiivin (32/2006/EY) 14 artiklan mukainen raportointi Euroopan komissiolle. 27.6.2011.
- Ahokas J. 2011. Viljankäsittelyn tehostaminen tulevaisuuden yksiköissä. <http://www.energia-akatemia.fi/>
- Energiamarkkinavirasto. 2013. EUA-huutokaupat 2013-2020. Url: http://www.emvi.fi/files/EUA-huutokaupat_2013-2020.xlsx, viitattu 9.12.2013.
- Hietala, J. 2011. Murskeviljaurakointi ja erilaiset koneketjut. Opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu.
- IAE. 2013. CO₂ Emissions From Fuel Combustion Highlights 2013. CO₂ emissions per kWh from electricity generation. International Energy Agency Publication. 50 p. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2emissionfromfuelcombustionHIGHLIGHTS.pdf>
- Koivisto, H. 2013. Kuivaus säästää aikaa ja rahaa. Koneviesti 4/2013. s. 80 – 81.
- Koskiniemi, E. 2009. Kannattavuus. Teoksessa: Koskiniemi, E. (toim.). Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella – opas. Metsäkeskukset: 24 – 25. <http://www.puulakeus.net/docs/109-Ne6-viljankuivausopas.pdf>
- Luke 2015. Satotilasto: Viljelykasvien sato vuonna 2014. <http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto>

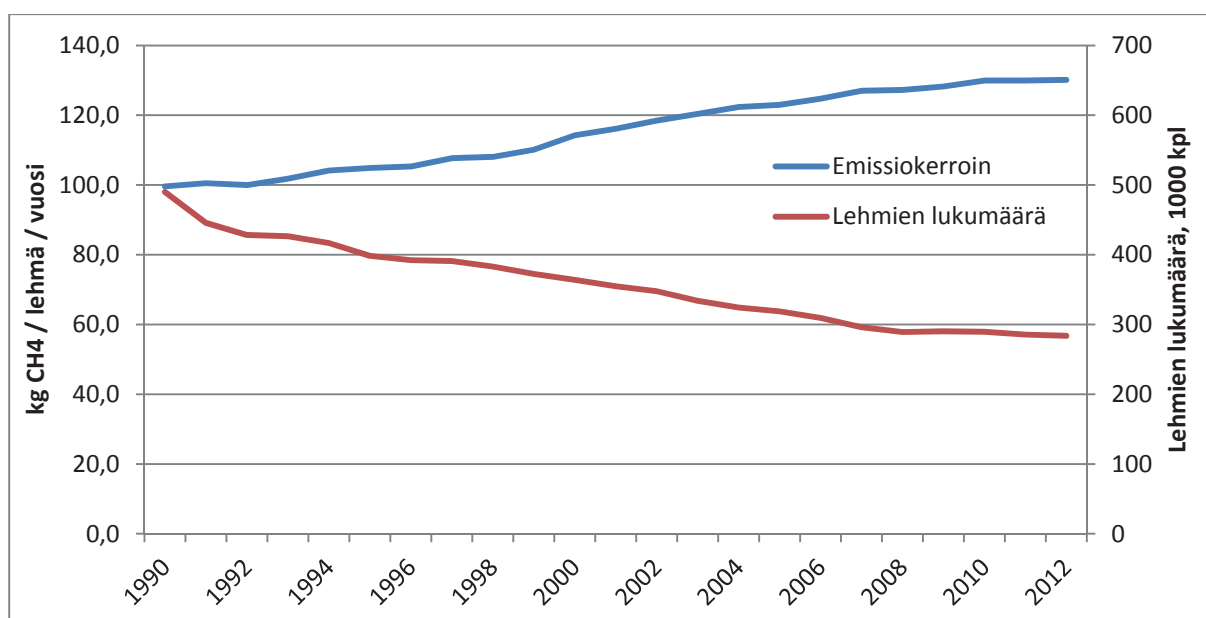
- Palva, R., Jaakkola, S., Siljander-Rasi, H., Valaja, J., Root, T. & Peltonen S. 2005. Viljan tuoresäilöntä. Teoksessa: Palva, R., Kirkkari, A-M. & Teräväinen, H. (toim.). Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108: Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 1012: 55 – 66.
- Peltola, A. & Kallioniemi, M. 1988. Viljankuivausopas. Työtehoseuran julkaisuja.
- Tike 2010. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2008: National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 1990-2008.
- Tike 2013a. Kasvihuonekaasupäästöt. <http://tilastokeskus.fi/til/khki/index.html>
- Tike 2013b. Satotilasto
- Tike 2013c. Viljan varastot, hankinta ja käyttö maataloilla 1.7.2011 - 30.6.2012
- Tike 2013d. Polttonesteiden kuluttajahinnat

5. Tuottavuuden parantaminen kotieläinsektorilla

Pellervo Kääsi ja Olli Niskanen

Kotieläinten ruoansulatuksen päästöt ovat vähentyneet noin 16 prosenttia vuodesta 1990, erityisesti nautojen kokonaislukumäärän vähentymisen takia. Vuosina 1990–2008 eläinten lukumäärä vähentyi kolmanneksella, jolle tasolle määrä on viime vuosina likimain vakiintunut (Kuva 1). Naudanlihantuotanto on vähentynyt lähes saman verran 31 %, mutta maidontuotanto vain 15 %. Tuottavuus suhteessa eläinmäärään on siten parantunut enemmän maidontuotannossa kuin lihantuotannossa. Suomalaisessa tuotantjärjestelmässä nämä kaksi ovat tosiin toisiinsa sidoksissa, sillä naudanlihasta yli 80 % on peräisin maitorotuisista nautoista.

Tuottavuuden parantaminen tarkoittaa sitä, että samalla panosmäärällä saavutetaan enemmän tuotosta tai että sama tuotosmäärä saavutetaan pienemmällä panoskäytöllä. Vuosina 1990–2012 maidon keskituotos on kasvanut 5700 litrasta 8100 litraan. Tuotostason kasvu on samanaikaisesti lisännyt lehmien energian tarvetta 250 megajoulestä 330 megajouleen. Laskennalliset metaanipäästöt ovat samalla nousseet 100 metaanikilosta 130 metaanikiloon (Kuva 1).

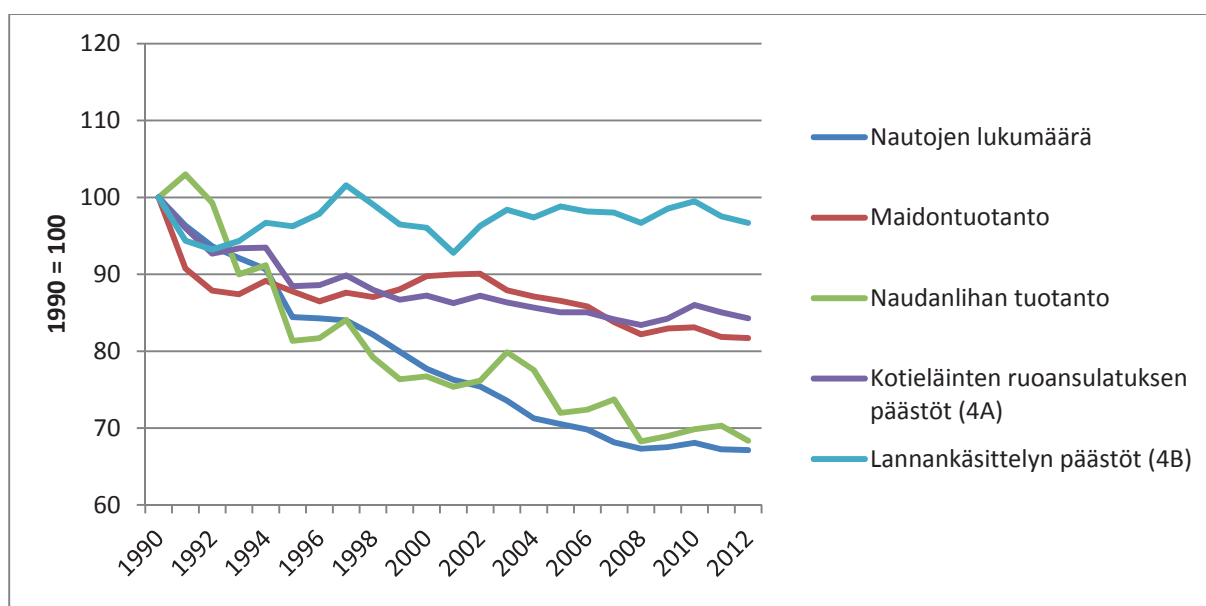


Kuva 1. Lehmien lukumäärän ja eläinkohtaisten metaanipäästöjen kehitys päästöinventaarion mukaan (Statistics Finland, 2013)

Ruoansulatuksen metaanipäästöt lasketaan kasvihuonekaasujen inventaarioraportissa esitetyillä kaavoilla (Statistics Finland 2013, s. 258). Lypsykarjan osalta huomioidaan ylläpitoon, maidontuotantoon ja tiineyteen kuluva energiankulutus, joiden summana saadaan kokonaisenergiankulutus (GE). Lihakarjan osalta huomioidaan luonnollisesti myös elopainon muutos. Tehokkuutta laskelmassa huomioidaan kaavassa olevalla kertoimella, joka kuvaa ulosteiden mukana poistuvaa dieetin energiaa, eli osuutta jota eläin ei hyödynnä. Metaaninmuodostuminen lasketaan kertoimella bruttoenergian kulutuksesta. Sekä hyödyntämättömän energian osuuden ja metaaninmuodostumisen kertoimet ovat vuoden 2013 inventaarioraportissa vakioitu vuosille 1990–2012, joten tähän asti käytetty laskenta ei edes voisi huomioida mahdollista rehuhyötysuhteen parantumisen aikaansaamaa tuottavuuskasvua ja päästöjen suhteellista muutosta.

Nautojen jalostusohjelmissä rehuhyötysuhteelle ei ole vielä saatavilla jalostusarvoa. Ongelmana arvon kehittämässä on eläinkohtainen rehunkulutuksen arviointi, jonka kattava mittaaminen tilatasolla on vaikeaa.

Naudanlihantuotannon yksikköpäästöihin voitaisiin vaikuttaa nimenomaan rehuhyötysuhteen parantamisella, eli niin, että syönti tuotettua lihakiloa kohden vähentyisi. Varsinaisesti lihantuotantoon jalostettujen rotujen, tai niiden ja maitorotujen risteysten osuus nautapopulaatiosta on kuitenkin pieni. Maitorotujen jalostuksen ensisijainen tavoite on maidontuotannon edistäminen, paitsi tuotoskykyä, myös rakennetta ja kestävyyttä parantamalla. Sekä lihantuotantoa että maidontuotantoa palvelisikin nykyistä voimakkaampi tuotannonhaarojen eriyttäminen lisäämällä liharoturisteytysten käyttöä siemennyksissä. Maidontuotannon korkean uudistuseläinten tarpeen vuoksi tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ilman teknologian hyödyntämistä.



Kuva 2. Nautojen lukumäärän, maidon- ja naudanlihantuotannon sekä kotieläintuotantoon suoraan sidonnaisten päästöjen suhteellinen kehitys 1990–2012 (Tike 2015; Statistics Finland 2013)

Tuottavuuskehityksen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin näkyy laskentalogiikassa lähinnä suuremman maitotuotoksen myötä pienempänä ylläpitoon tarvittavan energiamäärän osuutena. Kokonaistasolla siis kun pienempi määrä eläinyksilöjä tuottaa saman tuotoksen, on yksilöiden yhteenlaskettu ylläpitoenergian tarve pienempi kuin suuremmalla eläinmäärällä ja pienemmällä tuotostasolla. IPCC:n kaavojen mukaan lypsylehmän energiankäytöstä vuonna 1990 kului keskimäärin 26 % ylläpitoon ja 70 % maidontuotantoon. Vuonna 2012 luvut olivat 23 % ja 73 %. Tehokkuuden paranemisella saavutettavua päästövähennyksiä tulisikin tarkastella suhteellisina muutoksina tuotantoon nähden, esimerkiksi päästöinä per tuotettu maitolitra tai tuotettu lihakilo. Van Doorslaerin ym. (2015) tutkimuksen mukaan globaaleilla markkinoilla päästöjen vähentäminen omaa tuotantoa pienentämällä voi aiheuttaa vastaavan tuotannon lisäyksen toisaalla ja siten päästöjen vähentämisen hyöty kumoutuu.

5.1. Naudanlihantuotannon tehostaminen uusilla teknologioilla

Poikiminen on edellytys paitsi maidontuotannon käynnistämiseksi myös uudistamiseen tarvittavien vasikoiden tuotannolle. Sonnivasikat, sekä osa syntyvistä lehmävasikoista kasvatetaan lihantuotantoon. Suomessa naudanlihantuotanto perustuukin suurimmaksi osaksi maidontuotannosta peräisin olevaan eläinainekseen. Vuodessa naudanlihaa tuotetaan runsaat 80,3 miljoonaa kiloa vuodessa, josta yli 80 % maitorotuisista naudoista. Kulutus on noin 100,5 miljoonaa kiloa josta 22 % katetaan tuontinaudanlihalla (Niemi ja Ahlstedt 2013).

Nykyteknologia tarjoaa lehmien lisääntymiseen mahdollisuuksia, joilla voidaan vaikuttaa sekä syntyvien jälkeläisten sukupuoleen että tuotanto-ominaisuuksiin (Heikkilä ja Peippo 2012). Sukupuolilajitellun siemenen käytöllä voidaan lisätä toivottujen, jalostusarvoltaan hyvien lehmävasikoiden

osuutta syntyvistä jälkeläisistä ja vastaavasti myös liharotusiemennysten osuutta siemennyksistä. Liharotusiemennysten osuutta lisäämällä voitaisiin lisätä ruhojen lihakuutta sekä lisätä naudanlihan tuotannon tehokkuutta paremmalla kasvunopeudella ja samalla vähentää tuotettua lihakiloa kohti aiheutuneita kasvihuonekaasupäästöjä. Liharotusiemennysten käyttömäärää suomalaisilla maitotiloilla on suositeltu pidettävän 10–20 prosentin tasolla. Käytännössä toteutuma on kuitenkin ollut viime vuosina vain noin 5–6 prosentin luokkaa. Tässä tarkastellaan kustannuksia ja hyötyjä, jotka aiheutuisivat liharotusiemennysten osuuden nostamisesta lypsylehmien siemennyksissä. Liharotusiemennysten määrän kasvu mahdollistuu sekä X-puolisella lajittelulla varmistetaan riittävä lypsykarjan uudistuseläinten tuotanto. Myös Y-puolisten sukupuolilajiteltujen siemennyksien määrää lisätään erityisesti maidontuotannon jalostusarvoltaan heikoimmilla hiehoilla.

Nautojen metaanipäästöt

Metaania vapautuu märehitijöiden pötsin aineenvaihdunnasta, kun pötsin mikrobit hajottavat erittämensä entsyymien avulla rehun eloperäistä ainesta. Metaania syntyy vastaavasti myös lannan hajoessa hapettomissa olosuhteissa. Metaanintuotannon arviointiin bruttoenergiansaannin perusteella on käytössä IPCC:n (2006) esittämä kaava,

$$M = (GE * Y_m * 365) / (55.65 \text{ MJ/kg CH}_4) \quad (1)$$

jossa M on eläinakohtaiset metaanipäästöt (kg) vuodessa, GE on eläimen päivittäinen bruttoenergian saanti (MJ GE/pv) ja Y_m on muuntokerroin, joka kertoo kuinka paljon energiaa jokaista syötyä bruttoenergiayksikköä kohti menetetään metaanina. IPCC (2006) määrittelee muuntokertoimen arvoksi $0,06 \pm 0,005$, tässä tapauksessa keskimääräistä arvoa 0,06. Lukuarvo 55,65 kuvaa metaanikilon energiasältöä (MJ/kg CH₄) (IPCC 2006). Nauta käyttää rehujen energiasta vain noin 6-8 prosenttia lopputuotteen eli lihaksen muodostamiseen. Metaanipäästöjen vähentämispotentiaali perustuu liharoturisteytysten maitorotuisia parempaan rehuhyötysuhteeseen ja kasvuominaisuuksiin. Kasvun tehokkuutta, samoin kuin metaanipäästöjä, voidaan mitata bruttoenergian saannilla per tuotettu lihakilo. Suhdetta voidaan tarkastella tehtyjen ruokintakokeiden tulosten pohjalta. Tätä tarkastelua varten metaanintuotannon yhtälö muutettiin kuvaamaan hetkellistä metaanintuotantoa poistamalla vuotuiskerroin 365. Näin voitiin vertailla muutoksia eläinpaikkojen metaanintuotannossa eläimen rodun tai sukupuolen muuttuessa.

5.1.1. Aineisto ja menetelmät

Teurastettavien eläinten lukumäärän mallintaminen

Lypsykarjalouden on tuotettava riittävästi uudistukseen kasvatettavia vasikoita. Lihantuotantoon käytettävissä olevien nautojen lukumäärän selvittämiseksi laadittiin laskentamalli siemennys- ja uudistus päätösten vaikutusten selvittämiseksi nautapopulaatioon. Lähtökohtana käytettiin Tuotosseurannan tietoja, joiden mukaan lypsykarjan uudistusnopeus on ollut noin 35 % (**Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.**). Vasikoiden lukumäärä (Y_v) lasketaan lehmäluvun (X_{LL}), vasikkakuolleisuuden (X_{VK}) ja vuotuisten poikimisten tulona. Uudistusprosentti lasketaan hiehojen poikimäiän ($X_{ikä}$) ja lehmien poistoiän (X_{pi}) funktiona.

Lihantuotantoon käytettävissä oleva hiehojen määrä saadaan kun uudistushiehojen määrästä vähennetään lehmävasikoiden lukumäärä. Lehmävasikoiden lukumäärä lasketaan kaavalla 2, jossa syntyneiden vasikoiden lukumäärä kerrotaan sukupuolilajiteltujen siemennysten (X_x ja X_y) ja niiden lehmävasikkapitoisuuden matriisitulolla. Termi X_R on sonnin rotua esittävä vektori, johon määritetään kunkin siementyyppin sonnivotu. Eli jos halutaan esimerkiksi laskea liharotuisien vasikoiden määrä kun 6,5 % käsittelemättömistä siemennyksistä tehdään liharotuisella, olisi tämä vektori muotoa [0,065;0;0].

$$Y_{VLX} = Y_V \times \left([X_R] \times \begin{bmatrix} 1 - (X_X + X_Y) \\ X_X \\ X_Y \end{bmatrix} \right)^{-1} \times [X_S] \quad (2)$$

Taulukko 1. Karjan uudistustarpeen parametrit

		Lypsylehvät		Emolehvät	
X_{LL}	Lehmäluku	283115	¹⁾	57333	¹⁾
X_{VK}	Vasikkakuolleisuus	0,0821	³⁾	0,04	⁴⁾
X_{KP}	Kaksospoikimisia	0,042	⁵⁾	0	
X_{PV}	Poikimaväli, pv	418	²⁾	365	
X_{PK}	Keskipoikimakerrat	2,32	²⁾	7,00	
X_{Pi}	Poistoikä, v	5,1	²⁾		
$X_{ikä}$	Hiehon poikimaikä, kk	26,8	²⁾		
X_X	X-lajiteltujen osuus siemennyksistä	0,03			
X_Y	Y-lajiteltujen osuus siemennyksistä	0			
X_B	Liharotusiemennysten osuus käsittelemättömistä siemennyksistä	0,065	⁴⁾		
	Lehmävasikoiden osuus eri siemennyskäsitelyissä				
X_S	Käsittelemätön siemen	0,49			⁶⁾
	X-lajiteltu siemen	0,9			⁶⁾
	Y-lajiteltu siemen	0,15			⁷⁾

1) Tike 2014; 2) ProAgria Tuotosseuranta; 3) Oksman ym. 2012; 4) Nauta 4 / 2013; 5) N. Silva Del Río ym. 2007; 6) Heikkilä ja Peippo 2012; 7) Viking Genetics Y-Vik –tiedote

Näiden tietojen perusteella saatiin laskettua lehmän tuotosvuosien määräksi (vuotta ensimmäisestä poikimisesta) 2,7 ja vuotuiseksi poikimakerraksi / lehmä 0,87. Uudistusprosentiksi muodostui 35 %. Lisäksi oletettiin lypsykarjan kokonaismäärän vähenevän 1 %:n vuodessa.

Edellä esitettyjen parametrien perusteella laskettuja hiehojen ja sonnien lukumääriä verrattiin vuoden 2013 toteutuneisiin teurastilastoihin (Taulukko 2). Mallin perusteella lasketut eläinmäärät sekä niihin johtaneet siemennysoletukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 2. Mallinnetut ja toteutuneet teurastukset vuonna 2013

	Toteutunut 2013	Malli
Sonnien teurastukset	140 200	141 800
Hiehojen teurastukset (ruhoa / vuosi)	37 500	38 200

Sukupuolilajittelu heikentää siemenen laatua ja sen seurauksena lisää uusimisten tarvetta. Skenaariorissa matalamman uusimattomuusprosentin aiheuttama poikimavälin muutos otettiin huomioon laskemalla uusimisia kohden 21 päivän eli yhden kiimakierroksen pituinen lisääntymisaika. Painotettu vaikutus keskimääräiseen poikimaväliin oli yhden päivän verran (Taulukko 3). Poikimavälin venyminen alensi vuodessa syntyvien vasikoiden määrää. Muiden kuin poikimavälin ja siemennyskäsitelyjen lukumäärän oletettiin pysyvän ennallaan lasketuissa vaihtoehtoisissa ratkaisuissa.

Taulukko 3. Siemennysstrategiat sekä mallin tuottamat eläinmäärät lähtötilanteessa ja skenaariossa

	Lähtötilanne	Skenaario
X-seksattujen osuus siemennyksistä	3,0 %	16,4 %
Y-seksattujen osuus siemennyksistä	0,0 %	16,1 %
Liharotusiemennysten osuus käsittelemättömistä siemennyksistä	6,5 %	16,9 %
Liharotusiemennysten osuus Y-lajitelluista	100 %	100 %
Painotettu uusimattomuusprosentti	47 %	43 %
Poikimaväli	418	419
Lehmävasikat	118770	118529
Hiehoja lihantuotantoon	20996	20755
Sonneja lihantuotantoon	115182	114943
Hiehot, liharoturisteytys	3669	9474
Sonnit, liharoturisteytys	3928	28736

Maito- liharisteytysten kasvu- ja rehunkulutus

Huuskosen ym. (2013) kasvatuskokeen mukaan maito (ayrshire (AY))- ja liharoturisteytysten (aberdean angus (AB), blonde d'Aquitaine (BA), limousine (LI)) jälkeläisillä kasvutulokset olivat paremmat kuin puhtaiden AY-rotuisten sonnien. Nopeamman kasvun ansiosta liharoturisteytykset saavuttivat teuraspainon 5 päivää puhtaita maitorotuisia aiemmin, vaikka teuraspainotavoite oli 30 - 50 kg korkeampi kuin maitorotuisilla sonneilla. Lisäksi lihakuus oli parempi kuin puhtailla maitorotuisilla sonneilla. Huolimatta eroista kasvunopeudessa ja ruhon ominaisuuksissa, risteytyseläimet kuluttivat kokeen aikana yhtä paljon rehua kuin maitorotuiset eläimetkin.

Lihanaudan sukupuoli vaikuttaa kasvunopeuteen rotua enemmän. Esimerkiksi puhtaiden AY-sonnien kasvunopeus oli Huuskosen ym. (2012) selvityksessä 532 g/pv, kun vastaavan rodun hiehojen kasvunopeus oli vain 381 g/pv. Eri eläinryhmien loppukasvatuksen rehunkulutuksen arviointiin käytettiin sonnien osalta Huuskosen (2013) kokeen keskimääräistä rehunkulutusta 9,4 kg ka / pv (GE 175 MJ / pv). Hiehojen loppukasvatuksen rehunkulutuksena käytettiin Lammisen (2012) kokeen loppukasvatuksen rehunkulutusta maitorotuisilla naudoilla 7,13 kg ka / pv (GE 133 MJ / pv). Eläinten ensimmäisten kuuden elinkuukauden rehunkulutus oletettiin yhteneväiseksi rodusta ja sukupuolesta riippumatta.

Kasvatusaikoina ja teuraspainoina käytettiin Huuskosen ym. (2012) valtakunnallista teurasaineistosta laskemia arvoja. Myös ruhojen luokittuminen poikkesi risteytyseläimillä puhdasrotuisiin verrattuna. Eri eläinryhmien väliset erot metaanintuotannossa johtuvat siis joko erossa päivittäisessä bruttoenergiankulutuksessa (sonnit vs. hiehot) tai kasvuajassa (maitorotuiset vs. risteytykset).

Taulukko 4. Keskimääräiset teurasiät ja -painot (Huuskonen 2012)

		Sonnit	Hiehot
Teurasikä, pv	Maitorotuinen	590	490
	Risteytys	588	475
Teuraspaino, kg	Maitorotuinen	331	204
	Risteytys	371	234

Taulukko 5. Maito- ja risteytysrotuisten nautojen lihantuotanto nykytilanteessa

	Eläinten määrä, kpl	Lihantuotanto, 1000 kg	Loppukasvatuksen bruttoenergia, GJ/1000 kg	Loppukasvatuksen bruttoenergia, GJ	Metaaninmuodostus, 1000 kg
Maitorotuisia sonneja lihan tuotantoon	111250	36850	217	8000500	9340
Risteytyssonneja lihan tuotantoon	3930	1460	192	280700	330
Maitorotuisia hiehoja lihan tuotantoon	17330	3500	204	714000	830
Risteytyshiehoja lihan tuotantoon	3670	850	169	143800	170
Yhteensä sonnit	115180	38310	216	8281200	9670
Yhteensä hiehot	21000	4350	197	857800	1000

5.1.2. Tulokset

Muutokset siemennyskustannuksessa

Sukupuolilajittelua siemennyksissä hyödyntäen lihanautaristeytysten osuus olisi mahdollista nostaa ainakin 25 prosenttiin siemennyksistä (Huuskonen ym. 2012). Tämä tavoite voidaan saavuttaa esimerkiksi varmistamalla naaraspuolisilla (maitorotuiset) siemennyksillä osa uudistusvasikoiden määräästä ja siementämällä osa heikoimmista lehmistä Y-puolisella liharotuisella sonnilla. Lisäksi osan käsittelemättömistä siemennyksistä voisi tehdä nykyiseen tapaan liharotuisella sonnilla. Siemennysstrategian muutoksen vaikutuksia on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Maito- ja risteytysrotuisten nautojen lihantuotanto lisättäessä sukupuolilajitellun siemenannosten käyttöä (Skenaario)

	Eläinten määrä, kpl	Lihantuotanto, 1000 kg	Loppukasvatuksen bruttoenergia, GJ/1000 kg	Loppukasvatuksen bruttoenergia, GJ	Metaaninmuodostus, 1000 kg
Maitorotuisia sonneja lihan tuotantoon	86210	28550	217	6199400	7240
Risteytyssonneja lihan tuotantoon	28740	10690	192	2053200	2400
Maitorotuisia hiehoja lihan tuotantoon	11280	2280	204	464900	540
Risteytyshiehoja lihan tuotantoon	9470	2210	168	371200	430
Yhteensä sonnit	114950	39240	210	8252600	9640
Yhteensä hiehot	20750	4490	186	836100	980

Sukupuolilajiteltujen siemenannosten tuottaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, joiden oletetaan sisältyvän tuottajan maksamaan siemennyksen hintaan. Lisäksi hintoihin vaikuttavat Faba-Osuuskunnan jäsenyys ja tuotosseurannan jäsenyys. Laskelmassa tila on oletettu molempien jäsenyyksien haltijaksi. Sukupuolilajittelun matalampi uusimattomuusprosentti osaltaan lisää siemennyskustannusta tiineyttä kohden (Taulukko 7 ja 8).

Taulukko 7. Siemennyskustannukset

	Maito- rotu, ei lajitte- lua	Maito- rotu, ei lajitte- lua, ensikot	Liha- rotu, ei la- jitte- lua	Liharo- tu, ei lajitte- lua, ensi- kot	Maito- rotu, X- lajiteltu	Maito- rotu, X- lajitel- tu, en- sikot	Liha- toru, Y- lajitel- tu	Liha- rotu, Y- lajitel- tu ensi- kot
Lehmävasikat 1)	49 %	49 %	49 %	49 %	90 %	90 %	15 %	15 %
Sonnivasikat 1)	51 %	51 %	51 %	51 %	10 %	10 %	85 %	85 %
Uusimattomuus- prosentti 1)	44 %	56 %	44 %	56 %	30 %	42 %	30 %	42 %
Tuotosseurannan jäsenyys 2)	18	18	18	18	18	18	18	18
Jalostussuunni- telma 3)	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Seminologin käyn- timaksu (Faba osk. jäsen), oletus 2 siemennys- tä/käynti 2)	16	16	16	16	16	16	16	16
Siemenannos, nuorsonni 4)	10	10	6	6	20	20	20	20
Siemenannos, va- liossonni 4)	18	18	6	6	31	31	31	31
Siemennyskustan- nus yht/tiineys (alv 0 %)	65,60	58,90	50,10	46,80	116,20	93,10	116,20	93,10

1) Heikkilä ja Peippo (2012); 2) Tilamaksu 60e, tuotosseurannan jäsenyys = 300e, lehmämaksu 12*60=720 = 1080e => 18e/lehmä. Tuotosseurannan kattavuus 2012 n. 80% lehmistä. (Faba 2014); 3) Jalostussuunnitelma 87e/vuosi/karja (Faba 2014); 4) Faban siemenannosten hinnat alkuvuonna 2014. (Faba 2014)

Laskelmassa huomioimattomia kustannuksia ovat jokaiseen siemennykseen liittyvät varsinaisen siemennyksen oheinen kiiman tarkkailutyö sekä poikimavälin pidentymisen mahdollisesti aiheuttamat välilliset kustannukset maidontuotantoon (Heikkilä ja Peippo 2012).

Taulukko 8. Nykytilanteen siemennyskustannukset

	Tiineyksiä, kpl	Hinta/tiineys, euroa	Yhteensä, euroa
Maitorotu	224214	64	14255448
Maitorotu X	7417	109	810710
Liharotu	15587	48	751861
Liharotu, Y	0	109	0
Yhteensä	247218	64	15818019

Taulukko 9. Siemennyskustannukset, kun lihantuotantoon tulevista sonneista 25 % on liharoturisteytyksiä (skenaario)

	Tiineyksiä, kpl	Hinta/tiineys, euroa	Yhteensä, milj. euroa
Maitorotu	138417	64	8,80
Maitorotu X	40423	109	4,42
Liharotu	28056	48	1,35
Liharotu, Y	39820	109	4,35
Yhteensä	246716	77	18,93

Siemennyksistä aiheutuvat kustannukset kasvaisivat noin 3,16 miljoonaa euroa, tiineyttä kohden kustannukset nousisivat noin 13 euroa. Hyödyt muodostuvat kasvaneesta lihantuotannon arvosta, joka muodostuu kasvaneesta lihan kokonaistuotannosta ja lihanautojen sukupuolijakauman muutoksesta hiehonlihaa arvokkaampaan sonnilihan tuotantoon sekä risteytysnautojen ruhojen maitorotuisia paremmasta luokittumisesta.

Muutokset nautanlihan loppukasvatuksen metaanintuotannossa ja myyntituotoissa

Huuskosen ym. (2012) tarkastelemisissa teurasaineistossa risteytykset johtivat parempaan lihakuuteen, mutta myös korkeampaan rasvaluokitukseen (**Virhe. Viitteen lähde ei löytenyt.**). Ruhohinnat on laskettu vuoden 2014 alkuvuoden tilastoitujen hintojen mukaan (Tike 2014). Tilastoidut hinnat oli määritetty lihakuusluokkiin 5-portaisella asteikolla (EUROP), askelten välille laskettiin lineaarinen yhteys, jotta hinta saatiin määritettyä 15-portaiselle asteikolle. Näin mallinnettiin ruhojen jakautuminen eri lihakuusluokkiin, kun keskimääräinen luokitus osui 5-portaisen asteikon asteiden väliin. Loppullinen hinta laskettiin painotettuna emän rodulla. Painotuksena käytettiin AY-karjan osuutena populaatiosta 64 %.

Taulukko 10. Ruhojen luokittuminen (Huuskonen ym. 2012) ja teurashinnat euroa (Tike 2014)

		Ruholuokitus		Ruhohinta		Emän rodulla painotettu hinta	
		Puhdas	Risteytys	Puhdas	Risteytys	Puhdas	Risteytys
Sonnit	AY	o2	r-3	353	384	347	405
	FR	o-2	r-3	337	405		
Hiehot	AY	p+3	o3	262	308	262	308
	FR	p+3	o3	262	308		

Suurin hyöty liharotusiemennysten lisäämisestä syntyy kasvaneesta lihantuotannon kokonaisarvosta. Arvonnousu muodostuu sekä lihantuotannon kokonaismäärän kasvusta että risteytysrotuisten paremmasta lihan hinnasta. Muita hyötyjä ovat alentunut loppukasvatuksen kokonaisbruttoenergia liharoturisteytysten paremman rehuhyötysuhteen kautta. Saavutettava säästö metaanipäästöissä on marginaalinen maatalouden kokonaispäästöihin verrattuna. Tuotettua lihakiloa kohden metaaninmuodostus kuitenkin alenisi noin 3 %. Hyötyjen lukuarvot on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Hyödyt lisättäessä sukupuolilajitellun siemenen käyttöä

Lihantuotannon arvo, euroa	9 536 000
Lihantuotannon muutos, kg	1 070 000
Loppukasvatuksen bruttoenergia GJ	-50 300
Metaaninmuodostus, kg	-50 000
Metaani, CO2 ekv. tonnia (ekv. kerroin 25)	-1250

5.1.3. Johtopäätökset

Naudanlihantuotantoa voidaan tehostaa sukupuolilajittelun siemenen käyttöä lisäämällä. Pitkällä aikavälillä tehostamisen keinoja ovat esimerkiksi rehuhyötysuhteen (esim. Hietala 2006) tai lihakkuiden jalostaminen, mutta siemennysstrategian muutos uuden teknologian nykyistä laajempaan käyttöön olisi mahdollista toteuttaa verrattain lyhyessä ajassa. Lisäksi sukupuolilajittelun siemenen käytön lisäämisellä voitaisiin edesauttaa jalostuksen etenemistä. Sörensen ym. (2011) mukaan perinnöllinen edistyminen on 2,1 kertaa nopeampaa vuodessa sukupuolilajittelulla siemenellä tavalliseen verrattuna.

Sukupuolilajittelun teknologia kehittyä, mutta tällä hetkellä lajittelun suurimpia haittoja ovat alentunut tiinehtymisen todennäköisyys (mm. Andersson, 2006) ja ylimääräisen laboratorioityön aiheuttama lisähinta. Tällä hetkellä Suomessa saatavilla olevien siemennysannosten sukupuolilajittelu X- ja Y-puolisiksi tehdään Viking Geneticsin päätoimipaikalla Tanskan Assentoftissa. Teknologian kehittäjä suosittaa lajittelun siemennesteen käyttöä toistaiseksi vain hiehoille (Heikkilä ja Peippo 2012). Liharoturisteytysten käytön yhteyttä poikimavaikeuksiin käsiteltiin Nauta-lehden numerossa (4/2013). Tilastojen valossa pelko poikimavaikeuksien lisääntymisestä on nykyään turhaa. Aikaisemmin lypsylehmät olivat kooltaan nykyistä pienempiä, ja liharotusonnit oli valittu keinosiemennykseen lähinnä hyvien kasvuominaisuuksien perusteella. Tämä aiheutti myös ongelmia. Nykyään risteytyskäyttöön valittavat sonnit valitaan eri kriteereiden perusteella kuin ne sonnit, jotka on tarkoitettu puhtaiden liharotujen jalostukseen. Risteytyssonnien valinnassa ratkaisee ennen kaikkea poikimahelpous. Vasikkakuolleisuus onkin tänä päivänä samaa luokkaa risteytyssemennyksissä kuin puhtaalla maitorodulla siemennettäessä.

Metaanipäästöjen vähentämispotentiaali jää melko pieneksi verrattuna maatalouden laskennalliseen kokonaispäästö määrään, mutta muiden hyötyjen osalta teknologian käytön lisääminen vaikuttaisi erittäin kannattavalta. Risteytysrotujen käytön lisääminen naudanlihantuotannossa vähentää päästöjä per tuotettu lihakilo, koska lihantuotannossa saavutaan kasvua panoskäytön pysyessä likimain ennallaan.

Viitteet

- Andersson, M., Taponen, J., Kommeri, M. & Dahlbom, M. 2006. Pregnancy rates in lactating Holstein-Friesian cows after artificial insemination with sexed sperm. *Reprod. Domest. Anim.* 41, 95-97.
- Faba 2014. Palveluhinnasto. <http://www.faba.fi/palvelut/hinnasto>. Viitattu 25.2.2014.
- Heikkilä, A-M & Peippo, J. 2012. Uuden teknologian optimaalinen hyödyntäminen lypsykarjan uudistamisessa. SMTS 2012.
- Hietala, P. 2011. Metaanipäästöjen vähentäminen naudanlihantuotannossa residuaalisen syönnin jalostusvalinnan avulla. Maisterintutkielma. HY, Maataloustieteiden laitos.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2013. Maito- ja liharodun risteytyksillä tehoa naudanlihantuotantoon. *Maaseudun tiede* 2/2013.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Hyrkäs, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2012. Maito-liharoturisteytyssonnien ja -hiehojen kasvu- ja teurasominaisuudet. SMTS 2012.
- Huuskonen, A., Rantakangas, A., Kokkonen, J., Kauppinen, R., Kainulainen, P., Lindeberg, H. & Suhonen, P. 2004. Liharotusiemennykset osana lypsylehmien uudistusstrategiaa. MTT:n selvityksiä 68. 30 s.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, forestry and other land use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (toim). IGES, Japan.
- Niemi, J. & Ahlstedt, J. (toim.). Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2013. 96 s. 2013. MTT Julkaisuja No 114.
- Oksman, A., Korhonen, A., Hartikainen, K., Kauppinen, R., Kainulainen, P., Suhonen, P., Huuskonen, A., Korhonen, P. & Nokka, S. 2012. Tuotantomuodon, karjakoon, keskituotoksen ja maidon bakteeri- ja solupitoisuuden vaikutus vasikkakuolleisuuteen lypsykarjatililla Pohjois-Savossa. http://www.smts.fi/Posteri_Elaintenhoito/Oksman_Tuotantomuodon.pdf

- Silva Del Río, N., Stewart, S., Rapnicki, P., Chang, Y.M. & Fricke, P.M., 2007. An Observational Analysis of Twin Births, Calf Sex Ratio, and Calf Mortality in Holstein Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* Volume 90 (3), pp. 1255–1264.
- Sörensen M.K., Voergaard J., Pedersen L.D., Berg P. & Sörensen, A.C. 2011. Genetic gain in dairy cattle populations is increased using sexed semen in commercial herds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. Volume 128. Issue 4: 267-275 s.
- Tike 2014. Naudan ruhojen hinnat Suomessa.
http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/naudanlihan_hintaraportti_201404_20140129_121248.pdf. Viitattu 25.2.2014.
- Van Doorslaer, B., Witzke, P. Huck, I., Weiss, F., Fellmann, T., Salputra, G., Jansson, T., Drabik, D. & Leip, A. 2015. An economic assessment of GHG mitigation policy options for EU agriculture. Publications Office of the European Union. Luxembourg. 122 p. Saatavilla:
https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc90788_ecampa_final.pdf

6. Nautojen ruokinnan muutokset

Olli Niskanen

Vuonna 2013 kotieläinten tuottama metaani oli 34 % Suomen maatalossektorille laskettavista kasvi-huonekaasupäästöistä hiilidioksidiekvivalenteina tarkasteltuna. Suurin osa päästöistä aiheutuu metaanista (CH₄), jota muodostuu märehitijöiden pötsin anaerobisissa olosuhteissa, kun pötsin mikrobit hajottavat erittämiensä entsyymien avulla rehun orgaanista ainesta (Moss ym. 2000). Metaani on voimakas kasvihuonekaasu, hiilidioksidiin verrattuna sen vaikutus on 25-kertainen. Eläimen syömä rehumäärä on ylivoimaisesti tärkein metaanin tuotantoon vaikuttava tekijä, suhteessa rehun syöntiin muiden tekijöiden vaikutus tavanomaisilla lehmien ruokinnoilla on melko pieni. Keinojen arvioinnissa metaanin muutoksia pitääkin tarkastella esim. osuutena rehun bruttoenergiasta tai maitokiloa kohti. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen – julkaisussa esitettyjen simulointien mukaan, nautojen ruokinnan muutoksista rasvan lisäämisellä dieettiin oli suurin potentiaali päästöjen vähentämisessä (Regina ym. 2014). Tässä tarkastelussa syvennettiin rasvalisä -keinojen vaikutusten arviointia ja tarkasteluun lisättiin hinnat kustannus – hyötyanalyysiä varten.

6.1. Lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnan avulla

Rasvan lisäämisen dieettiin on havaittu vaikuttavan tuotetun metaanin määrään. Kattava kirjallisuuskatsaus rasvan vaikutuksista dieetissä on esitetty MTT raportissa 156 (s. 44-47). Tuotosvaste rasvalisäykselle on käyräviivainen ja runsas rasva siten vähentää maidontuotantoa (Huhtanen ym. julkaisematon). Rasvaa kannattaa lisätä rehuannokseen ainoastaan sen verran, että lisätuotot ja hyödyt vastaavat kustannuksia (Huhtanen ja Ramin 2013).

Maa- ja metsätalouden sekä muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöskenaariot (GAF) -hankkeessa Karoline-mallilla tehdyn simuloinnin perusteella lypsylehmillä annettu 0,5 kilon suuruisen rasvalisä alentaisi metaanipäästöjä noin 8 %. Lisäksi rasvalisä nostaa maidon rasvapitoisuutta ja energiakorjattu maitotuotos näin ollen nousisi 1,9 % (Regina ym. 2014). Tätä suurempi rasvalisän määrä nostaisi rasvan määrän koko ruokinnassa liian korkeaksi ja tuotosvastetta laskevaksi. Ohjeellinen yläraja dieetin rasvapitoisuudelle on 70 g/kg ka.

Tilatasolla tämän soveltaminen tarkoittaisi ruokintasuunnitelman muutosta. Suomen olosuhteissa eräs vaihtoehto saada dieettiin rasvalisää olisi käyttää öljyineen jauhettuja rypsinsemiä korvaamaan viljaruokintaa. MTT rehuarvotaulukon mukaan rypsin siemen sisältää 41,5 % raakarasvaa ja muilta ominaisuuksiltaan rypsi soveltuu hyvin lypsylehmien valkuaisrehuksi.

Hintatiedot kerättiin tilastojulkaisuista (Tike 2015, FAO 2015) tai johdettiin kotoisten rehujen tuotantokustannuksista (ProAgria 2014). Nettotuotantokustannuksessa tuotantokustannuksista on vähennetty oletetut kotieläintuotannon pinta-alatuet (Taulukko 1).

Taulukko 1. Ruokinnan komponenttien hinnat

	2010	2011	2012	2013	Keskiarvo	Lähde
Säilörehun tuotantokustannus	191	185	194	200	193	ProAgria
Säilörehun nettotuotantokustannus	96	92	97	100	96	Oma laskelma
Rehuohra	113	166	190	175	161	Tike
Kaura	119	168	184	169	160	Tike
Rypsi (Suomi)	333	442	468	409	413	Tike
Rypsi (Hampuri)	352	465	485	415	429	Fao/Oil World
Rypsirouhe (Suomi)	194	200	267	259	230	Tike
Rypsirouhe (Hampuri)	183	190	258	255	222	Fao/Oil World

Päästövähennysten kustannuksia tarkasteltiin Lypsikki-ruokintamallin (Huhtanen 2006) avulla. Lypsikki on rakennettu Excel-ympäristöön. Siinä dieetin optimointi perustuu empiirisesti tutkittuihin koostumuksen ja syönnin suhteisiin (Huhtanen ym. 2007, 2008, 2010), ruoansulatuksen assosiatiivisiin vaikutuksiin (Huhtanen ym. 2009) sekä maidontuotannon tuotosvasteisiin (Huhtanen ja Nousiainen 2012). Ruokinnat määriteltiin siten, että Lypsikkiin syötettiin lehmän paino, vakioitu energiakorjattu maitotuotos (VakioEKM) sekä havaittu energiakorjattu maitotuotos. Vakiotuotos kuvaa geneettistä tuotoskykyä ja se tarkoittaa tuotostasoa, jonka lehmä lypsää ruokinnalla, jossa kokonaissyönti-indeksi on 100 pistettä ja dieetin valkuaispitoisuus on 90 g/kuiva-ainekilo. Ruokinnan komponentit ja niiden hinnat annettiin taulukon 24 mukaisina. Lypsikin ohkeen rakennettiin Solver-ohjelma, joka valitsi vaatimukset täyttävän dieetin annetuista rehavaihtoehdoista ruokintakustannuksen minimointitavoitteella. Ruokinta suunniteltiin lehmälle, jonka tuotostaso lypsykauden 150. päivänä oli 32,1 kg EKM, vakiotuotos (Huhtanen ym. 2011) 32,1 kg EKM ja lehmän paino 660 kg. Rajoitteina annettiin, että jälkisadon osuus säilörehusta oli 40 % ja että ohraa ja kauraa oli aina 50–50 % suhteessa.

Ruokinnan perusvaihtoehdossa väkirehun osuus on 48 %. Malli valitsi ruokintaan ohra-kauran lisäksi rypsirouhetta valkuaisäydennykseksi 1,1 kg ja kokonaissyönti oli 20,7 kg. Ruokintapäivän hinnaksi muodostui 2,9 euroa/päivä. Toisessa vaihtoehdossa, jossa malli pakotettiin lisäämään rasvaa 500 g perusvaihtoehtoon nähden, malli lisäsi runsaasti rasvaa sisältävän rypsin siemenen osuutta. Kokonaissyönti laski hieman 20 kiloon. Ruokintapäivän hinta nousi arvokkaan rypsin vuoksi 7 %. Kolmannessa vaihtoehdossa dieetin rasvapitoisuus pakotettiin ohjeelliseen maksimiin 70 g/kg ka, jolloin öljypitoisen rypsin määrä kasvoi edelleen ja kokonaissyönti laski 19,8 kuiva-ainekiloon. Ruokintapäivän hinta nousi perusvaihtoehtoon verrattuna 11 % (Taulukko 2).

Taulukko 2. Dieetin koostumus eri rajoitteilla

	Perusvaihtoehto		Rasvalisä 500 g		Dieetin rasva 70g/kg ka	
	kg ka/pv	Hinta/pv:	kg ka/pv	Hinta/pv:	kg ka/pv	Hinta/pv:
Karkearehut						
NurmiSR-1.sato D670 (60 % karkearehuista)	6,9	0,69	6,6	0,66	6,5	0,65
NurmiSR -jälkisato D670 (40 % karkearehuista)	4,6	0,46	4,4	0,44	4,3	0,43
Ohra	4,7	0,76	4,5	0,73	4,3	0,69
Kaura	4,7	0,75	4,5	0,72	4,3	0,68
Rypsirouhe	1,1	0,25	0,1	0,03	0,0	0,01
Rypsin siemen öljyineen	0,0	0,00	1,4	0,57	2,0	0,82
Yhteensä väkirehut, kg ka	10,7		10,7		8,6	
Yhteensä kuiva-aine, kg ka	20,7		20,0		19,8	
Dieetin hinta e/pv		2,9		3,1		3,3
Väkirehun osuus	48 %		49 %		50 %	
Dieetin rasvapitoisuus g/kg ka	35		59		70	
Dieetin rasva, g	782		1282		1502	

Rasvan lisääminen vaikuttaa myös maidon koostumukseen. Öljyisiä nostaisi rasvapitoisuutta mutta vähentäisi valkuaispitoisuutta. Metaaninmuodostus voidaan Raminin ja Huhtasen (2013) mukaan estimoida ($R^2 = 0.85$) ruokinnan perusteella. Estimoidut metaanin määrät ja niiden vähennykset on esitetty taulukossa 3. Metaanin ekvivalenttikertoimena on käytetty vuoden 2015 ohjeellista kerrointa 25.

Taulukko 3. Metaanin vähennys ja vähennyksen hinta

	Perusvaihto- ehto	Rasvalisä 500g	Dieetin rasva 70g/kg ka
EKM, kg/pv	32,1	32,1	32,1
Rasvatuotos g/pv	1339	1360	1374
Rasvapitoisuus g/kg	43,0	43,1	43,9
Valkuaistuotos g/pv	1002	955	942
Valkuaispitoisuus g/kg	32,2	30,3	30,1
Metaani g/kg EKM	13,6	12,5	12,1
Kustannusero snt/kg ECM perusvaihtoehtoon		0,71	1,12
Metaanikilon vähennyksen hinta, euroa/kg CH4		6,7	7,7
Päästövähennyksen hinta, euroa/CO2 ekv. t.		268	309

Rehuannoksen rasvapitoisuuden nousu vähentää metaanin tuotantoa. Tärkein syy vähentymiseen on, että hiilihydraatteja korvaavasta rasvasta mikrobit eivät tuota metaania. Lisäksi pötsin käymishappojen suhteet muuttuvat metaania vähentävään suuntaan ja monityydyttymättömien rasvahappojen hydrogenaatio kuluttaa vetyä, joka parantaa kuitujen sulavuutta (Huhtanen ja Ramin 2012).

Kokonaistasolle sovellettuna saavutettavissa oleva laskennallinen päästövähennys voisi 60 000 t CO₂ ekv/v. Rasvan syöttäminen pelkästään metaanin tuotannon vähentämiseksi on kuitenkin taloudellisesti huono vaihtoehto, sillä rehukustannus maitokiloa kohti lisääntyy. Tässä esitetty kiinteällä tuotostasolla metaaninvähennykselle laskettu hinta on erittäin korkea verrattuna päästöoikeuksien hintoihin. Lisäksi keinon soveltaminen esimerkiksi kansalliselle tasolle toisi vastaan rypsin saatavuuteen liittyvät rajoitteet. Jos ruokintamuutosta sovellettaisiin lypsylehmien kokonaismäärään, rypsirehua tarvittaisiin rehuksi arviolta 140 000 tonnia lisää. Vuonna 2013 kotimaisen rypsin ja rapsin kokonaistuotanto oli 115 100 ja vuonna 2013 vain 80 000 tonnia (Tike 2015b). Rapsirouheen nykyinen tuonti vastaa 200 000 tonnia rapsin siementä. Kotimaisen rypsin saatavuus ei siis vastaa tämänhetkistä kysyntää, mutta mahdollisuudet lisätä tuotantoa pitkällä aikavälillä ovat olemassa (Peltonen-Sainio ym. 2012). Kustannustehokkaaksi päästövähennyskeinoksi rasvaruokinnasta ei kuitenkaan ole millään hintasuhteilla.

Viitteet

- FAO/Oil world. 2015. Oil seed market prices. <http://www.fao.org/economic/est/prices>
- Huhtanen, P. 2006. Lypsikki - an optimisation procedure for dairy cow rations. Optimisation methodology related to animal models, Workshop Uppsala 2.6.2005.
- Huhtanen, P., Rinne, M., Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1, 758-770.
- Huhtanen, P., Rinne, M., Nousiainen, J. 2008. Evaluation of concentrate factors affecting silage intake of dairy cows: a development of the relative total diet intake index. *Animal* 2, 942-935.
- Huhtanen, P., M. Rinne, and J. Nousiainen. 2009. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 2. The effects of feeding level and diet composition on digestibility. *J. Dairy Sci.* 92, 5031-5042.
- Huhtanen, P., Rinne, M., Mäntysaari, P., Nousiainen, J. 2010. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows. *Animal* 5: 691-702.
- Huhtanen, P. & Nousiainen, J. 2012. Production responses of lactating dairy cows fed silage-based diets to changes in nutrient supply. *Livestock Science* 148: 146–158.
- Huhtanen, P. & Ramin, M. 2012. Voidaanko lehmien metaanin tuotantoa vähentää? <http://www.maitojame.fi/ruokinta12/ruok12h.htm>
- IPCC 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanul S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K. and Tanabe K. (eds), Published for the IPCC by the Institute for Global Environmental Strategies, Japan.

- Moss A. R., Jouany J-P. & Newbold J. 2000 Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* 49: pp 231-253.
- MTT 2014. Rehuarvot ja ruokintasuositukset.
- Peltonen-Sainio P., Hannukkala A., Huusela-Veistola E., Voutila L., Niemi J., Valaja J. Jauhiainen L. & Hakala K. 2012. Potential and realities of enhancing rapeseed and grain legume based protein production in a northern climate. *The Journal of Agricultural Science*, null, pp 1-19
- Pesonen, M. & Huuskonen, A. 2014. Naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset – kirjallisuusselvitys. MTT Raportteja 156. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-554-7>
- ProAgria 2014. Nurmentuotannon tuloksia ProAgria lohkotietopankin perusteella. Saatavilla: <http://www.proagria.fi/sisalto/3069>.
- Ramin, M. & Huhtanen, P. 2013. Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. *J. Dairy Sci.* 96: 2476–2493
- Tike 2015a. Kasvihuonekaasupäästöt. <http://tilastokeskus.fi/til/khki/index.html>
- Tike 2015b. Satotilasto. Viljelykasvien sato vuonna 2013. <http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto>

7. Biokaasulaitos osana maatalan toimintoja - kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys

Erika Winqvist, Sari Luostarinen, Pellervo Kässi, Ville Pyykkönen, Kristiina Regina

7.1. Johdanto

Maatilojen biokaasulaitoksia tarkasteltiin yhtenä maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeinona. Tarkasteluun valittiin kaksi vaihtoehtoa: suuren lypsykarjatilan oma biokaasulaitos sekä usean lypsykarjatilan yhteinen biokaasulaitos. Kummankin biokaasulaitoksen kannattavuus arvioitiin ja tilakohtaiselle biokaasulaitokselle laskettiin myös kasvihuonekaasujen kokonaispäästövähennyspotentiaali hiilidioksidiekvivalenttitonneina. Tilakohtaisen laitoksen kannattavuus ja päästövähennykset esitetään lyhyesti tässä osana Ilvamap-hankkeen kokoavaa raporttia. Lisäksi molempien laitostarkastelujen yksityiskohtaiset kannattavuustarkastelut on koottu erilliseksi raportiksi (Winqvist ym. 2015).

Maatilojen biokaasulaitokset mahdollistavat kasvihuonekaasujen päästövähennykset kolmella tapaa: 1) korvaamalla fossiililla energianlähteillä tuotettua energiaa uusiutuvalla energialla, 2) vähentämällä lannasta vapautuvia metaanipäästöjä sekä 3) vähentämällä typpilannoitteiden ostotarvetta ja sitä kautta niiden valmistuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Edellä mainituista päästölähteistä ainoastaan lannan kasvihuonekaasupäästöt ovat päästölaskennassa maataloussektorille kuuluvia. Muut päästöt kuuluvat energia- ja kemianteollisuuden sektoreille.

Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä 12 % muodostuu lannankäsittelyssä (Statistics Finland 2014). Suljettu biokaasuprosessi estää miltei kaikki kasvihuonekaasujen päästöt prosessin aikana, jos sen viipymä on riittävän pitkä hajoamisen maksimoimiseksi ja käsittelyjäännös varastoidaan katetuissa säiliöissä. Laitosten metaanihäviöt riippuvat laitostekniikasta ja laitoksen ylläpidosta. Mittauksin on todettu, että keskieurooppalaisissa olosuhteissa ja laitoksissa keskimäärin 3 - 4 % metaanin tuotosta vuotaa prosessin ulkopuolelle (Flesch ym. 2011, Groth ym. 2015). Lisäksi käsittelyjäännöksen korkeamman ammoniumtyypen pitoisuuden vuoksi siitä voi syntyä enemmän kaasumaisia typpipäästöjä kuin raakalannasta (Clemens ym. 2006). Dityppioksidia muodostuu maaperän mikrobi-toiminnassa jäännöksen lannoitekäytössä, mikäli kasvit eivät saa tyyppiä tehokkaasti hyödynnettyä. Molemmat päästöt ovat hallittavissa koko käsittelyketjun optimoinnilla, ml. katettu varastointi ja oikeat levitysmenetelmät. Samalla vähennetään myös ammoniakkipäästöjä.

Maatilojen biokaasulaitoksia on Suomessa rakennettu toistaiseksi vain vähän. Merkittävin este niiden yleistymiselle on laitosten kannattavuus (Marttinen ym. 2013). Laitosinvestointi on kallis eivätkä erityisesti pienemmät tilat saa välttämättä riittävästi hyötyä tuotetusta energiasta ja tehostuneesta ravinteiden kierrosta sen kattamiseksi. Monessa maassa kannattavuuden parantamiseksi on otettu käyttöön erilaisia julkisia kannustimia, kuten investointituki, takuuhinta tuotetulle energialle tai veroedut. Suomessa maatilakokoluokan laitosten tukivaihtoehtona on pääasiassa maatalouden investointituki (kirjoitushetkellä enintään 35 % tietyin ehdoin).

7.2. Tilakohtainen biokaasulaitos

Tilakohtainen biokaasulaitos suunniteltiin kuvitteelliselle 160 lypsylehmän karjatilalle (Taulukko 1). Laitos integroituu tilan tuotantorakennuksen yhteyteen, jolloin lannankäsittelyketju eläinsuojasta biokaasulaitokseen ja edelleen varastointiin ja peltolevitykseen järjestyy mahdollisimman tehokkaasti. Lannan lisäksi tila hyödyntää hävikkisäilörehun laitoksessa. Maatila korvaa ostoenergiaa biokaasusta tuottamallaan sähköllä ja lämmöllä. Lisäksi käsittelyjäännös on lietelantaa parempi lannoite, koska sen sisältämä typpi on kasveille käyttökelpoisemmassa muodossa. Ennen biokaasuinvestointia tilan oletettiin käyttävän joko öljy- tai hakelämmitystä, jotka ovat yleisimmät nykyisin käytössä olevat maatalouden lämmitysjärjestelmät (Maataloustilastot 2014).

Taulukko 1. Tilanne ennen ja jälkeen biokaasulaitoksen rakentamista

Lähtötilanne (ei biokaasulaitosta)	Biokaasulaitos osana maatilan toimintoja
<ul style="list-style-type: none"> - lanta suoraan avoimiin varastoihin, ei katetta (luonnollinen kuorettuma) - lannan levitys sijoittaen - hävikkirehu kompostoidaan - lämmöntuotto kevyellä polttoöljyllä tai puuhakkeella - sähkö ostetaan 	<ul style="list-style-type: none"> - lanta syötetään jatkuvatoimisesti biokaasulaitokseen - käsittelyjäännöksen levitys sijoittaen - hävikkirehu biokaasulaitokseen - biokaasu muunnetaan CHP-yksiköllä lämmöksi ja sähköksi - tuotettu sähkö korvaa ostosähköä

7.2.1. Syötteen ja tuotteet

Biokaasulaitos suunniteltiin 160 lypsylehmän mallitilalle. Tilan karjan, nuorkarja mukaan lukien, arvioitiin tuottavan vuosittain lietelantaa n. 4 600 m³. Lisäksi laitoksen syötteenä käytettiin jaloittelutarhasta kerättyä sontaa ja hävikkisäilörehua (säilöntä epäonnistunut), jonka määräksi arvioitiin 5 % ruokintaan varatusta säilörehusta (Taulukko 2).

Taulukko 2. Syötteiden määrät ja ominaisuudet sekä niistä saatava metaanintuotto

	syöte t / v	osuus syötteestä %	VS %	BMP m ³ CH ₄ / t VS	metaanin- tuotto m ³ CH ₄	osuus energiasta %
Lietelanta	4 602	93,8	7,8	200	72 000	81,9
Sonta	159	3,2	12,5	200	4 000	4,5
Säilörehu	148	3,0	23,0	350	11 900	13,5
Yhteensä	4 908				87 900	

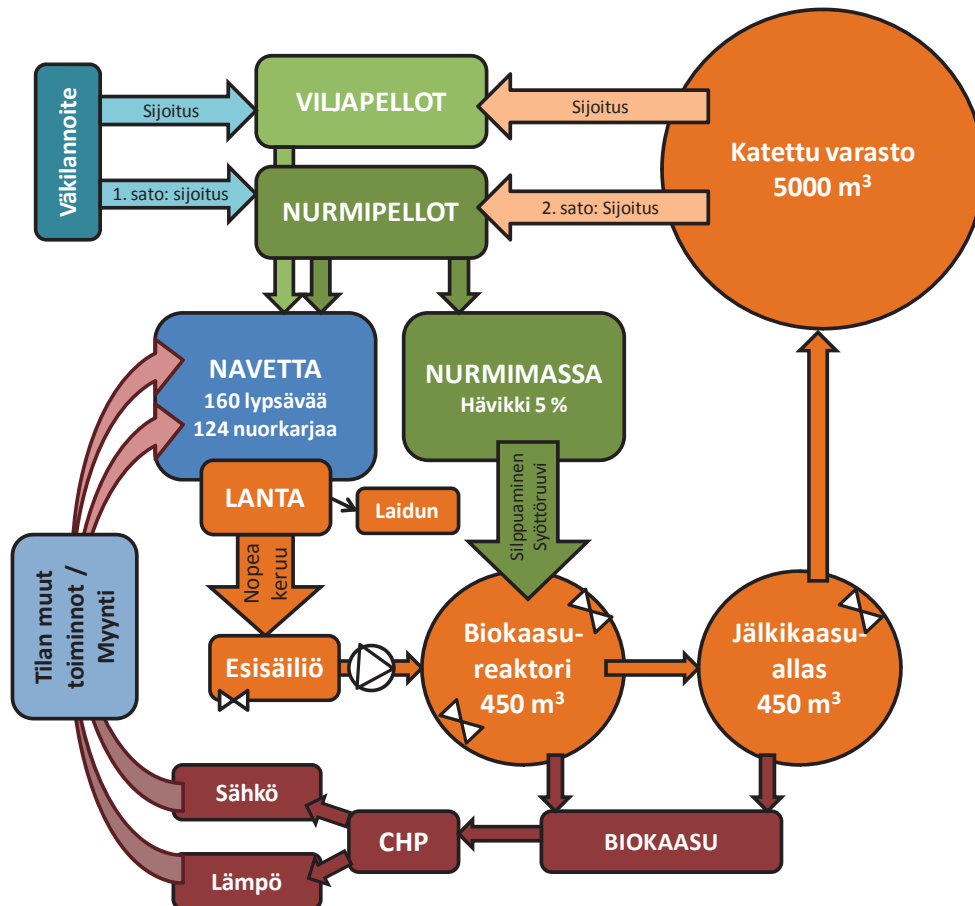
VS = volatile solids = orgaaninen aines

Anaerobisen prosessoinnin aikana syötteistä muodostuu biokaasua ja käsittelyjäännöstä. Biokaasu sisältää n. 55 - 70 % metaania, joka voidaan edelleen hyödyntää energian tuotannossa. Mallitilan lannan ja säilörehun metaanintuotto laitoksessa arvioitiin niiden sisältämän orgaanisen aineksen (VS) sekä ko. materiaalien keskimääräisten metaanintuottopotentialien (BMP) perusteella. Taulukossa 2 esitetyt luvut perustuvat Luken Maaningan biokaasulaitoksella tehtyihin kokeisiin (Luostarinen ym. 2013). Säilörehun metaanintuottopotentiali on merkittävästi lantaa korkeampi. Jo pienikin säilörehulisäys nostaa merkittävästi laitoksen metaanintuottoa. Tässä esimerkkelilaskelmassa 3,0 % säilörehua syötteessä vastasi 13,5 % tuotetusta metaanista.

Biokaasulaitoksen käsittelyjäännös hyödynnettiin lannoitteena tilan kasvintuotannossa. Lantaan verrattuna käsittelyjäännös sisältää enemmän ammoniumtyyppiä, sillä biokaasuprosessissa ammoniumtyypin osuus kokonaistyypistä kasvaa orgaanisten tyyppiyhdisteiden hajotessa. Lisäksi käsittelyjään-

nöksen ravinnepitoisuutta nostaa nurmen mukanaan tuomat ravinteet. Käsittelyjäännöksen arvioitiin sisältävän n. 3 500 kg enemmän ammoniumtyyppiä kuin lanta (24 % lisäys). Kannattavuuslaskelmissa oletettiin, että tilan mineraaliryöpyksen lisätarve vastaavasti pieneni.

7.2.2. Laitoskuvaus



Kuva 1. Lypsykarjatilän biokaasulaitosratkaisu ravinnekiertoineen ja energiankäyttöineen

Biokaasulaitokseen liittyvä kokonaisuus on esitetty kuvassa 1 ja tilakohtaisen laitoksen perustiedot taulukossa 3. Laitoksen lietetilavuus reaktorissa ja jälkikaasualtaassa laskettiin syötteiden perusteella. Syötteiden keskimääräiseksi viipymäksi sekä reaktorissa että jälkikaasualtaassa valittiin 30 vrk, mikä on tavanomainen viipymä maatilakokoluokan biokaasulaitoksissa (Luostarinen ym. 2011). Kokonaisviipymä laitoksessa oli siis 60 vrk. Reaktorin orgaaninen kuormitus laskettiin syötteiden orgaanisen aineksen määrän sekä reaktorin lietetilavuuden ja päivittäisen syöttömäärän perusteella. Tavoitekuormituksena oli maatilojen biokaasulaitoksille tavanomainen 2 – 3 kg VS / m³ d.

Taulukko 3. Tilakohtaisen laitoksen perustiedot

	Reaktori	Jälkikaasuallas
Lietetilavuus (m ³)	410	410
Altaan kokonaistilavuus (m ³)	450	450
Viipymä (d)	30	30
Orgaaninen kuormitus (kg VS / m ³ d)	2,8	-
Syötön kuiva-ainepitoisuus (%)	9,9	-

VS = volatile solids = orgaaninen aines

7.2.3. Biokaasun hyödyntäminen

Tilakohtaisen biokaasulaitoksen energiantuotantomuodoksi valittiin yhdistetty sähkön- ja lämmön- tuotanto CHP-yksiköllä (Taulukko 4). Laitoksen tuottama sähkö ja lämpö hyödynnettiin tilan toiminnossa. Sähköllä korvattiin ostosähköä, jolloin vältettiin sekä sähkönsiirron hinta että sähkövero. Lämpö hyödynnettiin veden ja rakennusten lämmityksessä.

Taulukko 4. Biokaasulaitoksen energiantuotto

	CH ₄ (m ³) lietelanta	CH ₄ (m ³) sona	CH ₄ (m ³) rehu	Energia (MWh)	Sähkö (MWh)	Lämpö (MWh)
Talvi ^a	36 254	-	5 419	417	133	229
Kesä ^b	29 310 ^c	3 610	5 419	383	123	211
Yhteensä	65 564^d	3 610^d	10 839^d	800	256^e	440^e

^a Talvi: marras – huhti

^b Kesä: touko – loka

^c Laidunlanta ja jaloittelutarhaan kertyvä sona vähennetty lietelannantuotosta

^d Metaanintuoton toteuma 91 % syötteen teoreettisesta metaanintuottopotentialista (vertaa taulukko 2, arvioitu Luke Maaningan biokaasulaitoksen kokeiden perusteella)

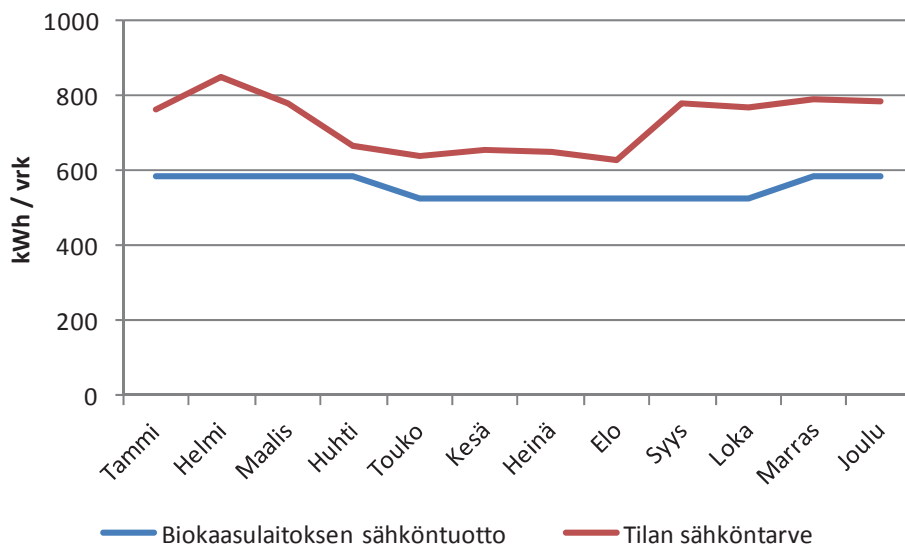
^e CHP-yksikön kaasuteho n. 90 kW, jolloin hyötysuhteeksi arvioitu 87 %, josta sähköä 32 % ja lämpöä 55 % (ASUE)

7.2.4. Tilan energiankulutus

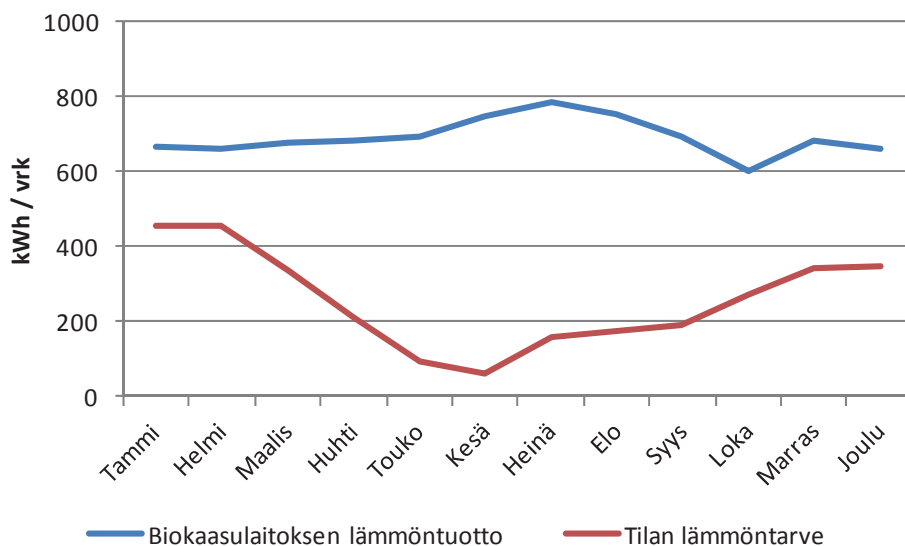
Tarkasteltu maatila kulutti sähköä ja lämpöä navetassa ja asuinrakennuksessa (Taulukko 5). Navetan energiankulutus arvioitiin Viikin koetilan navetan energiankulutuksen perusteella (Vuorentola 2013). Osa biokaasulaitoksessa tuotetusta energiasta laskettiin menevän laitoksen omaan energiankulutukseen. Biokaasulaitoksen sähkönkulutus arvioitiin Luken Maaningan biokaasulaitoksen perusteella.

Taulukko 5. Biokaasulaitoksen ja maatilan oma energiankulutus sekä tuotetun energian myynti

	Sähkö (MWh)			Lämpö (MWh)		
	Biokaasu- laitos	Maatila	Myyntiin	Biokaasu- laitos	Maatila	Myyntiin / hukkaan
Talvi	25,1	139,7	-31,4	107,7	71,6	49,9
Kesä	24,7	126,4	-28,3	81,1	22,9	106,8
Yht. (MWh)	49,7	266,0	-59,7	188,8	94,5	156,7



Kuva 2. Biokaasulaitoksen sähkön nettotuotto ja maatilan sähkönkulutus



Kuva 3. Biokaasulaitoksen lämmön nettotuotto ja maatilan lämmönkulutus

Kuvissa 2 ja 3 on kuvattu biokaasulaitoksen sähkön- ja lämmönnettotuotto (biokaasusta CHP-yksiköllä tuotettu määrä, josta on vähennetty laitoksen oma kulutus) sekä maatilan sähkön- ja lämmönkulutus kuukausittain. Käyttämällä biokaasulaitoksen syötteenä lietelannan lisäksi myös hävikki-rehua (3 % syöttestä), pystytään tuottamaan kaikki tilan tarvitsema lämpö (Kuva 3), mutta ei sähköä (Kuva 2). Kesällä lannan syöttö biokaasureaktoriin on jonkin verran pienempi kuin talvella osittaisen laidunnuksen takia ja tämä näkyy alentuneena sähköntuottona. Myös sähkön tarve on kesällä jonkin verran pienempi. Tarvittava lisäsähkö ostetaan verkosta.

Huolimatta pienentyneestä syötemäärästä lämmön nettotuotto kesäaikaan kuitenkin kasvaa, koska laitoksen oma lämmönkulutus on kesällä pienempi mitä talvella. Kesällä tuotettu lämpö ylittää moninkertaisesti tilan lämmöntarpeen. Ylijäämälämmölle ei välttämättä ole ostajaa myöskään tilan ulkopuolella, joten kannattavuuslaskelmiin otettiin mukaan kaksi vaihtoehtoa: ylijäämälämpö pystytään hyödyntämään tai ylijäämälämpö menee hukkaan.

7.3. Investoinnin kannattavuus

Biokaasulaitoksen oletettiin korvaavan maatilaa ostamaa tai muilla menetelmillä tuottamaa energiaa, jolloin biokaasulaitoksen taloudellinen nettohyöty muodostui säästetyn energian kustannuksista. Vertailuksi tilan lämpöenergian tuotantoon laskettiin kaksi vaihtoehtoa: lämmitys kevyellä polttoöljyllä tai puuhakkeella. Vaihtoehtojen oletuksiin kuului, että tilalle on rakennettu lähilämpöverkko, jonka kautta tuotettu lämpöenergia siirretään käyttöpaikalle.

7.3.1. Muuttuvat kustannukset

Biokaasulaitoksen muuttuvat kustannukset muodostuivat syötteistä ja käsittelyjäännöksestä, ylläpitotyöstä ja tuotetusta energiasta. Biokaasulaitos käytti syötteenä tilalla syntyvää lietelantaa ja sontaa sekä hävikkirehua. Koska rehua ei erikseen viljelty biokaasulaitosta varten, ei nurmen viljelyn ja korjuun kustannuksia huomioitu.

Käsittelyjäännös levitettiin tilan pelloille. Levityskustannus ei muuttunut, koska määrä oli vain vähän suurempi kuin raakalannalla. Lisäksi ilman biokaasulaitosta hävikkirehu pitäisi joka tapauksessa käsitellä jollain tavalla, esim. kompostoimalla ja levittämällä peltoon. Käsittelyjäännös sisältää enemmän ammoniumtyyppiä kuin lanta. Säästö typpilannoituksessa laskettiin käyttäen typpilannoitteelle hintaa 1,20 €/kg.

Biokaasulaitos korvaa tilan lämpökeskuksen, joten työkustannuksissa huomioitiin päivittäisen työn lisääntyminen. Biokaasulaitoksen työmäärä (45 min / vrk) sekä huoltokustannukset arvioitiin Luken Maaningan biokaasulaitoksen käyttökokemuksen perusteella. Öljy- ja hakelämmitykselle huomioitiin vaihtoehtoinen työ tilan lämpökeskuksessa (5 min / vrk).

Biokaasulaitoksen tuotot syntyivät energian tuotannosta. Energialle käytetyt hinnat on esitetty taulukossa 6. Tuotettu sähkö korvasi osittain ostosähköä. Tilan tarvitsema lämpö tuotettiin biokaasulla, jolloin biokaasu korvasi kevyttä polttoöljyä tai haketta. Ylijäämälämpö joko myytiin tai sitä ei pystytty hyödyntämään. Biokaasulaitos osana maatilaa toimintoja kasvatti tilan sähkön ja lämmön kulu-tusta. Öljy- tai hakelämmityksessä jouduttiin polttoaineen lisäksi ostamaan verkosta tilan tarvitsema sähkö.

Taulukko 6. Energialaskelmissa käytetyt hinnat

	€/ MWh	viite
Sähkön ostohinta	100,00	www.sahkonhinta.fi
Kevyt polttoöljy	91,80	Tilastokeskus 2014
Puuhake	17,40	Tilastokeskus 2014
Lämmön myyntihinta pientuottajalle, talvi	89,70	Sauvula-Seppälä, 2010; www.energia.fi ^a
Lämmön myyntihinta pientuottajalle, kesä	32,20	Sauvula-Seppälä, 2010, www.energia.fi ^a

^aKeskimääräinen myyntihinta pientuottajalle 60,90 € (Sauvula-Seppälä, 2010), laskennassa otettu huomioon kaukolämmön hintakehitys (2009 -> 2015) ja kausivaihtelu (talvi / kesä)

Yhteenveto eri vaihtoehtojen muuttuvista kustannuksista on esitetty taulukossa 7. Energianhankinnan ja -tuotannon muuttuvat kulut olivat suurimmat kevyellä polttoöljyllä lämmitettäessä ja pienimmät biokaasulaitoksella. Muuttuvien kustannusten perusteella laskettiin biokaasulaitoksen nettokassavirta verrattuna öljy- ja hakelämpölaitoksiin, kun ylijäämälämpö joko saatiin hyödynnettyä tai se meni hukkaan (Taulukko 8).

Taulukko 7. Yhteenveto eri vaihtoehtojen muuttuvista kustannuksista

	Biokaasulaitos		Öljylämpölaitos	Hakelämpölaitos
	Myydään	Hukkaan		
Ylijäämälämpö				
Säästö typpilannoituksessa	4179	4179	0	0
Ylläpitotyö	-4326	-4326	-429	-429
Energian osto ja myynti	1938	-5973	-35276	-28250
Muuttuvien tuottojen ja kulujen erotus	1 792 €	-6 119 €	-35 705 €	-28 679 €

Taulukko 8. Biokaasulaitoksen nettokassavirta verrattuna öljy- ja hakelämpölaitoksiin

<u>Lämmitys:</u>	<u>Ylijäämälämpö:</u>	
	Myydään	Hukkaan
Öljy	37 497 €	29 586 €
Hake	30 470 €	22 560 €

7.3.2. Kiinteät kustannukset

Investointikohteiden vertailu toteutettiin vertailemalla eri vaihtoehtojen nettokassavirtoja kiinteisiin kustannuksiin. Vuotuiset kiinteät kustannukset laskettiin kullekin vaihtoehdolle investointikustannusten perusteella annuiteettimenetelmää käyttäen (laskentakorko 5 %). Annuiteetin laskennassa laskettiin laitoksen eri teknisen käyttöiän omaaville osille (Taulukko 9) omat annuiteettinsa ja nämä yhdistettiin yhdeksi summaksi. Tarkemmat investointitiedot on esitetty raportissa ”Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys” (Winqvist ym. 2015).

Taulukko 9. Biokaasulaitoksen eri osien tekniset käyttöiät

Biokaasulaitoksen osa:	Käyttöikä vuosissa:
Rakennus	20
Tekniikka	10
Pumput	15
CHP	9
Kaasukattila ja poltin	15

Myös öljy- ja hakelämmitykselle laadittiin kustannuslaskelmat selventämään energiantuotannon kustannusten vertailua. Hakelämmityksen kustannukset laskettiin lämmityskonttien hintatietojen perusteella (Bioenergia 2014). Öljylämmityksen kustannuslaskentaan käytettiin kattiloiden ja polttimien markkinatietoja ja rakenteiden hintoja laskettiin maatalouden investointien ohjekustannusten perusteella. Puu- ja öljylämmitysjärjestelmän käyttöikäksi oletettiin 15 vuotta.

Sekä biokaasu- että hakelämpölaitokselle oli kirjoitusaikaan mahdollista saada maatalouden investointitukea (35 %). Tuen edellytyksenä on, että tuotettu energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa ja että energialaitoksessa hyödynnetään uusiutuvaa energialähdettä. Tämän vuoksi tukea ei voinut saada öljylämpölaitoksen rakentamiseen.

Eri energiantuotantovaihtoehtojen investointikustannukset olivat kääntäen verrannolliset kunkin menetelmän muuttuviin kuluihin. Käyttökuluiltaan kallein öljylämmitys oli investoinniltaan selvästi edullisin ja pienimmät muuttuvat kulut tuottava biokaasulaitos oli investointikuluiltaan kallein (Taulukko 10).

Taulukko 10. Energiantuotantovaihtoehtojen investointikustannukset sekä annuiteetit

	Biokaasulaitos	Öljylämpölaitos	Hakelämpölaitos
Investointikustannus	337 583	17 189	78 902
Tuettu investointikustannus (tuki 35 %)	219 429	17 189	51 286
Annuiteetti	-32 237	-1 656	-7 602
Tuettu annuiteetti	-20 954	-1 656	-4 941

Investointikustannusten annuiteettien perusteella laskettiin biokaasulaitoksen annuiteetin erotus suhteessa öljy- ja hakelämpölaitoksiin, kun investointituki joko otetaan huomioon tai sitä ei huomioida (Taulukko 11).

Taulukko 11. Investointikustannusten annuiteettien erotukset

Lämmitys:	Investointituki:	
	Kyllä	Ei
Öljy	-19 298 €	-30 581 €
Hake	-16 013 €	-24 636 €

7.3.3. Kannattavuus

Biokaasulaitokselle tehtiin kannattavuusvertailu vuositasolla (Taulukko 12) laskemalla yhteen nettokassavirrat (Taulukko 8) ja annuiteettien erotukset (Taulukko 11). Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttivat investointituen saaminen, tuotetun lämmön hyötykäyttö sekä korvattiinko maatilan lämmöntuotannossa öljyä vai haketta.

Laitos osoittautui kannattavaksi lähes kaikilla vaihtoehdoilla. Paras hyöty vuositasolla saatiin tilanteessa, jossa investointituki saadaan, ylijäämälämpö pystytään myymään ja lämmöntuotannossa korvataan kevyttä polttoöljyä. Laitosinvestointi oli kannattava myös siinä tapauksessa, että ylijäämälämpöä ei pystytä myymään, jos investointituki saatiin.

Taulukko 12. Biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus

Ylijäämälämpö:	Lämmitys:	Investointituki:	
		Kyllä	Ei
Myydään	Öljy	18 199 €/vuosi	6 915 €/vuosi
	Hake	14 457 €/vuosi	5 834 €/vuosi
Hukkaan	Öljy	10 288 €/vuosi	-995 €/vuosi
	Hake	6 546 €/vuosi	-2 076 €/vuosi

Laskennassa tehdyt oletukset vaikuttivat kuitenkin myös saatuihin kannattavuuslukuihin. Investointikustannuksissa merkittäviä olivat biokaasulaitokselle arvioitu käyttöikä sekä tilan olemassa olevien rakenteiden hyötykäyttö. Muuttuvissa kustannuksissa ja tuotoissa puolestaan käytettävissä olevilla syötemateriaaleilla sekä tilan oman energiantarpeen korvaamisella tuotetulla energialla oli iso merkitys kannattavuuteen.

Koska biokaasulaitosinvestointi on kallis suhteessa vuosittaiseen säästöön energianhankinnassa, on laitoksen käyttöiän perusteella lasketulla annuiteetilla iso merkitys kokonaiskannattavuuteen. Tässä käyttöikäksi oletettiin maksimissaan 20 vuotta rakenteissa. Biokaasulaitoksen investointikustannuksia voidaan pienentää, jos tilalla on sopivia olemassa olevia rakenteita, joita voidaan hyödyntää. Tässä laskelmassa oletettiin, että lietelannan varastointiin rakennettua varastoa käytetään käsittelyjäännöksen varastointiin, mutta laitosinvestoinnin myötä se katetaan tiiviisti. Periaatteessa katteen

olisi voinut jättää rakentamatta, jolloin laitos olisi ollut kannattava myös ilman investointitukea ja ylijäämälämmön hyödyntämistä. Koska lietesäiliöt ylipäättään ovat kalliita, merkittävää säästöä laitosinvestoinnissa voidaan saavuttaa hyödyntämällä olemassa olevia säiliöitä myös reaktorina ja/tai jälkikaasualtaana.

Lisäksi tilakohtaisen laitoksen kannattavuuteen vaikuttavat merkittävästi käytettävissä olevat syötteet sekä tilan oma energiankulutus. Tässä esimerkissä biokaasulaitoksen syötteenä oletettiin käytettävän lietelannan lisäksi hävikkisäilörehua 3 % syötteestä, jolloin energiantuotannosta 13,5 % oli peräisin rehusta. Laitoksen energiantuoton kokonaiskannattavuutta voidaan nostaa merkittävästi, jos käytettävissä on jonkin verran kasvibiomassaa tai jotain muuta energiasisällöltään lantaa korkeampaa syöttömateriaalia. Jos kuitenkin säilörehu (tai muu kasvibiomassa) tuotetaan varta vasten laitokseen, joudutaan sille laskemaan hinta, joka vaikuttaa suoraan laitoksen kannattavuuteen.

Tilan oma energiankulutus puolestaan vaikuttaa biokaasulaitoksen kannattavuuteen siten, että mitä enemmän lämpöä käytetään suhteessa sähköön, sitä paremmin biokaasulaitoksen energiantuotanto pystytään hyödyntämään. Nyt tehdyssä laskelmassa CHP-yksikön hyötysuhteeksi arvioitiin 87 %, josta sähköä 32 % ja lämpöä 55 %. Esimerkkimaatilan energiankäytöstä arvioitiin kuitenkin olevan 74 % sähköä ja 26 % lämpöä. Tässä tilanteessa biokaasulaitoksen sähköntuotanto ei yksin riitä kattamaan tilan sähköntarvetta ja vastaavasti osa tuotetusta lämmöstä menee hukkaan, jollei sille löydy ostajaa lähiseudulta. Tila pystyy jonkin verran säätämään syöttöä ja siten energiantuottoa omien tarkoituksien mukaan. Mikäli sähkö- tai lämmöntuotantoa halutaan maksimoida tietyssä ajassa, voi laitokseen silloin syöttää suurempaa osaa vuotuisesta syöttömäärästä ja tuottaa enemmän energiaa.

7.4. Päästövähennykset

Lypsykarjatilan kasvihuonekaasupäästöt syntyvät eläinten ruuansulatuksen, lantavarastojen, maaperän ja energiankäytön päästöistä. Ruuansulatuksesta, lannan varastoinnista ja energiankäytöstä aiheutuu metaanipäästöjä (CH_4), lannasta ja maaperästä dityppioksidin (N_2O) päästöjä ja energiankäytöstä hiilidioksidin (CO_2) päästöjä. Nämä päästöt on laskettu kasvihuonekaasuinventaarion menetelmän (Statistics Finland 2014).

Biokaasulaitos vaikuttaa muihin paitsi eläinten märehimisestä aiheutuviin päästöihin (Taulukko 13). Kun prosessointi ja varastointi tapahtuvat katetusti, metaani saadaan hyvin talteen sekä itse biokaasureaktorista että jälkikaasutuksesta. Koska vuotoja kuitenkin aina on, tässä laskelmassa oletettiin, että lannan prosessoinnista ja varastoinnista syntyy metaanipäästö, joka vastaa 3,5 % tuotetusta metaanista (Groth ym. 2011; Flesch ym. 2015), ja dityppioksidipäästö, joka vastaa 3,5 % vertailumaatilan (ilman biokaasulaitosta) päästöistä. Näin laskettuna lannan päästöt biokaasua tuottavalla tilalla ovat alle viidenneksen lähtötilanteen päästöistä. Näin hyvään tulokseen päästään vain, kun myös reaktorin jälkeen muodostuva biokaasu otetaan talteen. Ilman jälkikaasutusta lannan varastoinnin päästöt pienenevät vain puoleen Saksan biokaasulaitoksissa tehdyissä mittauksissa (Clemens ym. 2006).

Maaperästä lannan levityksen jälkeen tulevat dityppioksidipäästöt hieman kasvavat biokaasulaitoksen vuoksi. Ammoniakkia haihtuu katetun varastoinnin aikana vähemmän, ja näin säästynyt typpi on alttiina mikrobiologiselle dityppioksidin muodostukselle lannan levityksen jälkeen. Laskelmissa otettiin huomioon väkilannoitteen käyttö, joka on biokaasuvaihtoehdossa hieman pienempi.

Energiantuotannon päästövähennys riippuu korvattavasta energiamuodosta. Sähköenergiaa korvattaessa Suomen sähköverkkoon tuotetun sähköän hiilipäästö on 200 g / kWh (IAE 2013). Tämä on kuitenkin sähköntuotannon keskimääräinen hiilipäästö. Jos biokaasusta tuotetun sähköän oletettiin korvaavan marginaalisähköä, hiilipäästö olisi korkeampi. Marginaalisähköksi kutsutaan markkina-alueen kalleinta tuotantoa tietyllä ajan hetkellä. Suomessa tämä tarkoittaa pääsääntöisesti fossiilisesta polttoaineesta tuotettua sähköä, jonka hiilipäästöksi on arvioitu 300 – 900 g / kWh (Soimakallio ym. 2009). Myös lämpöenergian tuotannossa lopputulos riippuu siitä, mitä energiaa korvataan.

Maatalouden rakennetutkimuksen mukaan n. 35 % maataloilla käytetystä lämpöenergiasta on tuotettu puusta ja saman verran kevyellä polttoöljyllä. Polttoöljystä 2/3 kuluu moottorikäyttöön, joten lämpöä tuotetaan maataloudessa puulla neljä kertaa niin paljon kuin öljyllä (Maataloustilastot 2014).

Biokaasulaitoksen vertailulaskelma laadittiin puulämmitykselle. Laskelmassa on otettu huomioon biokaasun korvaama sähkö- ja lämmitysenergia tilalla sekä laitoksen toimintaansa käyttämä energia, mutta ulos myydyin energian tuotanto ei ole laskelmassa mukana. Jos tilan hakelämmitys ja ostettu sähkö korvataan biokaasulla, energiankäytön päästöt pienenevät alle viidesosaan vertailutilanteen päästöihin verrattuna (Taulukko 13).

Tuottamalla energia biokaasulla maatilan vuotuinen kasvihuonekaasupäästö vähenee 240 t CO₂e lähtötilanteeseen verrattuna. Jos vertailukohtana olisi ollut tila, joka tuottaa lämmön polttoöljyllä, päästövähennys olisi ollut 260 tonnia. Päästövähennys vastaa suuruudeltaan noin 90 henkilöauton vuotuisia päästöjä (keskimääräinen ajosuorite noin 18 000 km/vuosi, lähde: Autoliitto). Lisäksi tilan ammoniakkipäästöt pienenisivät 0,8 tonnia. Laskelmissa on luonnollisesti suuri epävarmuus ja muutokset prosessia koskevissa oletuksissa voivat muuttaa tilannetta paljonkin.

Taulukko 13. Maatilan kasvihuonekaasupäästöt ilman biokaasulaitosta ja sen kanssa (t CO₂e)

Päästölähde ja kaasu	Lähtötilanne (ei biokaasulaitosta)	Biokaasulaitos osana maatilan toimintoja
Märehtijöiden ruuansulatus (CH ₄)	792	792
Lannan varastointi (N ₂ O ja CH ₄)	261	53
Maaperä (lannoitus) (N ₂ O)	187	205
Energian käyttö ja tuotanto (CO ₂ , N ₂ O ja CH ₄)	54	8
Yhteensä	1294	1057

Suomen veloitteena on vähentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä 850 000 t CO₂e vuosina 2005 - 2020 (EU 2009). Biokaasulaitosten yleistymisen voisi edistää tavoitteen saavuttamista, mutta tarkkaa lukua biokaasulaitosten valtakunnallisesta päästövähennyspotentiaalista on vaikea antaa. Tässä raportissa esitettyä laskelmaa voi yleistää koskemaan ainoastaan naudat lietalantaa, koska arvioidut päästöt ovat materiaali- ja prosessikohtaisia. Suomessa naudat lietalannan teknis-taloudellisen potentiaalin (mukana vain yli 100 lehmän tilat) on arvioitu olevan 1 760 000 t / vuosi (Luostarinen 2013). Käyttämällä tilakohtaisen laitoksen päästövähennystä lietalantatonna kohden, vastaisi tämän lantamäärän syöttäminen biokaasulaitoksiin yhteensä 91 000 t CO₂e, josta 73 000 t CO₂e kohdistuu maataloussektorille (8,6 % maataloussektorin päästövähennystavoitteesta) ja 18 000 t CO₂e energiasektorille. Todellisuudessa lannan käsittelyllä biokaasulaitoksissa voisi olla huomattavasti suurempi merkitys kasvihuonekaasujen päästövähennyksissä, koska naudat lietalannan osuus kaikesta Suomessa tuotetun lannan teknis-taloudellisesta potentiaalista on vain noin kolmasosa (Luostarinen 2013).

Ammoniakkipäästöjen vähentämisessä laitoksilla voisi olla merkitystä EU:n päästökattodirektiivin (EU 2001) tavoitteiden saavuttamisen kannalta (Grönroos 2014). Ammoniakkipäästöjen vähentäminen parantaa ilman laatua sekä vähentää maaperän happamoitumista ja rehevöitymistä. Tilalle niitä estävät toimet tarkoittavat samalla enemmän tyypeä kasvinravinteeksi. Olennaista on kattaa lantavarastot ja levittää lanta/käsittelyjäänös pellolle sijoittavin ja multaavin menetelmin.

7.5. Johtopäätökset

Maatila voi tuottaa tarvitsemansa energian eri tavoin. Tässä raportissa verrattiin biokaasulaitosta öljy- ja hakelämpölaitokseen 160 lypsylehmän karjatilalla.

Biokaasulaitos oli öljy- ja hakelämmitystä kannattavampi, jos maatalouden investointituki saatiin (kirjoitushetkellä enintään 35 %). Biokaasulaitos oli hieman vertailukohtiaan kannattavampi myös ilman investointitukea, mutta vain jos kaikki tuotettu lämpö saatiin hyödynnettyä. Lisäksi taloudellinen etu oli hieman suurempi öljylämpölaitokseen kuin hakelämpölaitokseen verrattuna. Vaikka hake on polttoaineena huomattavasti kevyttä polttoöljyä halvempi, on hakelämpölaitoksen investointikustannus öljylämmitystä huomattavasti suurempi. Biokaasulaitoksella oli suurin investointikustannus, mutta sen muuttuvat kulut olivat pienimmät.

Biokaasulaitoksen kannattavuuteen vaikuttavat käytettävissä olevat syötemateriaalit, tuotetun biokaasun hyödyntämistapa energiantuotannossa ja tilan olemassa olevien rakenteiden käyttäminen osana biokaasulaitosta. Lietelannan lisänä tarvitaan yleensä jotain energiasisällöltään rikkaampaa lisäsyötettä. Maatilalla sellainen voi olla esimerkiksi säilörehu. Tässä laskelmassa laitostoiminnan kannalta ilmainen hävikkisäilörehu tuotti 13,5 % kaikesta energiasta ja oli täten merkittävässä roolissa laitoksen kannattavuudessa.

Maatilan biokaasulaitoksen energiantuotanto voi riittää tilan tarpeisiin kokonaisuudessaan. Usein kuitenkin tuotetun energian suhde sähkönä ja lämpönä ei välttämättä ole sama kuin tilan toiminnoissa. Lämpöä tuotetaan yli oman tarpeen etenkin kesäisin ja sähköä joudutaan mahdollisesti ostamaan lisää verkosta.

Biokaasulaitoksen investointikustannuksia voidaan pienentää, jos tilalla on hyödynnettävissä soivia olemassa olevia rakenteita. Tässä laskelmassa oletettiin, että lietalannan varastointiin rakennettua varastoa käytetään käsittelyjäännöksen varastointiin, mutta laitosten investoinnin myötä se katetaan tiiviisti. Kattamisen olisi myös voinut jättää tekemättä, jolloin investointikustannus olisi ollut pienempi. Samalla kuitenkin käsittelyjäännöksen varastoinnin aikaiset ammoniakkipäästöt olisivat lisääntyneet.

Biokaasulaitos parantaa myös tilan ravinneomavaraisuutta. Käsittelyjäännöksen raakalantaa korkeampi ammoniumtyypen määrä vähentää mineraalityypen tarvetta. Rahallinen säästö ei kuitenkaan ole kannattavuuden kannalta merkittävä. Ympäristön kannalta typen kierron tehostaminen on kuitenkin tärkeää.

Biokaasulaitoksen myötä mallitilan kasvihuonekaasupäästöt laskivat viidennekseen tilanteesta ilman laitosta. Tämä edellyttää koko käsittelyketjun optimointia ja erityisesti jälkikaasun keruuta. Suurimmat päästövähennykset saavutettiin lannan varastoinnissa (vähäiset metaanipäästöt) sekä tilan energian käytössä ja tuotannossa (uusiutuva sähkö ja lämpö). Biokaasulaitoksen päästövähennykseksi saatiin 240 t CO₂e, kun vertailukohtana oli tila ilman laitosta ja lämmön tuotto hakkeella. Jos vertailukohtana olisi ollut lämmöntuotto polttoöljyllä, päästövähennys olisi 260 tonnia. Päästövähennys vastaa suuruudeltaan noin 90 henkilöauton vuotuisia päästöjä. Lisäksi tilan ammoniakkipäästöt pienenevät 0,8 tonnia.

Suomen velvoitteena on vähentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä 850 000 t CO₂e vuosi- na 2005 - 2020 (EU 2009). Biokaasulaitosten yleistymisen voisi edistää tavoitteen saavuttamista. Tilakohtaisen laitoksen päästövähennyksen yleistäminen koskemaan koko Suomen naudan lietalannan teknis-taloudellista potentiaalia vastaisi 91 000 t CO₂e päästövähennystä, josta 73 000 t CO₂e kohdistuu maataloussektorille (8,6 % maataloussektorin päästövähennystavoitteesta). Todellisuudessa lannan käsittelyllä biokaasulaitoksissa voisi olla huomattavasti suurempi merkitys kasvihuonekaasujen päästövähennyksissä, koska naudan lietalannan osuus kaikesta Suomessa tuotetun lannan teknis-taloudellisesta potentiaalista on vain noin kolmasosa (Luostarinen 2013).

Viitteet

- ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch). www.asue.de. Bioenergia ry 2014. Lämpökeskukset ja voimalat, ryhmävertailu. Bioenergia nro 3.
- Clemens, J., Trimborn, M., Weiland, P., Amon, B. (2006). Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 171-177.
- EU 2009. DECISION No 406/2009/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009D0406:EN:NOT>.
- EU 2001. Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1430803446147&uri=CELEX:32001L0081>.
- Flesch, T.K., Desjardins, R.L., Worth, D. 2011. Fugitive methane emissions from an agricultural biogas plant. *Biomass & Bioenergy* 35: 3927-3935.
- Groth, A., Maurer, C., Reiser, M., Granert, M. 2015. Determination of methane emission rates on a biogas plant using data from laser absorption spectrometry. *Bioresource Technology* 178: 359-361.
- Grönroos, J. 2014. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentämismahdollisuudet ja –kustannukset. Ympäristöministeriön raportteja 25/2014. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/152766>.
- IAE 2013. CO₂ Emissions From Fuel Combustion Highlights 2013. CO₂ emissions per kWh from electricity generation. International Energy Agency Publication. 50 p. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2emissionfromfuelcombustionHIGHLIGHTS.pdf>
- Luostarinen, S., ym. 2013. Biokaasuteknologiaa maataloilla I, MTT Raportti 113, Jokioinen 2013, 96 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/481263>.
- Luostarinen S. (ed.) 2013. Energy potential of manure in the Baltic Sea region: Biogas potential & incentives and barriers for implementation. Knowledge Report, Baltic Manure. http://www.balticmanure.eu/download/Reports/bm_energy_potentials_web.pdf
- Luostarinen, S., Normak, A., Edström, M. 2011. Overview of Biogas Technology. Knowledge report, Baltic Manure, http://www.balticmanure.eu/download/Reports/baltic_manure_biogas_final_total.pdf.
- Maataloustilastot 2014. Maatalouden rakennetutkimus, Energia.
- Marttinen, S., Lehtonen, H., Luostarinen, S., Rasi, S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa – Kokemuksia MMM:n investointiavustusjärjestelmästä 2008 – 2010. MTT Raportti 103, Jokioinen 2013, 44 s. <http://www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti103.pdf>.
- Sauvula-Seppälä, T. 2010. Lämpöyrittäjyyden kannattavuus lämmönostajan ja –myyjän sekä metsänomistajan näkökulmasta. Maataloustieteen Päivät 2010. www.smts.fi.
- Soimakallio, S., Mäkinen, T., Ekholm, T., Pahkala, K., Mikkola, H., Paappanen, T. 2009. Greenhouse gas balances of transportation biofuels, electricity and heat generation in Finland – Dealing with the uncertainties. *Energy Policy* 37: 80-90.
- Statistics Finland 2014. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2012. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 15.4.2014. http://www.stat.fi/tup/khkinv/fin_nir_2011_2013_04_15.pdf.
- Tilastokeskus 2014. Energian hinnat.
- Winqvist, E., Luostarinen, S., Kässi, P., Pyykkönen, V., Regina, K. 2015, Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys, Luke Raportti.
- Vuorentola, A.-P. 2013. Energiankulutuksen mittaaminen Viikin koetilan navetasta. Pro gradu –työ. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Helsingin Yliopisto, 61 s.

8. Hillintäkeinojen asiantuntija-arviointi

Heidi Rintamäki, Pasi Rikkinen, Petri Tapio ja Juho Ruotsalainen

8.1. Asiantuntija-arvioinnin tavoitteet ja toteutus

Asiantuntija-arvioinnin tavoitteena on selvittää maatalouteen kohdistuvien hillintäkeinojen hyväksyttävyyttä tilatasolla ja yhteiskunnassa ilmasto- ja energiapolitiikan asettamien tavoitteiden valossa. Tutkimus toteutettiin kaksivaiheisena Delfoi-tutkimuksena, jossa laaja-alainen asiantuntijapaneeli arvioi aihepiiriin tulevaisuuden näkymiä. Delfoi-tutkimus on tulevaisuudentutkimuksen menetelmä, jossa asiantuntijapaneelia pyydetään muodostamaan näkemyksensä jonkin aiheen tulevaisuudesta. Olennaista menetelmässä on, että asiaa kysytään useammin kuin kerran ja että edellisen kierroksen vastaukset palautetaan paneelille, jotta panelistit voivat oppia toistensa näkemyksistä ja arvioida näkemystään uudelleen. Vastaukset ja perustelut ovat anonyymejä, joten asiantuntijat joutuvat pohtimaan argumentteja sellaisinaan tietämättä, kuka minkäkin perustelun on esittänyt (Linstone ja Turroff 1975). Yleensä asiantuntijat vastaavat kyselylomakkeisiin, mutta nykyään usein yksi kierros toteutetaan haastatteluin.

Delfoi-tutkimuksessa haastateltavien valinta ei perustu satunnaisotantaan, kuten tavanomaisessa kyselytutkimuksessa, vaan heidät valitaan asiantuntemuksensa perusteella harkittuna otoksena. Olennaisempaa kuin edustavuus on näkemysten peitto – jotta aihealueen kehityksestä olevat näkemykset tulevat ensimmäisellä kierroksella kattavasti esiin tieteenalarajoja tai hallinnon sektorirajoja kunnioittamatta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tämän kyseisen asiantuntijapaneelin näkemyksiä, eivätkä tulokset esimerkiksi jonkin keinon käytön toivottavuudelle siten ole yleistettävissä kaikkiin maatalousalan ilmastopolitiikkaa tekeviin tai tarkkaileviin toimijoihin.

Ensimmäisellä kierroksella asiantuntijat vastasivat kyselylomakkeeseen ja heidät haastateltiin. Toisella kierroksella he vastasivat lomakekyselyyn. Ensimmäisen kierroksen lomake sisälsi kolme osiota: 1) skenaariotarinat maatalouden hillintätoimista, 2) ohjauskeinojen vaikuttavuus ja 3) maatilojen energiatalous tulevaisuudessa.

Ensimmäinen osio, skenaariotarinat, käsitteli kolmea eri skenaariota ja niiden tulevaisuudenkuvia. Skenaariot olivat: Perusura, Tiukka hillintä ja Energia ruuan ohelle. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan oman asiantuntemuksensa pohjalta, millä tavoin maatilat voivat pärjätä näissä eri skenaarioissa. Tässä raportissa on näitä kolmea eri skenaarioita tarkasteltu ja pohdittu SWOT – analyysin avulla. Toinen osio, ohjauskeinot, on jaoteltu neljään osaan: 1) eläin- ja viljantuotanto sekä lannankäsittely, 2) maaperän dityppioksidipäästöt, 3) maankäyttö ja 4) tarkennetut kysymykset. Saatua aineistoa ja tuloksia tarkastellaan tilastollisen perusanalyysin valossa. Kolmas osio, maatilojen energiatalous tulevaisuudessa, on jaoteltu kahteen alateemaan: 1) Maatilojen itsensä käyttämät energian lähteet tulevaisuudessa ja 2) Maatilojen energiakäytön omavaraisuuteen tulevaisuudessa.

Kutakin ohjauskeinoa pyydettiin arvioimaan seitsemän ulottuvuuden mukaan: 1) todennäköinen kehitys, 2) toivottava kehitys, 3) yhteiskunnallinen hyväksyttävyys keinon käyttöönotosta, 4) hyväksyttävyys keinon käyttöönotosta tilatasolla, 5) keinon käyttöönoton laajuus, 6) keinon tehokkuus päästöjen vähentämiseksi ja 7) yksittäisen ohjauskeinon tärkeyden arviointi maatalouteen kohdistuvana hillintätoimena tulevaisuudessa. Asteikkona käytettiin seitsemäportaista Likert-asteikkoa, missä 1 kuvasti pientä (tai vähäistä, alhaista) ja 7 suurta (tai merkittävää, laajaa) tai 1 (”vähenee nykytilasta erittäin paljon”) ja 7 (”lisääntyy nykytilasta erittäin paljon”) jolloin arvo 4 kuvasti nykytilan kaltaista käyttöönottoa.

Tutkimuksen toisella tarkentavalla kierroksella tarkasteltiin top-7 ohjauskeinoja, kolmea tarkennettua ohjauskeinoa: rasvaruokinta, karjatilojen eloperäisten maiden nurmiviljely ja rehuviljan säilöntä kuivaamatta sekä maatilojen energian käyttöä ja energialiiketoimintaa tulevaisuudessa. Asiantuntijoita pyydettiin aluksi arvioimaan ensimmäiseltä kierrokselta nousseita perusteluja kutakin ohjauskeinoa koskien. Perustelut ryhmiteltiin positiivisiin, negatiivisiin ja neutraaleihin perusteluihin. Tämän

jälkeen asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan uudelleen kyseisen ohjaukskeinoon hyväksyttävyyttä tilata-solla, yhteiskunnallinen hyväksyttävyyttä, keinoon käyttöönoton toivottavuus ja todennäköisyys pohjau-tuen edellä mainittuihin vastausargumentteihin ja ensimmäisen kierroksen tuloksiin, jotka esitettiin graafisessa muodossa keskiarvona ja keskihajontana. Lopuksi asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa ensimmäisellä kierroksella esitettyihin ratkaisuihin, joilla voitaisiin edistää kyseisen ohjaukskei-non käyttöönottoa. Kyselylomakkeet ja arvioidut skenaariot on esitetty liitteissä 1-3.

8.2. Kaksikierroksisen Delfoin toteutus ja asiantuntijapaneeli

Asiantuntijoiden valintaa varten tehtiin asiantuntijuusmatriisi (Kuusi ym. 2006), jossa muuttujina oli-vat *osaamisalue* (maatalous, uusiutuva energia, ilmasto, talous, teknologia, yhteiskunta, luonnontie-teellinen), *taustaorganisaatio* (T&K&I, maatalo, hallinto, kansalaisjärjestö, etujärjestö, neuvonta, teol-lisuus, lehdistö, kauppa), *sukupuoli* ja *työelämässä oloaika*. Tähän matriisiin listattiin tutkijaryhmän kanssa potentiaalisia ehdokkaita. Näistä kandidaateista valittiin yhteensä 36 asiantuntijaa, jotka asi-antuntemukseltaan loivat yhdessä tasapainoisen paneelin.

Asiantuntijuudessa on useita puolia ja erityisesti on syytä erottaa kognitiivinen ja sosiaalinen asi-antuntijuus (Varho ja Huutoniemi 2014). *Kognitiivinen asiantuntijuus* (kuvassa 1 koulutustausta) pe-rustuu sisällölliseen asiantuntemukseen ottamatta sinänsä kantaa, millä tavalla tuo sisältöasiantun-temus on syntynyt. *Sosiaalinen asiantuntemus* perustuu ihmisen professionaaliseen asemaan, joka on saavutettu esimerkiksi suorittamalla tiettyä tutkintoa, saavuttamalla jokin akateeminen arvo, pää-semällä töihin tiettyyn organisaatioon tai kerryttämällä kunnioitettava määrä virkavuotia. Tässä tut-kimuksessa asiantuntijapaneeliin haettiin vaihtelua kummankin ulottuvuuden suhteen käyttäen asi-antuntijuusmatriisiä työkaluna (kuva 1). Asiasisältöosaamisen ja taustaorganisaation lisäksi ihmisen asiantuntijamielipiteeseen saattavat vaikuttaa ikä ja sukupuoli.

Delfoi-tutkimukseen osallistui ensimmäisellä kierroksella 29 asiantuntijaa ja toisella online-kyselynä toteutetulla tarkentavalla kierroksella 23 vastaajaa. Tutkimuksen ensimmäiselle kierrokselle valittuja asiantuntijoita lähestyttiin aluksi sähköpostitse lähetetyllä kutsulla tutkimukseen. Viikon kahden sisään heille soitettiin puhelimitse ja sovittiin haastatteluaika. Kyselylomake saatekirjeen kera lähetettiin sähköpostitse ja kyselylomake (liite 2) pyydettiin palauttamaan sähköisesti ennen itse haas-tattelupäivää. Viisi asiantuntijaa jouduttiin vaihtamaan, sillä he eivät ehtineet kiireidensä vuoksi osal-listumaan.

Asiantuntijapaneeli jaettiin kahteen ryhmään. Toinen ryhmistä oli painottunut maatalouden asi-antuntijuuteen ja toinen ryhmä ilmasto- ja energia-asiantuntijuuteen. Maatalouspainotteisemman ryhmän haastatteli MTT:n tutkija Heidi Rintamäki ja ilmasto- ja energia-asiantuntijat haastatteli Tule-vaisuuden tutkimuskeskuksen projektitutkija Juho Ruotsalainen. Haastattelut suoritettiin kasvotus-ten, kahta internet-haastattelua lukuun ottamatta. Kunkin tapaamisen aluksi haastattelija kertasi tutkimuksen taustan ja tarkoituksen. Sen jälkeen siirryttiin kyselylomakkeeseen, josta käytiin täyttö-ohjeet yhdessä läpi.

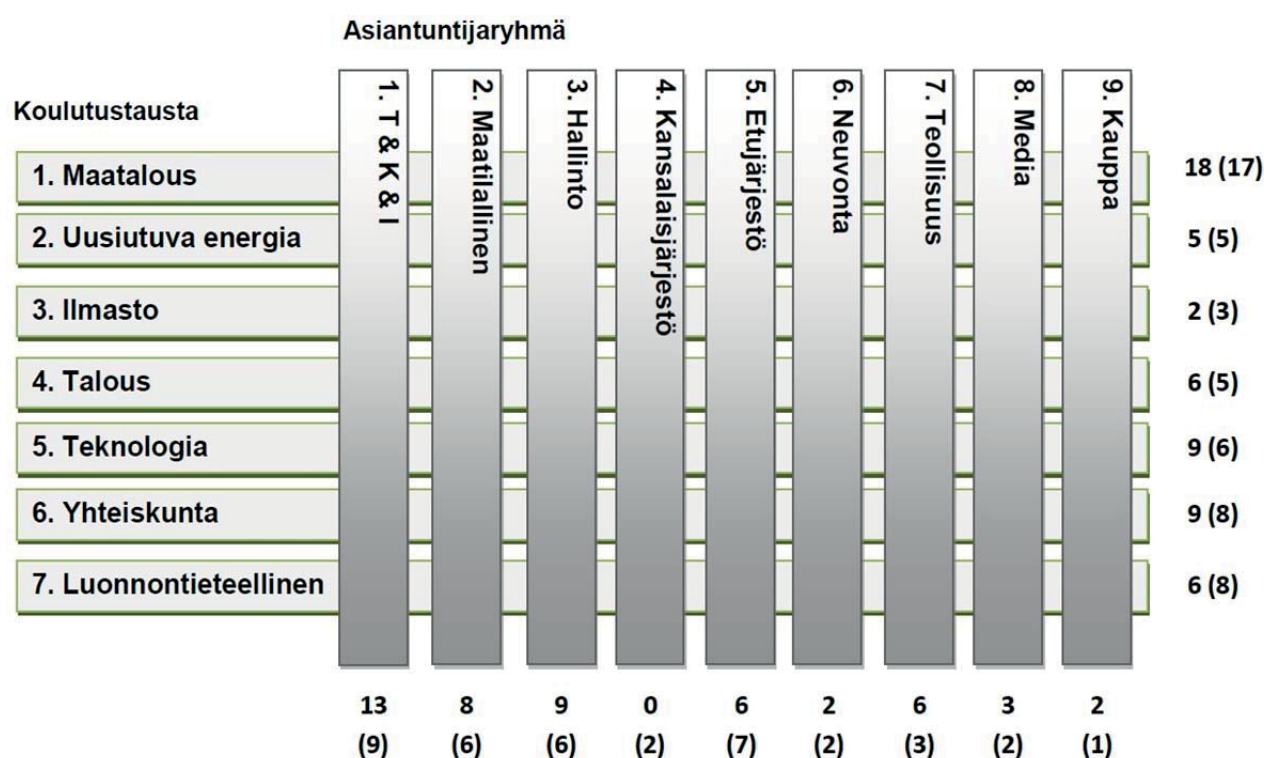
Asiantuntijoita pyydettiin keskittymään niihin asioihin, joihin heidän oma asiantuntemuksensa ensisijaisesti liittyi. Näin ollen kaikkiin kohtiin eri teemoissa ei tarvinnut vastata. Haastattelut kestivät tunnista kahteen. Osa näistä taltioitiin nauhoittamalla, osa tutkijan muistiinpanoin.

Tutkimuksen toiselle tarkentavalle kierrokselle kutsuttiin kaikki ensimmäiselle kierrokselle osal-listuneet asiantuntijat sekä kolme uutta asiantuntijaa, jotka edustivat kansalaisjärjestöjä. Asiantunti-joita lähestyttiin sähköpostitse, jossa heidät kutsuttiin ottamaan osaa tutkimuksen toiselle kierroksel-le ja joka sisälsi linkin web-pohjaiseen kyselylomakkeeseen (liite 3). Asiantuntijoille lähetettiin useampi muistutusviesti ja vastausaika oli yhteensä n. kuukausi. Toisen Delfoi-kierroksen vastausprosentti oli 74 prosenttia.

Vastaajista lähes 60 prosenttia osallistui maataloutta ja maaseutua koskevaan työhön päivittäin ja 93 prosenttia vähintään kerran kuukaudessa. Työtehtävät koskivat kansallista tasoa 40 prosentilla

vastaajista ja kansainvälistä tasoa 22 prosentilla vastaajista. Vastaajista 86 prosenttia oli suorittanut yliopistotasaisen tutkinnon. Lisensiaatteja tai tohtoreita oli 36 prosenttia vastaajista.

Kuvassa 1 on esitetty vastaajien osaamisalue ja asiantuntijaryhmä. Maatalous- ja teknologia-asiantuntemusta löytyi muiden osaamisalueiden lisäksi monelta haastateltavalta. Osaamista löytyi puhtaasti maataloudesta kahdeksalta haastateltavalta, yhdellätoista vastaajalla oli maatalousasiantuntemusta jonkin muun osaamisalueen lisäksi. Pelkästä teknologiasta oli osaamista kolmella vastaajalla ja teknologia-asiantuntemusta jonkin muun osaamisalueen lisäksi löytyi kuudelta vastaajalta. Asiantuntijaryhmistä hallinto ja T&K&I olivat selkeästi eniten edustettuina. Maatilallisia oli yksi vastaajista, mutta seitsemällä vastaajalla oli maatalousasiantuntemuksen lisäksi. Tutkimuksen toiselle tarkentavalle kierrokselle osallistuneiden asiantuntijoiden osaamisalue ja asiantuntijaryhmä on esitetty kuvassa 1 suluissa.



Kuva 1. Asiantuntijuuspeitto tutkimuksen 1. ja 2. kierroksella. 2. kierroksen tulokset suluissa.

8.3. Kolmen tulevaisuusskenaarion arviointi maataloudesta

Tulevaisuuden ennakkoinnissa skenaarioilla on keskeinen sija. Skenaariosuunnittelun taustalla on ajatus, että jos tulevaisuutta ei pysty ennustamaan toimintaympäristön monimutkaistuesssa, toinen vaihtoehto on jäsentää erilaisia tulevaisuuden kehityskulkuja, skenaarioita ja tarkastella päätöstarpeita niiden pohjalta. Skenaariossa kuvataan, miten jokin oletettu tulevaisuuden tila kehittyy askel askelelta tarkastellulla aikavälillä (Wiener ja Kahn 1967). Skenaariot keskittyvät vähemmän lopputulosten ennustamiseen ja enemmän niiden voimien tunnistamiseen ja ymmärtämiseen, jotka vaikuttavat lopputulokseen. Mannermaan mukaan (1991) skenaariomallinnuksella luodaan loogisesti etenevä tapahtumasarja, jonka tarkoituksena on näyttää, miten mahdollinen, joko todennäköinen, tavoiteltava tai uhkaava tulevaisuudentila kehittyy askel askelelta nykytilasta.

Skenaariosuunnittelussa on olennaista, että kaikkien skenaarioiden tulee olla mahdollisia toteuttaa, sisäisesti johdonmukaisia, olennaisia tekijöitä käsitteleviä ja kokonaisvaltaisia, jolloin ne tarkastelevat erilaisten tekijöiden kuten taloudellisten, teknologisten ja ympäristöllisten muuttujien kehitystä

ja keskinäisiä vuorovaikutuksia (Van der Heijden 1996). Skenaario ei kuitenkaan ole ennuste tulevasta vaan vaihtoehtoinen kehityksen kulku ja sellaisina niitä tulee päätöksenteon valmistelussa ja vaikutusarvioissa käyttää. Tässä tutkimuksessa skenaarioita käytettiin Delfoi-prosessin syötteinä arvioitaessa maatalojen selviytymistä tulevaisuudessa. Tarkastellut skenaariot rakennettiin eksploratiivista periaatetta noudattaen (Godet 2000), jossa skenaariot jäsennettiin nykyhetkestä tulevaisuuteen.

Tässä osiossa asiantuntijoille kuvailtiin aluksi kolme eri skenaariota. Skenaariot olivat: Perusura, Tiukka hillintä ja Energia ruuan ohelle. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan oman asiantuntemuksensa pohjalta, millä tavoin maatilat voivat pärjätä näissä eri skenaarioissa. Taulukossa 1 on eroteltu pääpiirteittäin eri skenaarioita erottavat tekijät (ks. myös liite 1).

Taulukko 1. Eri skenaarioita pääpiirteittäin erottavat tekijät

	Perusura	Tiukka hillintä	Energia ruuan ohelle
Skenaarioita erottavat tekijät			
Perusidea	Nykykehitys ja olemassa olevat CAP-päätökset	Tehdään kaikki hillintätoimenpiteet mitä voidaan	Tuotetaan ruoan lisäksi uusiutuvaa energiaa
Keinovalikoima	Vähemmän runsas, laajasti kohdennettu	Runsas, mutta foku-soitunut	Runsas ja laajasti kohdennettu
Muutoshalukkuus	Melko vähäinen	Voimakas	Hyvin voimakas
Yhteiskunnan taloudellinen tuki lyhyellä tähtämällä	Nykyisen suuruinen	Nykyistä suurempi	Selvästi nykyistä suurempi
Alkuinvestoinnit	Nykyisen suuruisia	Nykyisiä suurempia	Selvästi nykyisiä suurempia
Yhteiskunnan tuki pitkällä tähtämällä	Nyky päätösten mukainen	Nyky päätöksiä suurempi	Nyky päätöksiä pienempi
Kehityksen pääasiallinen ajuri	Globalisaatio	EU:n ilmastopolitiikka	Monipuolinen yrittäjyys
Teknologian pääasiallinen ajuri	Maatalouden tuottavuus	Päästöjen hillintä	Uusiutuva energia

Tässä loppuraportissa näitä kolmea eri skenaarioita on tarkasteltu ja pohdittu SWOT-analyysin avulla (*strengths, weaknesses, opportunities ja threats*). SWOT-analyysi on hyvin käytännöllinen kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä selvittämään ilmiötä neljästä näkökulmasta; vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Tämän nelikentämatriisin pohjalta voidaan tehdä päätelmiä, miten vahvuuksia voidaan käyttää hyväksi saavuttamaan tavoitteet, miten heikkoudet; haitalliset seikat tavoitteen saavuttamiselle, muutetaan vahvuuksiksi, miten tulevaisuuden mahdollisuuksia hyödynnetään tavoitteen saavuttamiseksi ja kuinka uhkiin, joita on vältettävä, varaudutaan ja vältetään. SWOT-menetelmässä yksi ja sama ilmiö voi kuulua useampaankin kuin yhteen nelikentän osioon, jolloin se voi olla vahvuus ja heikkous samaan aikaan riippuen tarkasteltavasta näkökulmasta tai toimijasta. SWOT-analyysissä vahvuudet ja heikkoudet kytkeytyvät tarkasteltavien ilmiöiden sisäisiin ominaisuuksiin (tilan sisäisiin), kun taas mahdollisuudet ja uhat edustavat enemmän ulkoisia tekijöitä, kuten tekniikkaa, politiikan keinoja, sosiaalisia muutoksia, lainsäädäntöä, trendejä jne.

8.3.1. Perusura–skenaario

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • CAP:n kehitys vuoteen 2020, ja 2014 – 2020 Maaseudun kehittämissuunnitelman mukainen • Maatiloilla aikaa tottua ja sopeutua • Suurten tilakokojen tai klustereiden tuomat mit-takaavaedut • Pientilojen erikoistuminen puhtaaseen ruokaan • Palveluiden tarjoaminen ympäröiville yhteiskun-nille • Maanviljelijöiden tietotaito tuotantotoiminnasta ja luonnon prosesseista 	<ul style="list-style-type: none"> • Viljelijöiden passivoituminen • Suurtuotannonriskit • Maatilojen kannattavuuden heikentyminen – tukiriippuvuus • Kotimaisen tuotannon kallistuessa korvaa-minen tapahtuu halvemmalla tuontiruulla • Monimuotoisuuden väheneminen • Hidas vaikutus ympäristöön
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> • CAP:n viitoittamat suuret linjat vetävät muka-naan Suomen, jolla ei itsellään ole valmiuksia suuriin kansallisiin ratkaisuihin • Tilojen kannustaminen ja ohjaaminen tukien avulla ympäristön kannalta kestäviin toimintata-poihin • Byrokratian vähentyminen • Lannan monipuolisempi hyödyntäminen muun biomassan kanssa • Aggressiivisempi maataloustuotteiden markki-nointi kansainvälisellä tasolla • Polttokennoteknologian edistäminen • Energiapajuviljelmät turvemaille • Hiilidioksiditonin hinnan muuttaminen • Maanviljelijöiden tietotaidon hyödyntäminen mahdollistaa tehokkaampien politiikan keinojen muodostumiseen 	<ul style="list-style-type: none"> • Suurtuotannon kannattamattomuus • Maailmanmarkkinahintojen rajut heilahtelut keinolannoitteissa • Tukiriippuvuuden kuormitus kansanta-loudelle • Varoja ei tarpeeksi ilmastoasioita edistäviin toimiin • Ilmastonhillintäkeinoja ei tarpeeksi • Ympäristötuet ovat kohdennettu epäopti-maalisesti • Aktiivisempia muutoksia tarvitaan

Kuva 2. Perusura-skenaarion SWOT–matriisi

8.3.2. Perusura–skenaarion vahvuudet

Perusura-skenaarion nähtiin olevan CAP 2020 sekä 2014 – 2020 Maaseudun kehittämissuunnitelman mukainen, jolloin se on jo toteutumassa kestävä kehityksen mukaisesti ja nähty siten hyväksyttäväksi. Näistä toimista nähtiin olevan hyötyä tuotannolle mm. nurmiviljelyyn, lannankäytön tehostamisen ja pellon perusparannusten kautta. Viljelyalan rajoittaminen nähtiin myös vahvuudeksi tilan pärjäämi-sen kannalta. Toteutuksen keinojen vahvuuksina nähtiin niiden yksinkertainen toteutustapa pitkällä aikavälillä, jolloin ajatukseen päästöjen vähentämisestä ja energiatehokkuuden lisäämisestä on maanviljelijöillä aikaa tottua ja sopeutua sekä suunnitella investointeja. Taloudellinen kannattavuus koettiin saavutettavan isojen tilakokojen tai tilaklustereiden myötä sekä panostamalla tuotannon optimointiin mm. täsmäviljelyyn, kohdennettujen resurssien käytön ja hävikin minimoimisen kautta. Isoilla tuottajilla nähtiin olevan vahvuutena investoida edistykselliseen ympäristöteknologiaan. Suo-malaisten maatilojen vahvuudeksi nähtiin tulevaisuudessa laatuun panostaminen (raskasmetalliton

maaperä), maatilojen kyky vastata ruoan kysyntään sekä pienten tilojen mahdollisuus monipuolistaa tuotantoaan, jatkojalostaa tuotteitaan ja brändäämään itseään vahvemmin näiden ominaisuuksien tarjoajana ruoan laadussa. Vahvuuksiksi tavoitteiden saavuttamiseksi kerrottiin olevan myös palveluiden tarjoaminen ympäröiville yhteiskunnille paikallistasolla, kuten yhteistoiminta biokaasuntuotannossa (raaka-ainepohja: lanta, rehuntuotannon ylijäämäraaka-aineet, teurasjätteet jne.) ja hyödyntämisessä (lämpö, sähkö, biokaasu), jolloin investoinnit ja käyttökustannukset pienenevät. Näin ollen edelläkävijät saivat kilpailuetua. Maanviljelijän vankka tieto-taito fotosynteesistä koettiin suureksi vahvuudeksi, jota tulisi hyödyntää kaikilla yhteiskunnan portailla.

8.3.3. Perusura–skenaarion heikkoudet

Tilan sisällä tapahtuviksi heikkouksiksi nousivat tässä skenaariossa viljelijöiden passivoituminen. Vastaajat kokivat, ettei sopeutuminen ilmastonmuutokseen kannusta viljelijöitä innovoimaan, vaan puolestaan toimimaan pakkojen edessä ja siten sallivan toisaalta näennäisviljelyn. Oman liiketoiminnan kehittämisen tulisi lähteä tilan omista lähtökohdista. Tilamäärän väheneminen ja sitä kautta kasvava tilakohtainen pinta-ala, eli tilakokojen voimakkaan kasvun nähtiin tuovan mukanaan suurtuotannon riskit, jotka voivat konkretisoitua terveysuhkina, eläinten hyvinvointiin liittyvinä ongelmina ja yrittäjän jaksamisongelmina. Kalliiden ympäristötoimenpiteiden koettiin kasvattavan entisestään maatilojen kustannuksia ja siten heikentävän niiden tulosta. Näin ollen maatilojen pärjääminen jäisi vahvasti tukien varaan, ellei jotain uutta tulomuotoa ilmaannu. Vastaajat kokivat, ettei maatalous sovellu vapaan markkinatalouden muottiin, koska kustannusrakenteet vaihtelevat suuresti jo EU:n sisälläkin. Kustannusten kasvaessa, vastaajat näkivät halvan tuontiruuun lisääntyvän korvaamaan kallista kotimaista tuotantoa ja siten vähentävän entisestään kotimaista tuotantoa. Kyseisen skenaarion ympäristötoimien koettiin vaikuttavan ympäristöön liian hitaasti ja monivuotisten nurmien keskittäminen eloperäisille maille vähentävän maatalouden monimuotoisuutta entisestään.

8.3.4. Perusura–skenaarion mahdollisuudet

CAP:n viitoittamat suuret linjat nähtiin mahdollisuutena tavoitteiden saavuttamiseksi, koska vastaajat kokivat, ettei Suomella ole kansallisia valmiuksia suuriin ratkaisuihin. Ilmastotoimien sisällyttäminen sopimuksiin eri ministeriöiden välillä koettiin myös tarpeellisena ja siten mahdollisuutena erityisesti ilmastotavoitteiden saavuttamiselle. Tilojen kannustaminen ja ohjaaminen siirtymään ympäristön kannalta kestäviin toimintatapoihin tukien avulla koettiin olevan suuri taloudellinen merkitys tiloille (erityisesti pinta-ala ja nurmien viljely tuilla). CAP:n sisältämillä viherryttämistuilla ei koettu olevan suurta vaikutusta tilojen arkeen, jolloin ne on helppo omaksua. Samoin kohdennetut toisen pilarin ympäristötuet nähtiin hyvinä mahdollisuuksina tavoitteiden saavuttamiselle. Tukijärjestelmien yksinkertaistaminen ja byrokratian karsiminen nähtiin mahdollisuutena keskittyä olennaiseen. Samalla toivottiin laajaa informointia, joka selkeyttäisi viljelijöille miksi näiden uusien toimintatapojen omaksuminen mahdollistaa tavoitteiden täyttymisen. Lannan, nurmen ja muiden biohajoavien tähteiden mädätys biokaasuksi nähtiin mahdollisuutena parantaa ravinnekiertoa ja omavaraisuutta lannoitteiden ja energian suhteen. Lanta tulisi nähdä mahdollisuutena eikä jätteenä EU:n tasolla. Maanviljelijöiden tietotaidon hyödyntäminen tuotantotoiminnasta ja luonnon prosesseista koettiin mahdollistavan tehokkaampien politiikan keinojen muodostumiseen.

8.3.5. Perusura–skenaarion uhat

Vastaajat kokivat taloudellisen liikkumavaran liian kapeaksi. Suurtuotantokaan ei välttämättä takaa toimeentuloa. Se voi myös muodostua liikkeenjohdollisesti ja ympäristön kannalta liian raskaaksi. Kannattamattomuuden koettiin voivan johtaa Venäjän kaltaiseen agro-holding rakenteeseen, jossa on yhdistetty useampia tuotantoyksiköitä yhden tilan hallintaan. Tuottavuusajattelussa onkin haasteellista tietää, mikä on tilakoon kasvattamisen järkevä katto. Maailmanmarkkinahintojen rajutkin

heilahtelut nähtiin suurena uhkana maatalouden kannattavuudelle, sillä öljyn hinnan noustessa nousivat petrolin hinta ja sen myötä keinolannoitteiden hinnat, joista tilat ovat riippuvaisia. Tästä huolimatta ruuan hinta ei kuitenkaan nouse samassa suhteessa maailmanmarkkinoilla, jolloin kilpailu eurooppalaisen ruuan kanssa koettiin olevan mahdotonta. Tämän johdosta nähtiin uhkana maatalouden yhä suurempi kannattamattomuus ja tuontiruuan lisääntyvä kulutus. Tukien yhteiskunnallinen hyväksyttävyyttä saattaa kärsiä, kun tuet kohdennetaan perheviljelmien sijaan suurtuottajille. Samalla vahva tukiriippuvuus rasittaa kansantaloutta. Investointivarojen ei koettu vastaajien keskuudessa riittävän ilmastoasioita edistäviin toimiin riittävästi. Ilmastohillintäkeinoja ei nähty olevan tarpeeksi tavoitteiden täyttymiselle ja ympäristötukien vaikuttavuuden ei koettu olevan optimaalista. Vastaajat kokivat, että tarvitaan aktiivisempia muutoksia tavoitteiden täyttymiselle. Uhaksi koettiin myös se, ettei yksi malli sovi kaikille. Ihminen on hidaskäppäinen, jolloin uuden sisällön käyttö koulutuksessa koettiin vaikuttavan rajallisesti.

8.3.6. Tiukka hillintä–skenaario

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • Biokaasutuksen kustannussäästöt energian ja lannoitteiden suhteen • Muuten joutilaan biomassan taloudellinen hyödyntäminen • Energian kohtuullinen verotus • Vahva tukisidonnaisuus • Yhteiset tavoitteet luovat saumattomampaa yhteistyötä • Eloperäisille maille kohdennetut toimet ovat vain 5 % koko Suomen pinta-alasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Biokaasutuksen kustannussäästöt energian ja lannoitteiden suhteen • Muuten joutilaan biomassan taloudellinen hyödyntäminen • Energian kohtuullinen verotus • Vahva tukisidonnaisuus • Yhteiset tavoitteet luovat saumattomampaa yhteistyötä • Eloperäisille maille kohdennetut toimet ovat vain 5 % koko Suomen pinta-alasta
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastotavoitteita tukevat teknologiat tukien keskiöön • Biokaasutuksen kannattavuusongelmien ratkaiseminen • Maatilojen ja energiayhtiöiden yhteistoiminta • Tuuli- ja aurinkoenergian laajempi hyödyntäminen • Uusien raaka-aineiden käyttö biokaasulaitoksissa • Neuvonnan korostuminen tuottajille ja kuluttajille • Hiilidioksiditonin hinnan muutos mahdollisuudet 	<ul style="list-style-type: none"> • RES direktiivi korostuu CAP:n kustannuksella • Kotimaisen tuotannon korvautuminen ulkomaisella tuotannolla • Vahva tukipolitiikka vääristää markkinoita, on ristiriidassa yrittämisen kanssa, luo näennäsviljelylle potentiaalin ja on raskas veronkantotaakka yhteiskunnalle • Vaatii enemmistön tuen • Hankala toteuttaa liian tiukkojen toimien johdosta • Vapaamatkustajaongelma EU-tasolla • Sosiaalisen ja henkisen pahoinvoinnin lisääntyminen

Kuva 3. Tiukka hillintä-skenaarion SWOT–matriisi

8.3.7. Tiukka hillintä–skenaarion vahvuudet

Tiukan hillinnän skenaariossa vahvuuksiksi nousivat biokaasutuksen mukanaan tuomat kustannussäästöt energian ja lannoitteiden suhteen, ja niiden mukanaan tuomat ravinnekierrätysten positiiviset vaikutukset rajallisten typen ja fosforin biokaasutuksen loppujakeen hyödyntämisestä. Biokaasulaitokset ja tilusjärjestelyt nähtiin avaavan mahdollisuuksia tilojen pärjäämiselle, samalla kun mahdolliset tilaklusterien biokaasulaitokset tuovat säästöjä investointien suhteen. Biokaasutuksen koettiin monipuolistavan viljelykiertoa etenkin viljanviljelytiloilla tehden nurmenviljelystä houkuttelevampaa. Biokaasulaitosten käyttäessä raaka-ainepohjanaan kesantoaloja ja muuta biomassaa, nähtiin tuovan maataloille lisätuloja ja hyödyntävän siten muuten taloudellisesti hyödyntämätöntä biomassaa. Vahvuudeksi nousi myös myytävän energian kohtuullinen verotus. Yhteiskunnan vahva tukisidonnaisuus koettiin edellytyksenä ja siten vahvuutena tilojen pärjäämiselle tässä skenaariossa. Isojen ja innovatiivisten tilojen pärjääminen nähtiin myös vahvuutena, sillä heillä on halua ja mahdollisuutta investoida uusiin ympäristöteknologioihin. Vahvuutena nähtiin myös tilojen yhteiset tavoitteet, jolloin saumattomampi yhteistyö tilojen välillä syntyy helpommin. Eloperäisiin maihin kohdistuvat toimenpiteet koskisivat vain pientä osaa koko Suomen peltopinta-alasta, joten toimenpiteet koettiin mahdollisena toteuttaa.

8.3.8. Tiukka hillintä–skenaarion heikkoudet

Suurimmiksi heikkouksiksi tässä skenaariossa nousivat toimeentulon turvaaminen eloperäisten maiden haltijoille ja tuotantokustannusten nousu. Skenaarion tavoitteiden konkretisoituminen nähtiin rankaisevan Pohjanmaan eloperäisten maiden viljanviljelijöitä, ja mahdollisesti autoittavat eloperäisten maiden alueita kun raivauskielto rajoittaa tilan kehitystä. Kotieläintilat saattavat siirtyä raivauskiellon myötä viljanviljelytiloiksi, jolloin lihan omavaraisuusaste laskisi Suomessa. Sosiaalisten ulottuvuuksien unohtaminen tilusjärjestelyissä saattaa asettaa viljelijät keskenään eriarvoiseen asemaan. Tämä saattaa vastaajien mukaan ajaa tilat lopettamaan ja siirtymään muihin toimiin, kuten koneurakointiin. Liian tiukan ja väärin painotetun hillinnän kautta koettiin absoluuttisen ja suhteellisen tuotavuuseron lisääntyvän. Esimerkiksi pellon käytön rajoittaminen koettiin vähentävän tilan tuloja, myös nurmiviljelyn laajaperäistäminen koettiin nostavan suhteellisia energiakustannuksia, kun saman rehun tuottamiseksi tarvittaisiin suurempia rehuntuotantoaloja. Vahvan tukisidonnaisuuden nähtiin vääristävän markkinoita ja samalla vievän tilalliselta vapautta toteuttaa omaa liiketoimintaansa. Vastaajat kokivat ilmastonmuutoksen olevan monelle viljelijälle liian kaukainen ja abstrakti asia, jolloin saattaa syntyä ”ei kosketa minua” – asenne. Tästä johtuen tiedostustyö tulisi hoitaa kunnolla. Vastaajat kokivat tässä skenaariossa olevan liikaa sääntöjä, jotka voivat saada aikaan viljelyn yksipuolistumisen ja biodiversiteetin vähenemisen, minkä tähden he toivoivat uusia tulokulmia. Tavoitteiden saavuttamiseksi tulisi vastaajien mielestä biokaasulaitoksia olla tuhatkertainen määrä.

8.3.9. Tiukka hillintä–skenaarion mahdollisuudet

Tässä skenaariossa maatalouden pärjääminen koettiin olevan pitkälti muista toimijoista kiinni, jolloin riittävät tukitoimet mahdollistaisivat tämän skenaarion tavoitteiden saavuttamisen. Tuet tulisi vastaajien mielestä kohdentaa niille aktiivisille tuottajille, jotka toteuttavat ilmastotavoitteita vahvimmin. Ilmastotavoitteita tukevat ympäristötehokkaat koneet, lannankäsittelyteknologiat ja skaalaedut tulisi ottaa vahvasti käyttöön ja kohdentaa tuki näiden mukaan. Vastaajat näkivät mahdollisuutena tavoitteiden konkretisoitumiseksi, suorakylvön vaateen eloperäisille maille ja kesantoalojen taloudellisemmän käytön korkeampien tukien kautta. Biokaasutuksen potentiaalın valjastaminen kannattavuusongelmien ratkaisemisen kautta (esim. syöttötariffi) lisäisi energian ja lannoitteiden omavaraisuutta. Tämä olisi mahdollista merkittävän tuen kohdentumisella maataloille ja energiantuotantolaitoksille. Kunnalliset energiayhtiöt voisivat investoida kotitalouksien ja maatilojen puolesta, jotka maksaisivat investoinneista aiheutuneet kustannukset takaisin hiljalleen sähkölaskussa. Myös tuuli- ja

aurinkoenergian suurempi hyödyntäminen koettiin potentiaalisesti keinoksi tavoitteiden saavuttamisessa. Lisäksi vastaajat ehdottivat pientareiden siistimistä (400 000ha) biokaasulaitosten raaka-aineeksi. Eräs vastaajista ehdotti vedenpuhdistuksen ja energiantuotannon yhdistämistä leväjärvien kautta, jolloin leväbiomassaa käytettäisiin biokaasulaitosten raaka-aineena, samalla kun leväinen vesialue puhdistuisi. Mahdollisuuksina tavoitteiden saavuttamiseksi koettiin myös neuvonnan korostuminen niin tuottajien (rahoituksen haku) kuin kuluttajien (kulutusmuutokset) osalta. Myös tässä skenaariossa koettiin potentiaalisena mahdollisuutena saavuttaa tavoitteet, jos hiilidioksiditonnin hintaa voitaisiin muuttaa ilmastonhillintää edistäväksi.

8.3.10. Tiukka hillintä–skenaarion uhat

Vastaajat kokivat tässä skenaariossa olevan eniten uhkia ja esteitä tavoitteiden saavuttamiselle. He kokivat RES – direktiivin (uusiutuvan energian direktiivi) korostuvan liikaa, ja jättävän CAP:n tavoitteet toissijaisiksi. Vastaajien mielestä RES:n tehokuutta tulisi tarkastella tarkemmin. Yhtenä suurimmista uhista tavoitteiden saavuttamiseksi koettiin kotimaisen tuotannon korvautuminen ulkomaisella tuotannolla. Tämä luo pidemmät logistiset matkat (päästöt kasvavat), epäfysiologisen ja -ekologisen tuotannon tukemisen (ei CAP vaateita), jolloin tuotanto siirtyy ulkomaille aiheuttaen hiilivuotoja. Vahvan tukipolitiikan nähtiin vääristävän markkinoita, olevan ristiriidassa yrittämisen kanssa, luovan näennäisviljelyn potentiaalın rajoittaen tuotantoa ja luovan kansantaloudelle raskaan veronkantoaakan. Vastaajien mielestä tässä skenaariossa unohdettiin osallistava politiikka, jolloin se on vaikea myydä, sillä pakottaminen luo muutosvastarintaa. Epäoikeudenmukaiset tilusjärjestelyt ja tiukat rajaukset eloperäisten maiden käytölle koettiin hankalaksi toteuttaa. Vastaajat myös muistuttivat vapaamatkustajaongelmasta EU-tasolla; miksi Suomen pitäisi olla erikoisasemassa liian tiukkojen hillintätoimenpiteiden suhteen muihin EU-maihin verrattuna, kun muut saastuttavat. Nurmen ollessa suurimassainen kasvi, vastaajat kokivat että päästöt voivat lisääntyä, kun kasvatusalaa tarvitaan lisää mahdollisesti kauempaa. Ilmastonmuutoksen hillitsemis- ja sopeutumiskeinojen koettiin nostavan energian hintaa, mikä vaarantaisi entisestään Suomen maatalouden asemaa. Tämän skenaarion toteutuksen keinot koettiin muistuttavan Neuvostoliittoa, lisäävän sosiaalista ja henkistä pahoinvointia ja sisältävän mahdollisesti liikaa tunnesiteitä faktojen välillä. Eräs vastaajista kuvasi sitä Pandoran lippaaksi.

8.3.11. Energia ruoan ohelle–skenaario

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • Taloudellinen tuki bioenergiantuotannosta • Niukkakasvuisempien peltojen hyödyntäminen biokaasutuksen raaka-aineena • Ruoantuotannon omavaraisuus ei järky • Energiaomavaraisuuden kasvu • Maatalouden asema laajenee ja pitkäjänteistyy yhteiskunnassa • Toteutuksen keinot ovat porkkanoita, jotka kannustavat luomaan innovaatioita 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiantuotannon muuttuminen liian houkuttelevaksi ruuantuotannon suhteen • Eloperäisten maiden sitominen nurmituotantoon rajoittaa elinkeinoa • Puhtaat viljanviljelytilat kärsivät • Maissin ja biodieselin ILUC (epäsuorat maankäytön muutokset) -vaikutukset • Tieto-aidon puute • Energianeuvojien puute
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> • Monipuoliset ja uudet maatalousyrittäjät • Uusia työpaikkoja (urakointi, neuvonta) • Uusien innovaatioiden ja teknikoiden kehittyminen • Kansainvälisestäikin hyödynnettäviä innovaatioita • Energia- ja lannoiteomavaraisuuden paraneminen • Hajautettu energiantuotanto hyödyntää kaikki biomassat • Hiilidioksiditonin hinnan muutos mahdollisuudet 	<ul style="list-style-type: none"> • Nurmiviljelyn pakottaminen biokaasun raaka-aineeksi • Biokaasulaitosinvestointitukien oikea kohdentuvuus • Biokaasuinfrastruktuurin puutteellisuus • Bioenergian raaka-aineiden rajauskysymykset • Liuskekaasun vääristävä vaikutus bioenergiamarkkinoilla

Kuva 4. Energia ruoan ohelle -skenaarion SWOT–matriisi

8.3.12. Energia ruoan ohelle–skenaarion vahvuudet

Energia ruoan ohelle skenaariossa vahvuuksiksi nousivat mahdollisesti ruoantuotantoa paremmat rahalliset korvaukset bioenergiantuotannosta sekä mahdollisuudet hyödyntää myös vähempituottoisia peltoja raaka-ainetuotannossa, minkä koettiin saattavan lisätä muutos- ja investointihalukkuutta enemmän kuin pakotteet ja normatiiviset käskyt. Bioenergian tuotannon tullessa osaksi tilan liiketoimintaa, sen koettiin monipuolistavan maaseutua, avaavan viljelijöille uusia mahdollisuuksia ja tuovan uusia tulon lähteitä viljelijöille, sen ollessa markkinalähtöisempi. Tässä skenaariossa biokaasutuksen nähtiin voivan oikeasti lisääntyä, kun raaka-ainepohjana käytetään ylijäämäraaka-aineita, luonnonhoitopeltoja, viherlannoitusnurmia ja suojakaistoja, jolloin ruoantuotannon omavaraisuus ei järky. Samalla tulisi hyödynnettyä kokonaisvaltaisesti Suomen maatilojen paikallisia vahvuuksia, energiantuotantomahdollisuudet olisivat läpivuotisia ja energiaomavaraisuus kasvaisi. Vastaajat kokivat näiden asioiden palvelevan monipuolisesti yhteiskunnan eri tarpeita, virkistävän maatilojen ja maaseutujen yleistä toimeliaisuutta terveellä tavalla, mahdollistavan maatalouden tuottavuuden kasvattamista pitkällä aikavälillä, jolloin maatalouden asema laajenee ja pitkäjänteistyy yhteiskunnassa. Yhteiskunnan taloudellisen tuen ollessa lyhyellä tähtäimellä selvästi nykyistä suurempaa, sen koettiin vastaajien keskuudessa mahdollistavan suurten investointien kannattavuuden, jolloin innovaatioille tulee uutta kysyntää, ja pitkällä aikavälillä maatalouden pärjääminen ei ole enää niin vahvasti tuki-riippuvaista.

8.3.13. Energia ruuan ohelle–skenaarion heikkoudet

Suurimmaksi heikkoudeksi tässä skenaariossa nousi energiantuotannon muuttuminen liian houkuttelevaksi ruuantuotannon suhteen, jolloin ruoan omavaraisuusaste saattaisi laskea. Voimakas energiantuotantosidonnainen tuotanto saattaisi karsia viljelijöitä ja viljelyala voisi käydä vähiin eläintuotannon pysyessä samana, samalla kun eloperäisten maiden voimakas sitominen nurmituotantoon rajoittaisi elinkeinoa. Puhtaat viljanviljelytilat kärsisivät. Vastaajat näkivät korjuukustannusten voivan olevan suurempia kuin itse energiasadon arvo, jolloin syntyy paradigma: kuinka kaukaa on kannattavaa kuljettaa biomassaa. Vastaajat kokivat tämän skenaarion toteutuksen keinojen heikkouksina olevan sen, jos esimerkiksi maissia otetaan laajasti käyttöön biopolttoaineiden raaka-aineviljelyssä ja biodieselin käytön, sillä puupohjaiset biopolttoaineet ovat kestävämmällä tasolla ja niiden ILUC (epäsuorat maankäytön muutos) vaikutukset ovat huomattavasti pienemmät. Suojakaistojen valjastaminen biokaasulaitosten raaka-aineksi koettiin teknologisesti olevan liian kallista toteuttaa. Vastaajat kokivat tämän skenaarion vaativan suuria muutoksia, niin viljelijöiden avarakatseisuudessa kuin tietotaidon kehittämisessäkin.

8.3.14. Energia ruuan ohelle–skenaarion mahdollisuudet

Monipuolisen maatalousyrittäjyyden koettiin luovan uutta yritystoimintaa ja työpaikkoja alueilla, joilla on pulaa työpaikoista. Uudet työpaikat voisivat olla niin urakoinnissa kuin neuvonnassa. Yhteiskunnan vahva tuki avaisi mahdollisuuden, joilla saataisiin aikaan kansainvälisestäikin hyödynnettäviä innovaatioita. Nämä parantaisivat Suomen vaihtotasetta, edistäisivät maatalouden monipuolistumista ja energiaomavaraisuutta sekä huoltovarmuutta. Vastaajat kokivat, että biokaasulaitosten tulisi olla toteutettavissa suuremmissa mittaluokissa esim. 2-5 tilan kesken, jolloin investointikustannukset alenisivat. Yksinkertaisin tapa olisi tukea näin tuotetun energian hintaa riittävästi, jolloin uusiutuvan energian tuotanto kehittyisi taloudellisesti kestäväälle ja tehokkaalle pohjalle. Hajautettu energiantuotanto koettiin positiiviseksi, koska silloin kaikki biomassaresurssit voitaisiin valjastaa käyttöön ja mahdolliset energiapiikit tai -vajeet voitaisiin tasata raaka-aineen syötöllä tarpeen mukaan. Eräs vastaajista ehdotti vedenpuhdistuksen ja energiantuotannon yhdistämistä leväjärvien kautta, jolloin leväbiomassaa (tai vesijuurellisten kasvien kasvattamisesta saadulla biomassalla) käytettäisiin biokaasulaitosten raaka-aineena, samalla kun leväinen vesialue puhdistuisi. Näiden toimien koettiin olevan mahdollisia tukiohjauksen avulla, jotka kannustavat toimimaan paremmin kuin pakotteet, syöttötariffin ollessa olennainen seikka.

Skenario luo mahdollisuudet tavoitteiden saavuttamiselle markkinalähtöisemmin, sillä se mikä tapahtuu toiminnan ja työn kautta edistään näitä asioita on kestävä kehityksen mukaista. Eroosiota vähentävien ja tehokkaasti ilmakehän tyyppä hyödyntävien kasvien suurempaa tukemista ja laajaperäisempää tuotantoa kannatettiin. Erilaiset innovoinnit mm. monimuotoisuusaltaat, joissa broilerit ulkoilevat paju-koissa, joka samalla toimii biosuodattimena, saivat kannatusta. Samaa periaatetta voitaisiin soveltaa mökkivesille. Toinen ehdotus oli hyödyntää metsäteollisuuden jätteenä tulevaa märkää selluloosaa, johon imeytettäisiin broilerin lantaa. Tätä massaa voitaisiin käyttää lannoitteena pellolla, sillä puuhun imeytyneestä lannasta haihtuu vain vähän ravinteita. Myös tässä skenaariossa koettiin potentiaalisena mahdollisuutena saavuttaa tavoitteet jos hiilidioksiditon hintaa voitaisiin muuttaa ja siten hintasuhteita ilmastonhillintää edistäviksi. Hiilinieluista saatava pääomatulo koettiin myös hyväksi asiaksi, jota kannattaisi tutkia lisää.

8.3.15. Energia ruuan ohelle–skenaarion uhat

Suurimmat uhat koettiin vastaajien keskuudessa syntyvän nurmenviljelyn pakottamisella biokaasun raaka-aineksi, sillä sen koettiin voivan edistää tuilla keinottelua, näennäisviljelyä, vääristävän tuotantoa sekä vähentävän viljanviljelyalaa. Sen nähtiin myös suosivan energiakasvien viljelyä, mikä on pois ruoan tuotannosta ja aiheuttavan omavaraisuusasteen laskua. Vastaajat ehdottivat, että pitäisi mieluummin tukea suoraan energian hintaa, eikä sen osaprosesseja. Energiantuotantoon lähteminen on valtavan suuri investointi maatilalle. Vastaajat kokivat, että tuen suunnittelu saattaisi pitkittää prosessia, kun laitevalmistajat

odottaisivat tukien voimaantumista, jotta voisivat ulosmitata ne itsellensä. Näin ollen joustoja tulisi tutkia syvällisesti tässä asiassa. Monikaan maanviljelijä ei pystyisi ilman suuria alkuinvestointitukia rakentamaan biokaasulaitosta. Tämän hetkisen biokaasuinfrastruktuurin puutteellisuus koettiin uhaksi tavoitteiden saavuttamiselle, samoin kuin kierrätysravinteiden käytettävyys. Vastaajat nostivat esille myös rajauskysymykset ja kestävyyskriteerit esteiksi tavoitteiden täyttymiselle. Esimerkiksi luokitellaanko sivujakeiksi huonolaatuinen vilja ja minkä kokoiset jyvät. Globaalisti lisääntyneen liuskekaasun käytön pelättiin muuttavan bioenergiapalettia vuosikymmeniksi.

8.4. Ohjauseinojen asiantuntija-arviointi

Ensimmäisellä kierroksella asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa 20 ilmastonmuutoksen hillintäkeinoon. Neljä keinoista oli tarkennettuja, lisäinformaatiota sisältäviä keinoja, joista oli jo tehty alustavaa tilatason analyysiä (esitetty luvuissa 2-6). Tutkimuksen toisella tarkentavalla kierroksella tarkasteltiin asiantuntijoiden nostamia top-7 ohjauseinoja sekä kolmea tarkennettua ohjauseinoja. Top-7 ohjauseinoiksi poimittiin tärkeysarvioinnin perusteella viisi suurimman keskiarvon saanutta ohjauseinoja sekä kaksi suurimman keskihajonnan saanutta ohjauseinoja.

Saadut tulokset esitetään keskiarvoina aineistosta. Lisäksi tarkastellaan aineiston keskihajontaa. Keskihajonnan suuruus esittää eroja asiantuntijoiden näkemyksissä, mitä pienempi se on, sitä yhteneväisemmät ovat näkemykset. Lisäksi numeerisia arvioita on rikastettu asiantuntijoiden avoimilla kommentteilla.

8.5. Ensimmäisen kierroksen tulokset – ohjauseinot tärkeysjärjestyksessä

Kyselyssä selvitettiin maatalouteen kohdistuvien hillintätoimien tulevaisuudenkuvien kehitystä, ilmasto- ja energiapolitiikan asettamien tavoitteiden valossa. Asiantuntijaa pyydettiin vastaamaan kuinka tärkeänä hän pitää yksittäistä ohjauseinoja tässä kehikossa. Taulukossa 2 on esitetty 20 ohjauseinoja asiantuntijoiden arvioimassa tärkeysjärjestyksessä.

Taulukko 2. Hillintätoimenpiteet tärkeyden mukaan arvioituna. Tulosten keskiarvot ja keskihajonnat.

	Keskiarvo	Keskihajonta	N
1. Lannankäsittely ilman lisäpeltoa	5,7	1	20
2. Biokaasutus	5,4	1,4	24
3. Talviaikainen kasvipeitteisyys	5,4	0,9	23
4. Typpilannoituksen tarkentaminen	5,3	1	22
5. Täsmäviljely	5,1	1,3	20
6. Rehuviljan säilöntä kuivaamatta	5	1,2	22
7. Lihankulutuksen vähentäminen	4,9	1,9	24
8. Tilusjärjestelyiden ohjaus	4,8	1,7	17
9. Kivennäismaiden hiilinielujen lisääminen	4,7	1,4	16
10. Eloperäisille* maille monivuotiset nurmet (täydennyskylvö)	4,6	1,5	20
11. Eläinten eliniän pidentäminen	4,5	1,5	21
12. Eloperäisten* maiden raivauskielto	4,5	1,8	20
13. Eloperäisten maiden nurmiviljely	4,5	1,5	21
14. Eloperäisten* viljelyalojen vähentäminen	4,4	1,7	21
15. Monivuotisempien nurmien lisääminen biokaasutukseen	4,3	1,5	19
16. Sukupuolilajitellun siemenen käytön edistäminen	4,3	1,2	19
17. Ruokinnan muutokset	4,2	1,3	21
18. Rasvaruokinta	4,2	1,6	21
19. Nurmien viljelyn keskittyminen kivennäismaille	3,1	1,4	14
20. Pohjaveden pinnan nosto	3,1	1,7	10

*multa- ja turvemaat

Asiantuntijoiden mielestä tärkein toimenpide oli selkeästi lannankäsittely ilman lisäpeltoa. Vastaajat kokivat kyseisen keinon tärkeäksi, koska ”pelto paras sijoituspaikka”, ”parantaa maan rakennetta” ja ”olisi typerää olla käyttämättä näitä keinoja, etenkin resurssitehokkuuden näkökulmasta”. Tämän hetkisen tekniikan ei koettu olevan riittävää ja sen kehittämiseen toivottiin yhteiskunnalta lisää rahaa. Sen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta teknisen toiminnan pelko vähenisi. Lannankäsittely koettiin myös hyvin aikaongelmaiseksi tuotannon kautta, koska sen käsittely ja levittäminen vievät paljon ihmistyötunteja ja aikataulut on hyvin tarkkaa.

Toiseksi tärkeimmäksi toimenpiteeksi asiantuntijaraati valitsi biokaasutuksen. Vastaajat kokivat kyseisen keinon tärkeäksi, koska ”se on konkreettinen askel ravinteiden kierrätyksessä”, ”ravinteet jäävät talteen lannasta” ja ”tehokas tapa tuottaa energiaa ja samalla parantaa lannan ja kasvijätteen laatua lannoitteena”. Biokaasutuksen jarruna nähtiin olevan investointikustannukset ja työmäärän. Sen tähden suuremman luokan biokaasulaitokset nähtiin potentiaalisimpina vaihtoehtoina, minne viljelijät voisivat toimittaa lantaa ja kasvijätettä.

Talviaikainen kasvipeitteisyys koettiin yhtä tärkeäksi toimenpiteeksi kuin biokaasutus yhtä suurella keskiarvolla 5,4. Vastaajat kokivat kyseisen keinon tärkeäksi, koska se on ”hyvä päästöjen hillintäpotentiaali” ja sitä ”suositaan luomussakin”. Ohjauskeinon laajamittaisen käytön esteinä nähtiin olevan viljelykierron, alueellisuuden ja tapauskohtaisuuden mm. maalajin suhteen. Eräs vastaaja ehdotti ”aluskasvisysteemin lisäämistä” sateisten syksyjen tähden, jolloin ravinteet ja hiili ovat koko ajan pellossa, toinen vastaaja ehdotti että, ”jalostetaan aluskasveja, jotka tuhoutuvat talvella”, jolloin ravinnekierto tehostuisi.

Typpilannoituksen tarkentaminen nousi neljänneksi tärkeimmäksi keinoksi 5,3 keskiarvolla. Vastaajat kokivat kyseisen keinon tärkeäksi, koska ”helppo keino”, ”voidaan optimoida kustannuksia, joten se lisää toimenpiteen kiinnostavuutta” ja ”se on tuttu jo entuudestaan”. Monen vastaajan mielestä olisi kuitenkin järkevämpää tarkastella typen käyttöä tilakohtaisesti taseen muodossa, jolloin tilallinen voisi kohdentaa typen käytön tuottavammille aloille. Neuvonnan aktiivisuuden koettiin olevan tärkeä osa keinon toteutusta.

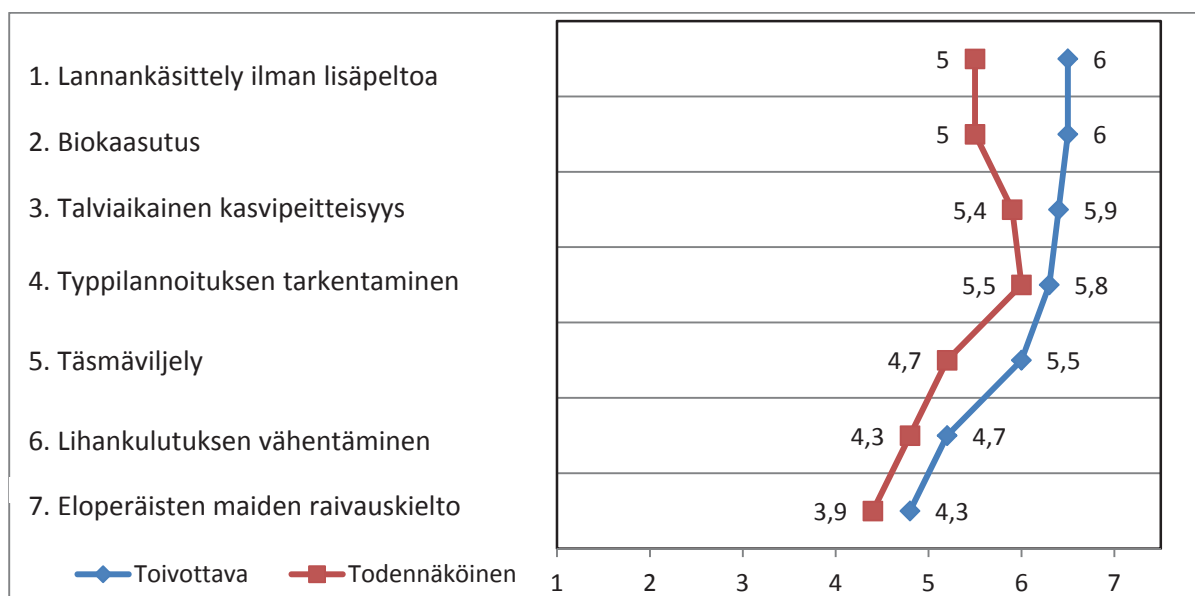
Viidenneksi tärkeimmäksi ohjauskeinoksi nousi täsmäviljely, joka sai keskiarvokseen 5,1. Vastaajat kokivat tämän keinon tärkeäksi, koska ”taloudellinen näkökulma ja ravinnetasapaino”, ”voi olla hyvinkin merkittävä” ja ”ravinteiden tehokkaampi käyttö”. Moni vastaaja koki kyseisen keinon vaatiman teknologian olevan aivan liian kallista ja siten mahdollista vain eturivintiloille. Nykytekniikka voi hyödyntää vain keinolannoitteita. Näin ollen, jotta kyseinen keino olisi laajemmassa käytössä tulevaisuudessa, tulisi valtion tukea teknologian kehitystä. Yksi vastaajista, joka kertoi seuranneensa 20 vuotta täsmäviljelyä, kertoi: ”kritisoin täsmäviljelyn perusidea, että maahan laitetaan ravinteita tarpeen mukaan, sillä se ei korreloi sadon määrän kanssa. Se on vesitaloudesta enemmän kiinni!”.

Asiantuntijapaneelilta kysyttiin myös keinoja, joista oli annettu arviointia varten lisätietoa. Rehuviljan säilöntä kuivaamatta nähtiin toivottavimmaksi ohjauskeinoksi. Lähes yhtä toivottavana nähtiin sukupuolilajitellun siemenen käytön edistäminen. Todennäköisimmäksi keinoksi nähtiin sukupuolilajitellun siemenen käytön edistäminen, joka koettiin tilatasolla hyväksyttäväksi keinoksi. Nautakarjailoille kohdistetut ohjauskeinot, rasvaruokinta ja eloperäisten maiden pakollinen nurmiviljely, saivat pienimmät hyväksyttävyydet tilatasolla. Rehuviljan säilöntä kuivaamatta nähtiin olevan käyttöönoton laajuutta tarkasteltaessa suuri. Sen koettiin olevan tehokkain keino vähentää päästöjä. Sukupuolilajitellun siemenen käytön edistäminen nähtiin olevan käyttöönoton laajuudeltaan potentiaalinen. Kyseinen keino nähtiin kuitenkin vähiten päästöjä vähentäväksi ohjauskeinoksi ja sen uskottiin tuovan tilalle taloudellista säästöä ja välillisiä päästövähennyksiä. Nautojen rasvaruokinta kohtasi kannatusta ja kritiikkiä. Se koettiin epäfysiologiseksi keinoksi märehittävän ruokavaliota kohtaan ja rasvalisän hankintakustannuksia pelättiin, kuitenkin moni asiantuntija koki, keinon ollessa tehokas, sen olevan käytökelpoinen. Keinon tehokkuutta päästöjen vähentämiseksi epäiltiin, sillä laskelmissa ei huomioitu rasvalisän vaatiman rehun tuotannon elinkaarivaikutuksia.

8.5.1. Top–7 ohjauskeinojen tarkempi tarkastelu

Aineistosta poimittiin tärkeysarvioinnin perusteella viisi suurimman keskiarvon saanutta ohjauskeinoa sekä kaksi suurimman keskihajonnan saanutta ohjauskeino. Näitä seitsemää ohjauskeinoa tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin. Vastausten keskihajonta on kuvattu tekstiosassa suluissa.

Top–7 ohjauskeinoille on kuvattu kuvassa 5 niiden toivottavuuden ja todennäköisyyden ulottuvuudet. Lannankäsittelyn ilman lisäpeltoa ja biokaasutuksen toivottiin lisääntyvän yhtä paljon. Syitä tähän olivat ensisijaisesti ravinnekierron lisääntyminen ja paraneminen, monimuotoisempi yrittäjäyys sekä omavaraisuus energian ja lannoitteiden suhteen. Keinon käytön todennäköisyys, lannankäsittelyssä ilman lisäpeltoa ja biokaasutuksessa, nähtiin myös yhtä suurina, mutta pienempinä kuin toivottavuus. Todennäköisyyttä vähensi tämän hetkisen teknologian puutteellisuus ja kalleus sekä spekulatiot tukimuotojen tulevista muutoksista. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden toivottavuus oli hyvin lähellä sen todennäköisyyttä. Vastaajat kokivat tämän keinon luontaiseksi ja konsensus oli suurin tähän mennessä. Sen nähtiin olevan jo laajalti käytössä, jolloin se on helpompi omaksua. Typpilannoituksen tarkentaminen koettiin lähes yhtä toivottavaksi ja todennäköiseksi, kuin talviaikainen kasvipeitteisyys. Vastaajat kokivat keinon olevan jo laajalti käytössä ja siksi olevan potentiaalinen keino hillitä ilmastonmuutosta tulevaisuudessakin. Muutaman vastaajan mielestä typpilannoitus on viety jo lähes äärimmilleen taloudellisista syistä. Täsmäviljely koettiin toivottavaksi sen mahdollistamien taloudellisten ja ravinnetasapainoa lisäävien vaikutusten tähden. Keinon käytön todennäköisyyttä pienensi eniten nykyteknologian kalleus. Vastaajat eivät uskoneet teknologian kehittyvän riittävän nopeasti, jotta keino voitaisiin ottaa kustannustehokkaasti laajemmin käyttöön. Lihankulutuksen vähentämisen toivottavuus jakoi paljon mielipiteitä. Osa vastaajista koki lihan kulutuksen vähentämisen toivottavana sen negatiivisten ympäristö- ja terveysvaikutusten tähden.

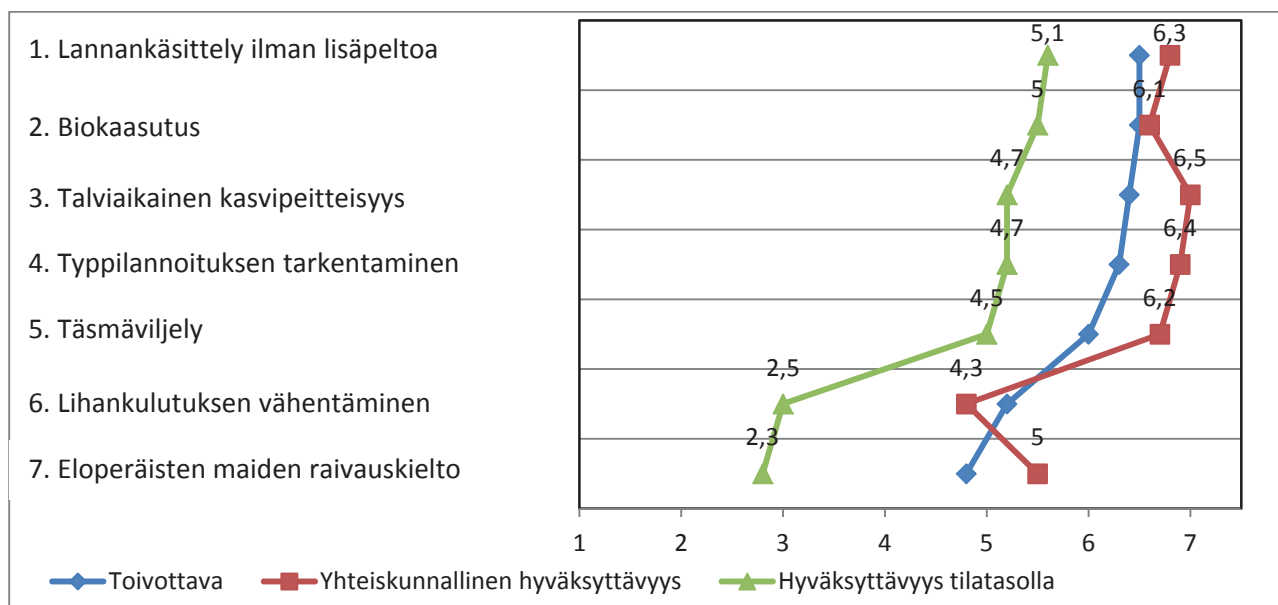


Kuva 5. Toivottavan ja todennäköisen ulottuvuudet Top–7 ohjauskeinoille 1. kierroksella. N=22–27.

Osa vastaajista taas ei toivonut lihan kulutuksen vähenevän, koska se tarkoittaisi tuotannon vähentämistä, jolloin Suomessa luontaisesti vihertävät nurmet jäisivät käyttämättä ja se rajoittaisi liiketoimintaa. Muutama vastaaja pelkäsi lihaa ruvettavan tuomaan kolmansista maista, jolloin lihan tuotannosta syntyvät ympäristörasitteet siirtyisivät, eivätkä poistuisi, kuten toivottua. Todennäköisesti lihan kulutuksen vähentäminen tulee olemaan toivottua pienempää. Synä tähän nähtiin olevan ihmisten ostokäyttäytymisen hidas muutos ja vapaakauppasopimukset. Eloperäisten maiden raivauskiellon

toivottavuus oli hieman suurempaa kuin keinon käytön todennäköisyys, joka jakoi laajasti ihmisten mielipiteitä. Keinon käyttöönottoa vastustaneet perustelivat pitkälti näkemystensä liiketoiminnan rajoittamisella ja epäreilulla kohtelulla niitä maanomistajia kohtaan, joilla ”sattuu nyt olemaan paljon tai kaikki pellot eloperäisiä maita”. Keinon käyttöä kannattaneet näkivät keinon potentiaalinen hillitä ilmastonmuutosta olevan tärkein syy sen toivottavuuteen ja samasta syystä uskoivat sen todennäköisesti tulevan käyttöön tulevaisuudessa.

Kaikkien Top–7 ohjauskeinojen nähtiin olevan yhteiskunnallisella tasolla hyväksytympiä kuin tilatasolla (kuva 6). Talviaikainen kasvipeitteisyys nähtiin yhteiskunnallisesti hyväksytyimmäksi keinoksi. Sen nähtiin tuovan monimuotoisuushyötyjä, parantavan maaseudun virkistyskäyttöä ja maan rakennetta ehkäisten eroosiota. Keinon tilatason hyväksyttävyyden jakoi puolestaan enemmän mielipiteitä. Vastaajat arvelivat kyseisen keinon aiheuttavan tilatasolla mahdollisesti vastustusta, koska sen käyttöönotto vaatii suunnittelua viljelykierrossa ja rajoittaa viljelykasvivalikoimaa. Lähes yhtä suuren yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden saavutti typpilannoituksen tarkentaminen ohjauskeinona. Se nähtiin lisäävän ravinteiden tehokkaampaa ja taloudellisempaa käyttöä, vähentäen näin ilmasto- ja vesistökuormaa. Keinon tilatason hyväksyttävyyden jakoi puolestaan enemmän mielipiteitä. Vastaajien näkemyksiä tilatason hyväksyttävyydestä vähensi se, että ”siihen on panostettu jo aika paljon” ja ”tulisi olla jo optimoitu” – kaltaiset vastaukset. Lannankäsittely ilman lisäpeltoa koettiin kolmanneksi hyväksytyimmäksi keinoksi yhteiskunnan tasolla. Vastaajien mielestä ”lantaongelma on ratkaistava jotenkin”, sillä se koskettaa koko yhteiskuntaa tavalla tai toisella. Tilatason hyväksyttävyyden ($\pm 1,4$) jakoi puolestaan mielipiteitä enemmän. Eräs vastaaja totesi, että ”lannankäsittely vaatii fundamentaalisen muutoksen... nyt salaojitetaan, jotta saadaan vettä pois ja perään ajetaan lietettä jolloin tulee lisää vettä peltoon, tässä ei ole mitään mieltä. Separointi itsessään ei riitä”.



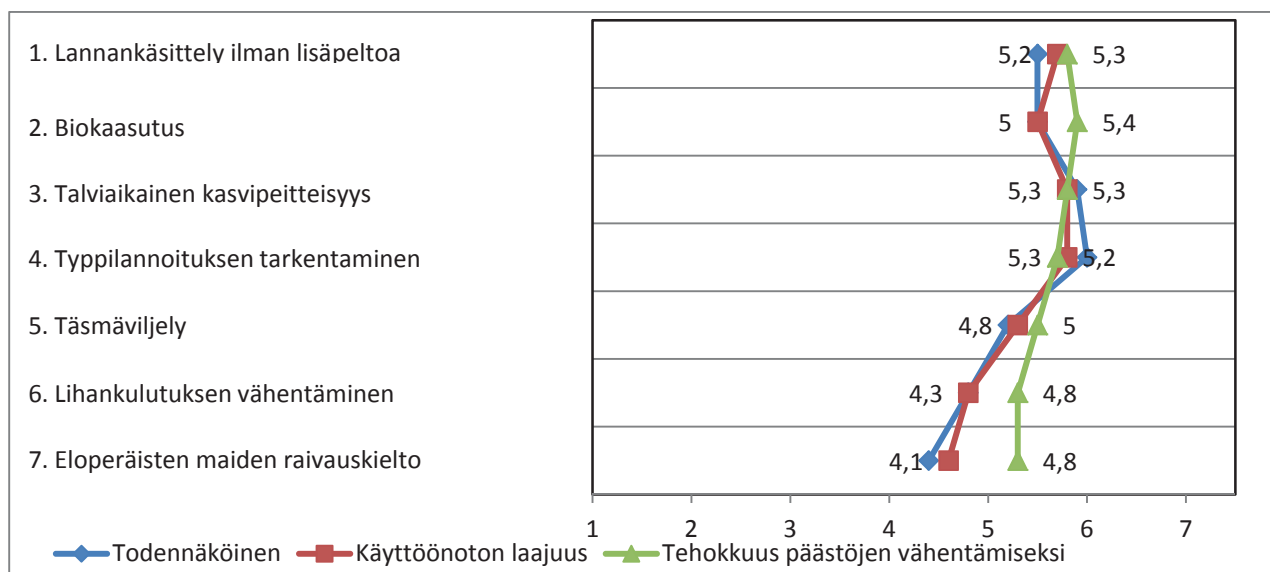
Kuva 6. Hyväksyttävyyden tilatasolla ja yhteiskunnassa Top–7 ohjauskeinoille 1. kierroksella. N=22–27.

Muita perusteluja, jotka laskivat tilatason hyväksyttävyyttä, olivat mm. keinon käytön vahva tukisidonnaisuus, teknologian kalleus ja puutteellisuus ja että sen ”tulee olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta teknologinen pelko laantuu”. Täsmäviljelyn yhteiskunnallinen hyväksyttävyyden oli selkeästi suurempaa kuin tilatason hyväksyttävyyden. Sen nähtiin pitävän sisällänsä typpilannoituksen tarkentamisen, jolloin perustelut keinon käytön yhteiskunnalliselle hyväksyttävyydelle olivat pitkälti samat: ravinteiden tehokkaampi ja taloudellisempi käyttö, mikä vähentää ilmasto- ja vesistö-

kuormaa. Tilatason hyväksyttävyyttä pienensi tekniikan kalleus ja sen omaksumisen pelko. Moni vastaaja koki, ettei yhteiskunta hyväksy biokaasutusta, koska se ei sitä tue ja edistä tarpeeksi. Biokaasutuksen yhteiskunnallinen hyväksyttävyys ja tilatason hyväksyttävyys olivat lähimpänä toisiaan. Sen yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen nähtiin vaikuttavan tuen suuruuden ja tukiriippuvuuden. Eräs vastaaja kertoi ”ihmisillä on asiasta vääristynyt näkemys, aiheesta ei ole keskusteltu tarpeeksi”. Lihankulutuksen vähenemisen yhteiskunnallinen hyväksyttävyys jakoi paljon mielipiteitä. Lihankulutuksen vähentäminen nähtiin yleisesti hyväksi sen tuomien terveysvaikutusten takia, mutta ohjauksena se nähtiin ongelmalliseksi yhteiskunnan hyväksyttävyyttä tarkasteltaessa. Kyseistä keinoa ei nähty hyväksyttävänä tilatasolla ja vastaajien näkemykset tästä olivat yhtenäisemmät. Sen nähtiin rajoittavan liiketoimintaa, rajoittavan investointeja ja laajentamista.

Yhteiskunnan hyväksyttävyys eloperäisten maiden raivauskiellosta jakoi paljon mielipiteitä. Se koettiin potentiaaliseksi, ymmärrettiin eloperäisiltä mailta tulevan päästökuorman määrän olevan suuri, mutta kyseisen keinon käyttö koettiin ”kohtuuttomana vaateena, kun suhteutetaan globaaliin tilanteeseen. Ei yksittäistä torpparia voi syyttää koko maailman tilasta”. Erään vastaajan mielestä ”raivaaminen voitaisiin lopettaa ylipäätensä, sillä peltoa on riittävästi, tosin ehkä väärissä paikoissa”. Kyseistä keinoa eivät vastaajat uskoneet hyväksyttävän tilatasolla. Vastaajat kokivat että, ”viljelijälle pitää antaa mahdollisuus yrittää”, ”tämä on toimialaan kajoamista, tilan lopetus seurauksena vai?”, ”ihmisten omaisuutta. Jos ei tueta, ei viljellä!”. Eräs vastaaja kirjoitti ”Eloperäisten maiden viljelyyn tulee varmasti rajoituksia globaalilta tasolta pidemmällä aikavälillä. Suomelle hankala asia, mutta koetetaan löytää ratkaisu, koska muutosvistarinta vain pahentaa asioita. Tilatasolla raivauskielto voitaisiin vielä hyväksyä, mutta viljelyn rajoittaminen pahasta”.

Biokaasutuksella nähtiin olevan suurin tehokkuus päästöjen vähentämiseksi, mutta mielipiteet jakaantuivat (kuva 7). Osa vastaajista koki biokaasutuksella olevan erittäin suuri potentiaali ravinnekierron ja resurssitehokkuuden kannalta. Osa vastaajista koki, itse keinon tehokkaaksi vähentää päästöjä, mutta kokonaisuudessa sen vaikutuksen ei uskottu olevan kovin suuri, koska biokaasulaitoksia ei ole paljoa Suomessa eikä niiden uskottu lisääntyvän 20 vuoden aikana dramaattisesti, jolloin keinoa ei koettu tehokkaaksi. Seuraavaksi tehokkaimmiksi päästöjen vähentämiskeinoiksi nähtiin lannankäsittely ilman lisäpeltoa ja talviaikainen kasvipeitteisyys. Molemmilla keinoilla nähtiin olevan suuri potentiaali vähentää päästöjä. Lantalogistiikan nähtiin tuottavan jo nyt paljon päänvaivaa kotieläintilallisille ja sen uskottiin lisääntyvän tulevaisuudessa tilojen laajentaessa. Lannankäsittelyllä ilman lisäpeltoa nähtiin olevan paljon erilaisia positiivisia oheisvaikutuksia. Osa vastaajista totesi lannan luonnollisen sijoituspaikan olevan pellossa, jossa se luontaisesti parantaa maan rakennetta. Talviaikainen kasvipeitteisyys koettiin tehokkaaksi, koska se pitää hiilen koko ajan maassa. Eräs vastaaja toivoi kyseisen keinon ympärille uutta ajattelua, joka tehostaisi ravinnekiertoa. Hän ehdotti sellaisten aluskasvien jalostamista, mitkä tuhoutuvat talvella. Toisen vastaajan mielestä ”kyseinen keino on jo paljon käytössä. Täytyisi mennä eteenpäin! Eli määrän sijasta alettaisiin panostamaan laatuun, sellaisiin kasveihin, jotka oikeasti vähentävät ravinnepäästöjä. Esim. korkeampi tuki kasveille, jotka vähentävät enemmän! Näin ohjattaisiin tuen kautta laittamaan aluskasveiksi ”järkeviä kasveja””. Tehokkaina päästöjen vähentäjinä koettiin olevan myös typpilannoituksen tarkentamisen ja täsmäviljelyn.



Kuva 7. Käyttöönoton laajuus ja tehokkuus Top–7 ohjaukeinoille 1. kierroksella. N=18–25.

Moni vastaaja näki typpilannoituksen tarkentamisen olevan osa täsmäviljelyä. Tästä syystä moni vastaaja arvotti täsmäviljelyn tärkeämmäksi kuin pelkän typpilannoituksen tarkentamisen. Täsmäviljelyn avulla nähtiin saatavan mm. maanrakenteesta tietoa, joka puolestaan edesauttaa laajemmin päästöjen vähentämistä. Täsmäviljelyn kohdalla oli havaittavissa sama ilmiö kuin biokaasutuksen kohdalla; osa vastaajista koki itse keinoon tehokkaaksi vähentää päästöjä, mutta kokonaisuudessa sen vaikutuksen ei uskottu olevan kovin suuri, koska sen teknologia on niin kallista, eikä sen uskottu edullistuvan 20 vuoden aikana dramaattisesti. Lihankulutuksen vähentämisellä nähtiin olevan jonkin verran tehokkuutta päästöjen vähentämiseksi, mutta se jakoi runsaasti mielipiteitä. Monen vastaajan mielestä karjalous tuottaa eniten päästöjä maataloussektorilla ja siksi keino on tehokas vähentämään päästöjä. Lihankulutuksen vähenemisen ei itsessään nähty vähentävän päästöjä Suomessa, jos tuotannon taso ei muutu. Eloperäisten maiden raivauskielto koettiin yhtä tehokkaaksi tavaksi vähentää päästöjä kuin lihankulutuksen väheneminen, mutta se jakoi mielipiteitä entisestään. Moni vastaajista tiesi eloperäisiltä mailta tulevan muokkauksen yhteydessä paljon päästöjä, jolloin he näkivät kyseisen keinoon tehokkaana tapana vähentää päästöjä.

Käyttöönoton laajuutta tarkasteltaessa talviaikaisen kasvipeitteisyyden ja typpilannoituksen tarkentamisen nähtiin olevan laajinteen käytössä 20 vuoden kuluttua. Vastaajat perustelivat näkemyksiään talviaikaisen kasvipeitteisyyden kohdalla seuraavasti: "uskon pellon muokkauksen vähenevän suorakylvön lisääntymisen myötä", "totuttu nykyisellä ympäristötukikaudella", "arvokkaan fosforin pintaerosio vähenee". Keinoon käytön laajuutta rajoittivat näkemykset "typistää kasvivalikoimaa", "ei edullisesti räätälöitävissä" ja "alueellisuus". Typpilannoituksen tarkentamisessa vastaajien perustelut liittyivät keinoon yleisyyteen jo nykyisin ja sen taloudellisiin intresseihin esim. "keinoon käytön laajuutta lisää varmasti se, että voidaan optimoida kustannuksia". Usean vastaajan mielestä olisi parempi siirtyä tilakohtaiseen, tasepohjaiseen laskentaan tiloilla, joka mahdollistaisi typenkäytön optimointia kasvulohko-kohtaisesti. Lähes yhtä laajan käyttöönoton oletettiin saavan lannankäsittely ilman lisäpeltoa. Tiloilla koettiin jo nyt olevan lantaongelmia, varsinkin logistiikan aiheuttamien kustannusten johdosta. Näin ollen vastaajat kokivat kyseisen keinoon olevan "hieman pakko tulla käyttöön lähitulevaisuudessa". Keinoon käyttöönoton laajuutta pienensi se, että selkeää ja edullista teknologiaa ei ole vielä saatavilla.

Biokaasulaitoksia ei ole tällä hetkellä Suomessa kovinkaan monta. Tästä syystä biokaasutuksen käyttöönoton laajuus jakoi mielipiteitä vastaajien keskuudessa. Moni vastaajista koki biokaasutuksella olevan suuri potentiaali ravinteiden kierrätyksessä ja siksi näkivät, että "olisi typerää olla käyttämättä tätä keinoa". Osa vastaajista ei uskonut tekniikan kehittyvän taloudellisesti kannattavaksi, osa vastaajista ei puolestaan uskonut yhteiskunnan haluavan edistää kyseistä toimenpidettä tukimuoto-

jen kautta, jolloin he näkivät kyseisen keinoon käytön laajuuden olevan nykytilankaltaista tai pienempää 20 vuoden kuluttua. Osa vastaajista uskoi biokaasulaitosten yleistyvän tulevaisuudessa niiden energia- ja ravinnekiertopotentiaalin takia, jolloin he näkivät biokaasutuksen lisääntyvän nykytilasta.

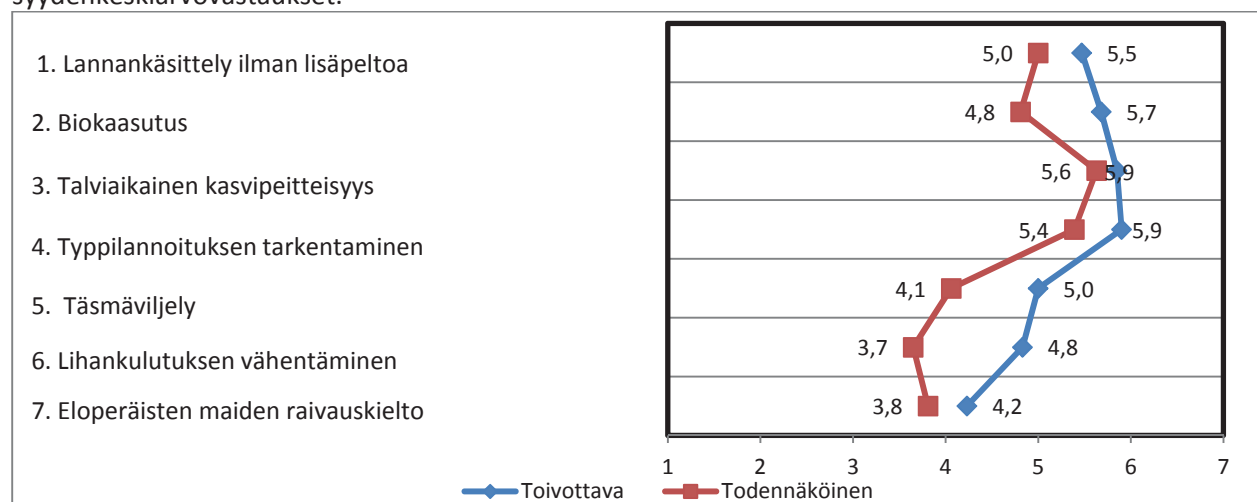
Täsmäviljelyn käyttöön laajuus nähtiin hieman pienempänä kuin biokaasutuksen. Täsmäviljelyn käyttöön laajuuden lisääntymisen esteinä nähtiin hyvin vahvasti teknologian kalleus ja monimutkaisuus. Täsmäviljelyn nähtiin kuitenkin olevan potentiaalinen keino vähentää ravinnepestäjä, minkä vuoksi se koettiin todennäköisenä keinona tulevaisuuden keinovalikoimassa. Käyttöön laajuutta tarkasteltaessa lihankulutuksen vähentämisen osalta, voidaan huomata mielipiteiden jakaantuneen laajinten. Osa vastaajista koki kasvissyönnin ja kasvispainotteisempien dieettien tulevan lisääntymään tulevaisuudessa. Osa vastaajista puolestaan koki ihmisten haluavan syödä proteiinipainoisemmin tulevaisuudessa. Vastaajat kokivat, ettei yhteiskunta voi asettaa rajoitteita lihansyönnille, vaan kysytty määrä muodostuu puhtaasti markkinoiden voimista, eli ihmisten ostokäyttäytymisestä. Vastaajat näkivät neuvonnan ja opastuksen olevan parhaita keinoja vähentää lihankulutusta. Eloperäisten maiden raivauskiellon käyttöön laajuuden nähtiin olevan 20 vuoden kuluttua lähes nykytilan kaltaista. Se jakoi mielipiteitä hyvin laajasti. Yhdeksän vastaajaa näki keinoon käyttöön laajuuden lisääntyvän nykytilasta ja neljä vastaajaa uskoi sen vähenevän nykytilasta, kolmen vastaajan nähdessä sen olevan samalla tasolla kuin nykytilassa. Keinoon käyttöön laajuutta epäilevät perustelivat kantaansa ”ei saa kajota toisen liiketoimintaan” – ajattelun kautta. Moni vastaaja uskoi tämänkaltaisen keinoon tulevan käyttöön EU:n myötä tulevaisuudessa.

8.6. Toinen Delfoi-kierros

Tutkimuksen toisella tarkentavalla kierroksella arvioitiin uudelleen top-7 ohjauskeinoja sekä kolmea tarkennettua ohjauskeinoa: rasvaruokinta, karjatilojen eloperäisten maiden nurmiviljely ja rehuviljan säilöntä kuivaamatta. Lisäksi asiantuntijoita pyydettiin aluksi arvioimaan ensimmäiseltä kierrokselta nousseita vastausargumentteja kyseisiä ohjauskeinoja koskien. Online-kyselyn asteikkona käytettiin seitsemän portaista Likert asteikkoa. Vastausargumentit ja ratkaisuehdotukset ohjauskeinoon käyttöön edistämiseksi arvotettiin -3 – 3 asteikolla (vahvasti eri mieltä - vahvasti samaa mieltä).

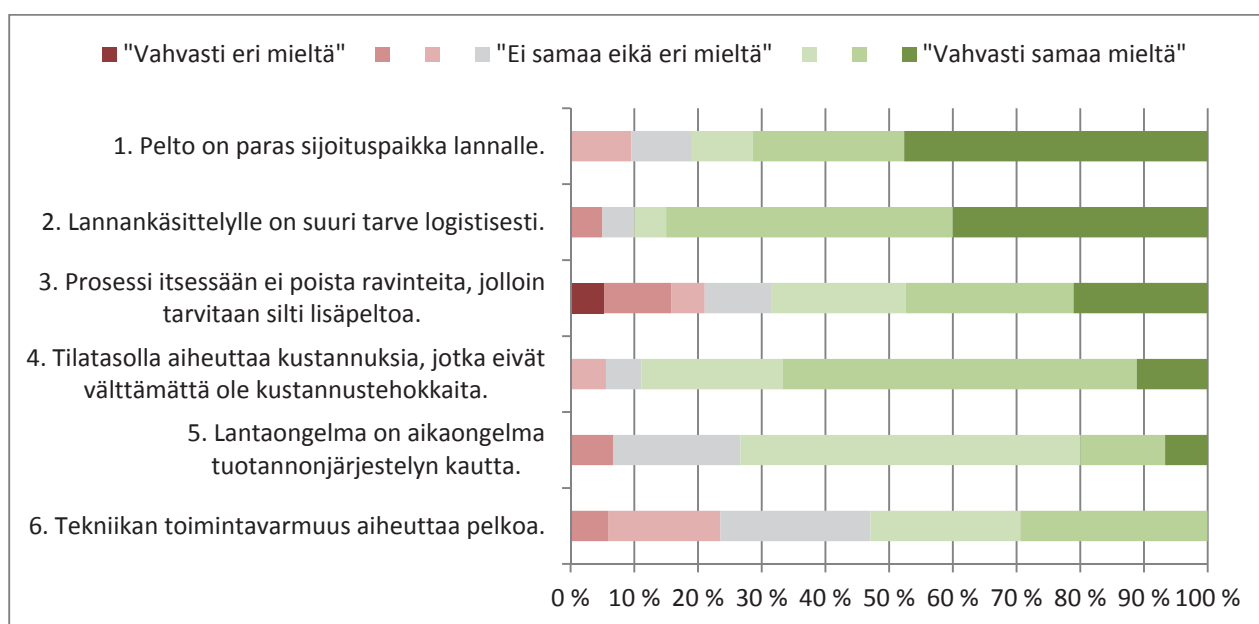
8.6.1. Ohjauskeinojen uudelleenarviointi

Toisen kierroksen Top-7 ohjauskeinoille on kuvattu kuvassa 8 niiden toivottavuuden ja todennäköisyyden keskiarvovastaukset.



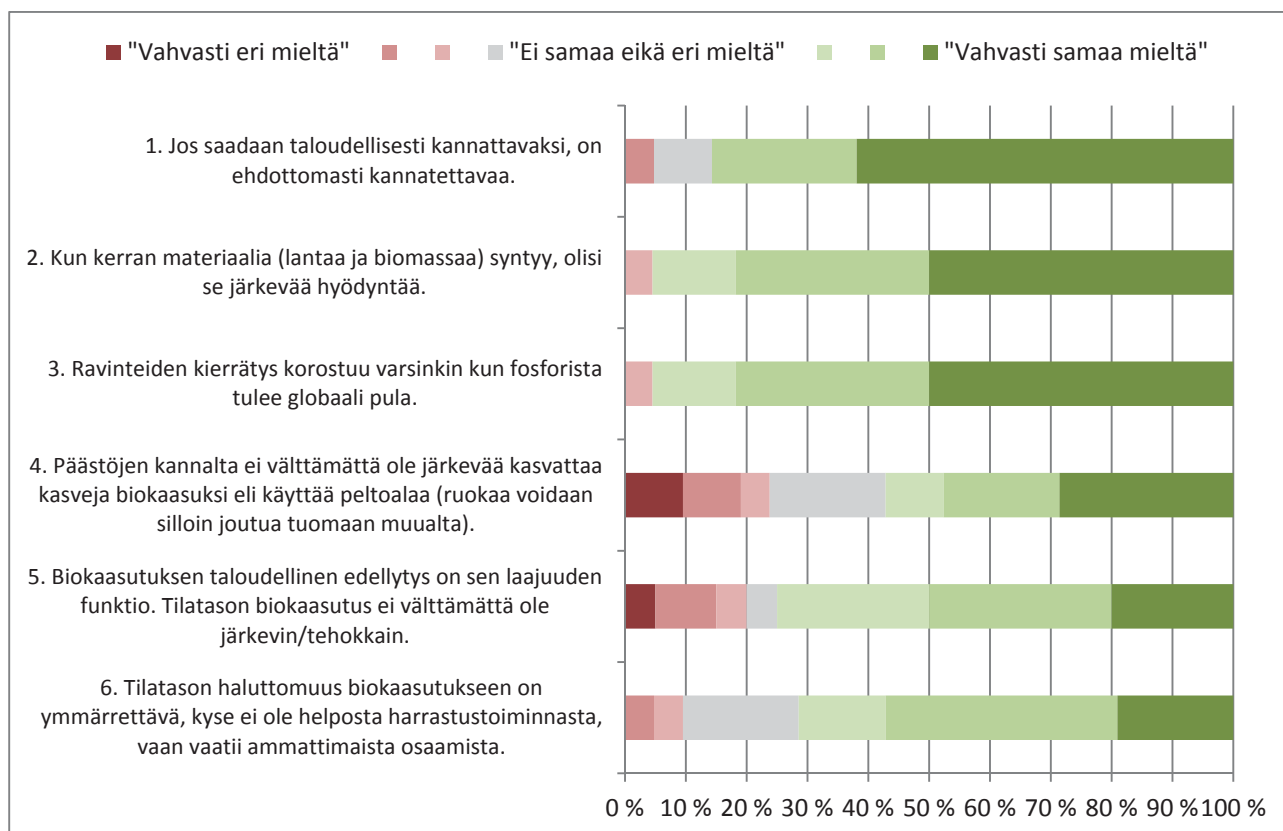
Kuva 8. Toivottavan ja todennäköisen ulottuvuudet Top-7 ohjauskeinoille 2. kierroksella. N=16–23.

Lannankäsittelyn ilman lisäpeltoa toivottiin lisääntyvän hieman enemmän kuin nähtiin todennäköisenä. Sen käyttöönoton koettiin olevan hieman hyväksyttävämpää yhteiskunnallisesti kuin tilatasolla. Vastausargumentit ”lannankäsittelylle on suuri tarve logistisesti”, ”pelto on paras sijoituspaikka lannalle” ja ”tilatasolla aiheuttaa kustannuksia, jotka eivät välttämättä ole kustannustehokkaita” saivat asiantuntijoilta eniten kannatusta (Kuva 9). Ratkaisuehdotuksista selkeästi kannatettavimmaksi nousi näkemys, jossa kasvinviljely- ja kotieläintilojen välisen yhteistyön tulisi lisääntyä. Asiantuntijoiden mielestä myös ”urakointipalveluiden käyttöönotto lannankäsittelyssä vähentää tilan työtaakkaa ja kustannuksia” ja ”lannankäsittelytekniikan tulee olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta sen vikaherkkyys pienenee” olivat kannatettavia. Kahdeksantoista asiantuntijaa oli sitä mieltä, että politiikan ja säädösten tulisi kehittyä lannankäsittelyä kannustavampaan suuntaan.



Kuva 9. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=15–21.

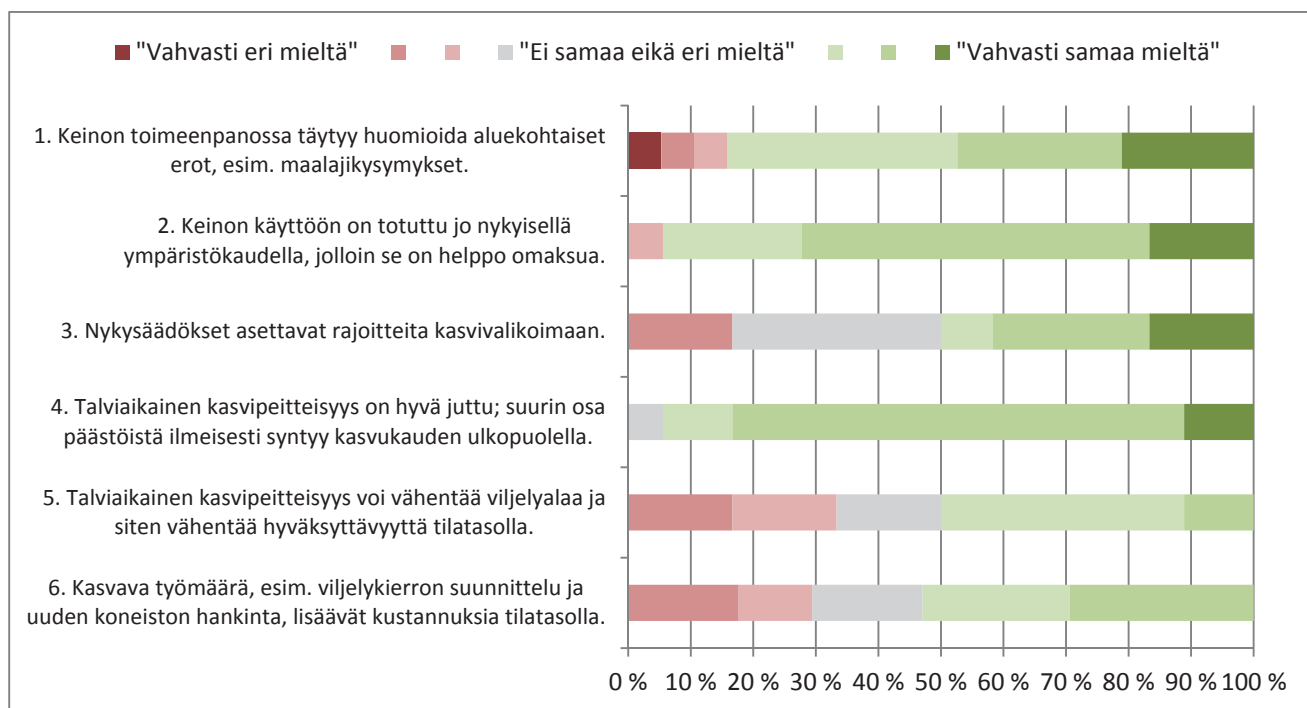
Biokaasutuksen toivottavuus oli hieman suurempaa kuin lannankäsittelyn ilman lisäpeltoa, mutta sen käytön nähtiin olevan todennäköisesti pienempää tulevaisuudessa. Sen käyttöönoton koettiin olevan hieman hyväksyttävämpää yhteiskunnallisesti kuin tilatasolla. Tilatasolla biokaasutus koettiin kaikkein hyväksytyimmäksi ohjauskeinoksi. Vastausargumentit ”ravinteiden kierrätys korostuu varsinkin kun fosforista tulee globaali pula”, ”kun kerran materiaalia (lanta ja biomassaa) syntyy, olisi se järkevää hyödyntää” ja ”jos saadaan taloudellisesti kannattavaksi, on ehdottomasti kannatettavaa” saivat asiantuntijoilta eniten kannatusta (Kuva 10).



Kuva 10. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=20–22.

Ratkaisuehdotuksista selkeästi kannatettavimmaksi nousi näkemys, jonka mukaan pitäisi päästä irti sektorijattelusta, sillä se luo osaoptimoinnin ongelmia. Asiantuntijoiden mielestä myös ”tarvi-taan innovointia pienempiin yksiköihin”, ”investointikustannuksiin voisi auttaa suuremman mittakaavan biokaasulaitos, jonne viljelijät toimittaisivat lantaa ja kasvijätettä ja saisivat sähköä ja lämpöä” ja ”neuvonnan ja informoinnin lisääminen, jotta tietoisuus biokaasusta kasvaisi” ratkaisuehdotukset olivat kannatettavia. Kahdeksantoista asiantuntijaa oli sitä mieltä, että kulutuskysyntä kasvaisi, jos biokaasun kulutusta tuettaisiin verohelpotuksin. Avoimissa kommentteissa oltiin huolissaan suurten biokaasulaitosten raaka-ainekysynnän vaikutuksista, jotka saattavat houkuttaa raaka-ainetuottajia viljelemään suuria peltopinta-aloja energiantuotantoon, jolloin maatalojen ja maaseudun pienet biomassavirrat jäisivät käyttämättä. Samassa pohdittiin sitä, syökö biomassojen kuljetus niistä saavat hyödyt. Eräs asiantuntija kirjoitti ”on olennaista kannattavuuden kannalta, että biokaasun jalostusarvo maksimoidaan. Se tarkoittaa liikenne- ja työkonepolttoaineen valmistusta. Tämä myös maksimoi positiiviset ympäristövaikutukset”.

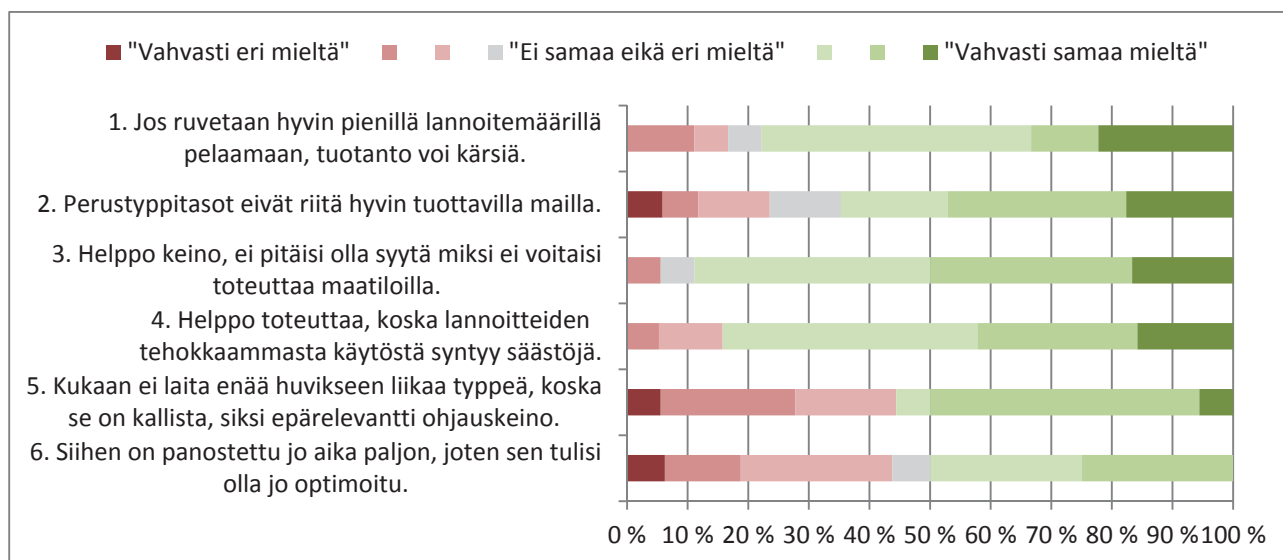
Talviaikainen kasvipeitteisyys arvotettiin kaikkein toivotuimmaksi ja todennäköisimmäksi ohjauskeinoksi. Sen käyttöönoton koettiin olevan hyväksyttävämpää yhteiskunnallisesti kuin tilatasolla. Vastausargumentit ”talviaikainen kasvipeitteisyys on hyvä juttu; suurin osa päästöistä ilmeisesti syntyy kasvukauden ulkopuolella” ja ”keinon käyttöön on totuttu jo nykyisellä ympäristökaudella, jolloin se on helppo omaksua” saivat asiantuntijoilta eniten kannatusta. Myös näkemys ”keinon toimeenpanossa täytyy huomioida aluekohtaiset erot, esim. maalajikysymykset” sai kannatusta (Kuva 11).



Kuva 11. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=12–19.

Ratkaisuehdotuksista selkeästi kannatettavimmaksi nousi näkemys, jossa neuvontaan, koulutukseen ja tiedon saatavuuteen tulee panostaa. Asiantuntijoiden mielestä myös ”maan kaltevuuserot tulee huomioida keinon tullessa pakolliseksi”, ”maan tiivistyminen voi lisätä päästöjä, jolloin näennäistä talviaikaista kasvipeitteisyyttä tulee välttää (kylvöllä toteutettua)” ja ”laitteiden vuokraaminen/yhteisomistus tulisi tehdä houkuttelevammaksi” talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämiseksi olivat kannatettavia. Viisitoista asiantuntijaa ohjaisi korkeamman tuen kautta käyttämään aluskasveja, jotka vähentävät enemmän ravinnepäästöjä (kerääjäkasveja). Kolmetoista asiantuntijaa jalostaisi aluskasveja, jotka tuhoutuvat talvella, mutta keräävät varsinaiselta yksivuotiselta satokasvilta käyttämättä jääneitä liukoisia ravinteita, lisäävät maaperän multavuutta, ylläpitävät hyvää maan rakennetta ja vähentävät eroosiota. Avoimissa kommentteissa eräs asiantuntija kertoi, että ”pelkän viljan sängin sijasta tulisi puhua vihreästä kasvipeitteisyydestä, jossa juuristo sitoo maasta liukoisia ravinteita parantaen maan rakennetta”.

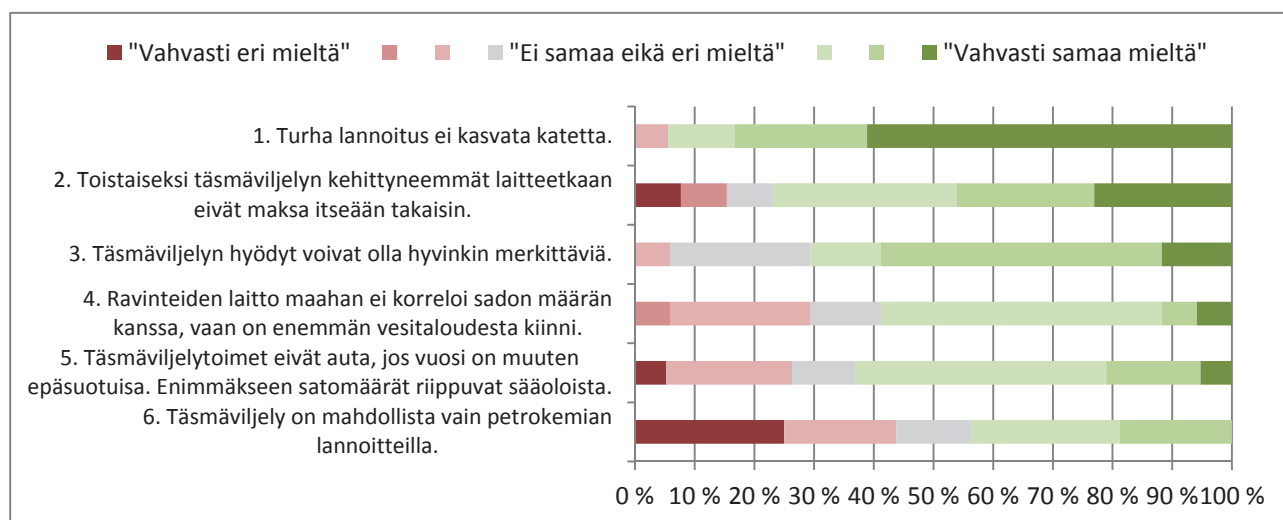
Typpilannoituksen tarkentaminen oli yhtä toivottavaa kuin talviaikaisen kasvipeitteisyys. Ohjauskeinona sen katsottiin olevan toiseksi todennäköisin ohjauskeino käyttöönotettavaksi tulevaisuudessa. Tämän ohjauskeinon käyttöönoton yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys oli kaikkein suurin. Tilatason hyväksyttävyyys ei ollut yhtä suurta. Vastausargumentit ”helppo keino, ei pitäisi olla syytä miksi ei voitaisi toteuttaa maatiloilla” ja ”helppo toteuttaa, koska lannoitteiden tehokkaammasta käytöstä syntyy säästöjä” saivat asiantuntijoilta eniten kannatusta (Kuva 12).



Kuva 12. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=16–19.

Ratkaisuehdotuksista selkeästi kannatettavimmaksi nousi näkemys, jonka mukaan toimet tulisi kohdentaa niihin peltolohkoihin, joilta tulee eniten ravinnevalumia. Asiantuntijoiden mielestä myös ”neuvonnan ja opastuksen lisääminen, jottei hukata ravinteita”, ”kerääjäkasvien lisääminen viljelykiertoon” ja ”kohdennetaan typpilannoitus vain kasvien tarpeen mukaan, ei avokesannointia” olivat kannatettavia ratkaisuehdotuksia. Tilakohtainen typpilaskenta, jossa tila saa itse päättää lohkojensa välillä minne typen sijoittaa sekä maanviljelijöiden päättävällän lisääminen lannoitusajankohdan suhteen saivat kannatusta. Avoimissa kommentteissa ehdotettiin energiakasvien valjastamista typpitalouden optimointiin.

Täsmäviljelyn käyttöönoton toivottavuus oli suurempaa kuin sen käyttöönoton todennäköisyys. Sen hyväksyttävyyttä oli yhteiskunnallisella tasolla hieman suurempaa kuin tilatasolla. Vastausargumenteista ”turha lannoitus ei kasvata katetta” sai eniten kannatusta. Asiantuntijat olivat samaa mieltä vastausargumenttejen ”täsmäviljelytoimet eivät auta, jos vuosi on muuten epäsuotuisa, enimmäkseen satomäärät riippuvat sääoloista” ja ”ravinteiden laitto maahan ei korreloi sadon määrän kanssa, vaan on enemmän vesitaloudesta kiinni” (Kuva 13).

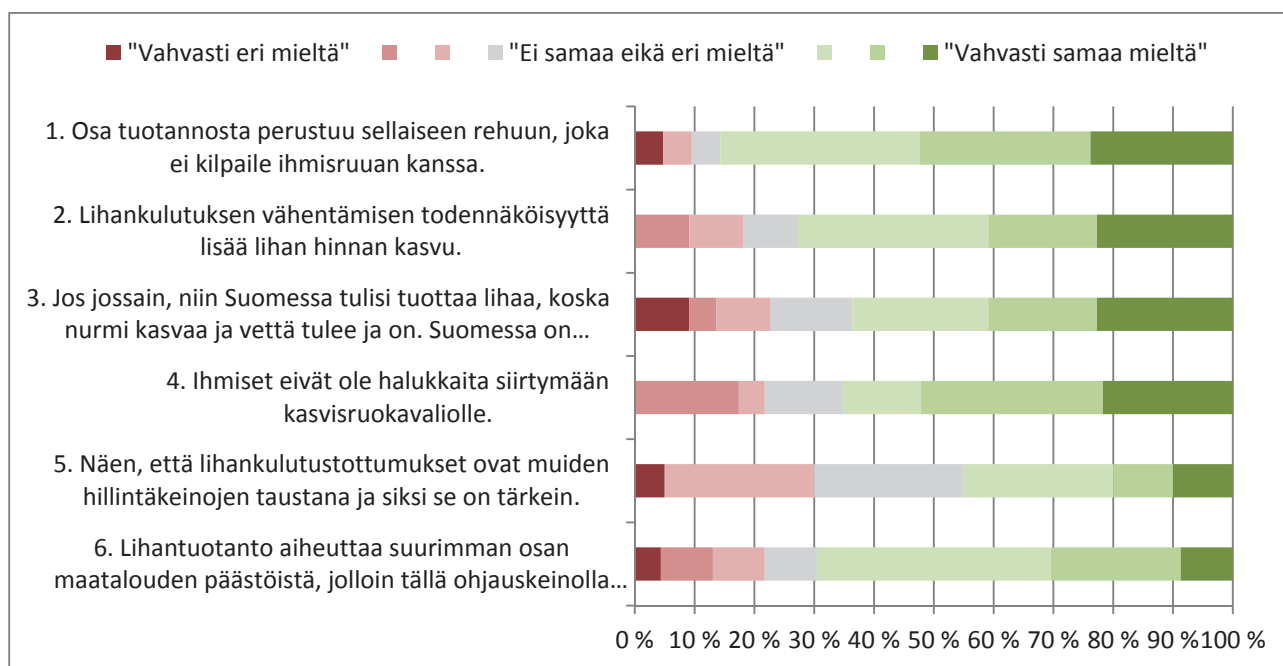


Kuva 13. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=13–19.

Ratkaisuehdotuksista selkeästi kannatettavimmaksi nousi näkemys, jonka mukaan täsmäviljely pitäisi ymmärtää laajemmin optimointina, eli viljellään sellaisia kasveja mitkä sopivat tietyille pellolle. Asiantuntijoiden mielestä myös ”tekniikan tulisi kehittyä helposti käytettäväksi”, ”laitteiden vuokraaminen tai yhteisomistajuus voisi tehdä taloudellisesti kannattavammaksi” ja ”mädätejännösten tuotteistaminen nykyiseen konekantaan” ehdotukset olivat kannatettavia lisäämään tulevaisuudessa täsmäviljelyä. Asiantuntijoista valtaosa näki urakointipalveluiden käytön lisääntymisen tekevän keinoon käyttöönoton taloudellisesti kannattavammaksi ja koki neuvonnan ja opastuksen lisäämisellä olevan positiivisia vaikutuksia lisätä täsmäviljelyn käyttöönottoa. Yhteiskunnan ei koettu olevan vastuussa syntyneistä kustannuksista.

Lihankulutuksen vähentäminen arvoitettiin kaikkein vähiten toivotuimmaksi ohjauskeinoksi. Todennäköisyys sen käyttöönotolle tulevaisuudessa arvoitettiin toiseksi pienimmäksi. Sen käyttöönoton koettiin olevan huomattavasti hyväksyttävämpää yhteiskunnallisesti kuin tilatasolla. Vastausargumenteista ”osa tuotannosta perustuu sellaiseen rehuun, joka ei kilpaile ihmisruuan kanssa” sai eniten kannatusta. Valtaosa asiantuntijoista oli samaa mieltä vastausargumentin ”jos jossain, niin Suomessa tulisi tuottaa lihaa, koska nurmi kasvaa ja vettä tulee ja on. Suomessa on luontaiset olosuhteet” kanssa (Kuva 14).

Ratkaisuehdotuksista kannatettavimmaksi nousi näkemys, jonka mukaan viestinnän ja valistuksen kautta saavutetaan muutoksia kulutustottumuksissa. Ratkaisukeinoista kuluttajille edullisempien kasviproteiinien lähteiden tarjoaminen ja niiden käyttöön opastaminen keräsi toiseksi eniten kannatusta. Avoimissa kommentteissa eräs asiantuntija ehdotti, että lihantuotantoa tulisi kannustaa ja ohjata hyödyntämään nykyistä enemmän laidunnusta ja maisema-luonnonhoitopeltoja.

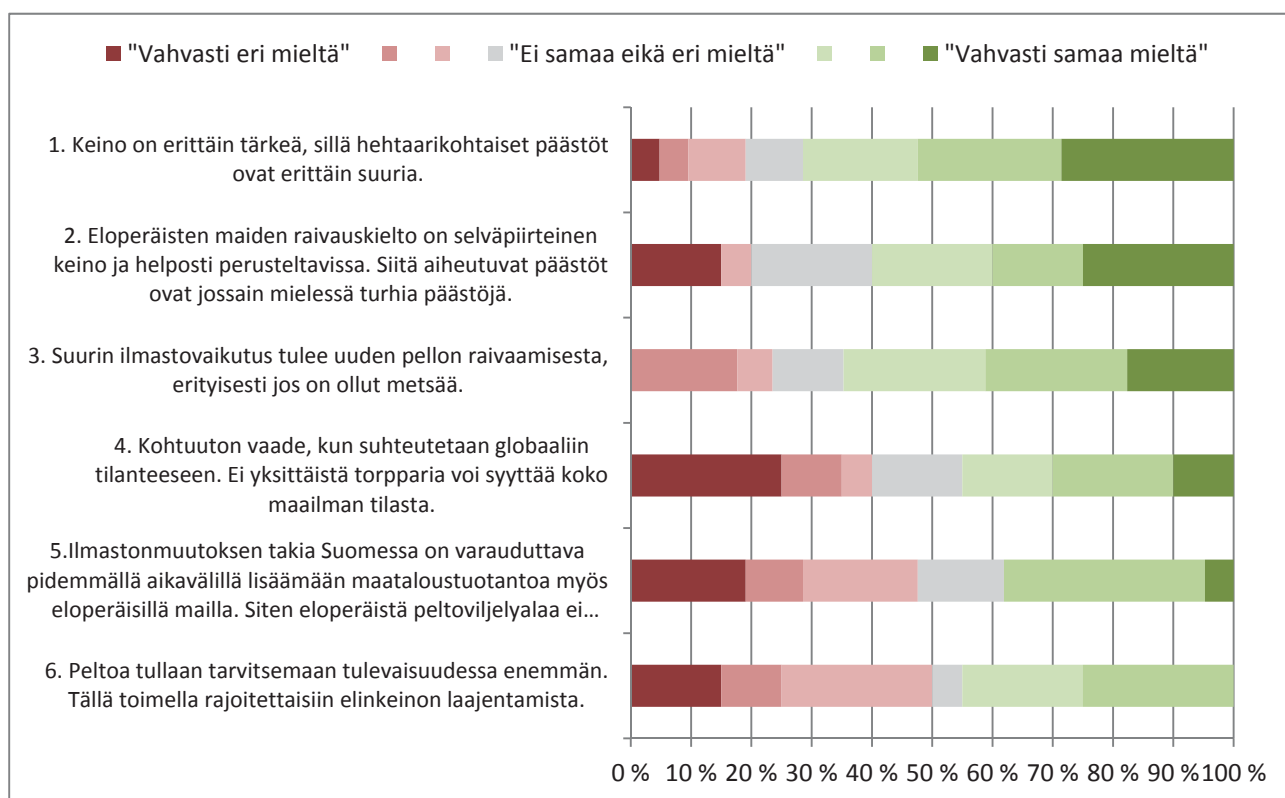


Kuva 14. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=20–23.

Eloperäisten maiden raivauskielto arvoitettiin toiseksi vähiten toivotuksi ja todennäköiseksi ohjauskeinoksi. Ohjauskeinoon käyttöönoton koettiin olevan kaikkein vähiten hyväksyttyä tilatasolla. Yhteiskunnallisesti se arvioitiin kuitenkin hyväksyttäväksi. Asiantuntijoiden enemmistö oli samaa mieltä vastausargumentin ”keinona erittäin tärkeä, sillä hehtaariohtaiset päästöt ovat erittäin suuria” kanssa. Vastausargumentit ”suurin ilmastovaikutus tulee uuden pellon raivaamisesta, erityisesti jos on ollut metsää” ja ”eloperäisten maiden raivauskielto on selväpiirteinen keino ja helposti perus-

teltavissa. Siitä aiheutuvat päästöt ovat jossain mielessä turhia päästöjä” keräsivät myös asiantuntijoiden enemmistön puolelle. Eniten eriviä näkemyksiä herätti vastausargumentti ”ilmastonmuutoksen takia Suomessa on varauduttava pidemmällä aikavälillä lisäämään maataloustuotantoa myös eloperäisillä mailla. Siten eloperäistä peltoviljelyalaa ei pidä vähentää, vaan käyttää muita keinoja päästöjen vähentämiseksi (hiilinielut)” (Kuva 15).

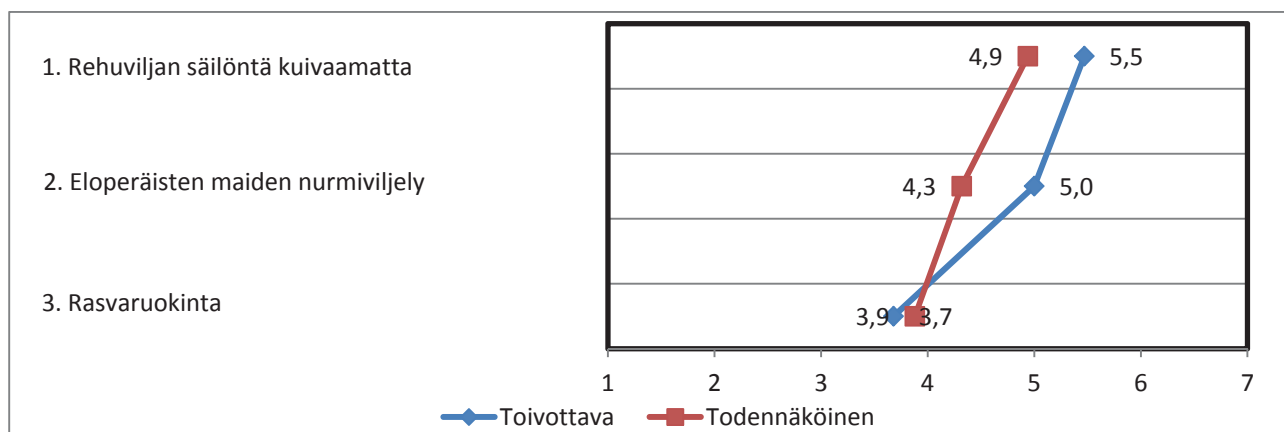
Ratkaisuehdotuksissa neuvonnan ja opastuksen kautta voitaisiin vastaajien mukaan tarjota apua käytännön toimenpiteisiin, jotta pellonraivaukselta vältyttäisiin. Myös ratkaisuehdotukset ”niillä tiloilla joilla pellonraivaus olisi tarpeen, pitäisi miettiä tilusjärjestelyjä”, ”tehokkaampi keino jarruttaa raivausta olisi lannankäsittelyteknologioiden kehittäminen, jolloin lisäpeltoa ei olisi pakko suolla kuokkia” ja ”raivaustarvetta voidaan vähentää sallimalla lannanlevitys muiden pelloille” keräsivät asiantuntijoilta samaa mieltä olevia vastauksia. Avoimissa kommentteissa kommentoitiin mm. ”toimenpide käy lähellä omistusoikeuden rajoittamista ja henkilön vapautta hyödyntää omaisuuttaan. Sen juuret ovat kovin syvällä”.



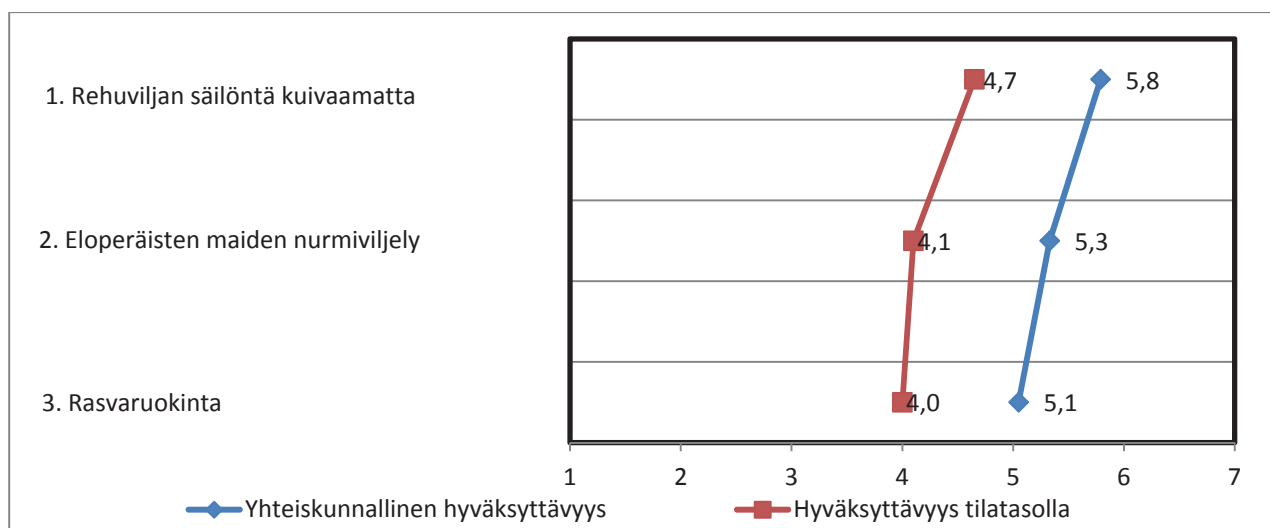
Kuva 15. Asiantuntijoiden näkemyksiä 1. kierroksella nousseisiin vastausargumentteihin. N=17–21.

Tarkennetut päästövähennyskeinot

Rasvaruokinnan käyttöönoton toivottavuus oli hyvin lähellä sen käyttöönoton todennäköisyyttä. Sen hyväksyttävyyttä oli yhteiskunnallisella tasolla suurempaa kuin tilatasolla. Asiantuntijat pitivät rasvaruokintaan käytetyn rehun tuontia ulkomailta hyväksyttävämpänä rehun ollessa gm-vapaata. Ratkaisuehdotuksista näkemys ”koska metaani on hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu, metaanin määrän vähentämiseen tähtäävien keinojen käyttöönotto olisi tärkeää” sai asiantuntijoiden keskuudessa eniten kannatusta. Valtaosa asiantuntijoista oli samaa mieltä ratkaisuehdotuksen ”neuvonnan ja koulutuksen kautta saadun tiedon pohjalta viljelijä voi optimoida itse rasvalisän määrän” kanssa. Avoimissa kommentteissa arvioitiin ”rasvaruokinnan metaaninvähennyspotentiaali on todella pieni, koko idea on turhaa hypetystä. Paljon järkevämpää parantaa rehun hyväksikäytön tehokkuutta, sillä vähenee metaanimäärä”.



Kuva 16. Toivottavan ja todennäköisen ulottuvuudet tarkennetuille ohjauskeinoille 2. kierroksella. N=16–19.



Kuva 17. Hyväksyttävyys tilatasolla ja yhteiskunnallisesti tarkennetuille ohjauskeinoille 2. kierroksella. N=16–21.

Nurmenviljelyvelvoite nautakarjatilojen eloperäisillä mailla oli toivotumpaa kuin sen käyttöönoton todennäköisyys. Sen hyväksyttävyys oli yhteiskunnallisella tasolla suurempaa kuin tilatasolla (Kuvat 16 ja 17). Eloperäisistä maista oli vuonna 2009 44 prosenttia nurmella ja asiantuntijat arvioivat tämän alan kasvavan 62 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.

Ratkaisuehdotuksista kannatettavimmaksi nousi näkemys, jossa tilojen yhteistyötä tulisi lisätä sopimusviljelyn kautta, jotta kyseistä ohjauskeinoa voitaisiin edistää. Lähes yhtä suuren kannatuksen sai ratkaisuehdotus ”keinon tehokkuuden tietoisuuden lisääminen, neuvonnan ja opastuksen kautta”. Myös ratkaisuehdotus, jossa ylimääräisen nurmen voisi biokaasuttaa ja lannoitteet tuotaisiin takaisin tilalle lannoitteeksi, sai kannatusta. Avomissa kommentteissa eräs asiantuntija painotti eloperäisten maiden luontaista ominaisuutta tyyppipankkina.

Rehuviljan säilöntä kuivaamatta koettiin tarkennetuista keinoista kaikkein toivotuimmaksi ja todennäköisimmäksi. Sen käyttöönoton koettiin olevan hyväksyttävämpää yhteiskunnallisesti kuin tilatasolla. Tarkennetuista keinoista se arvotettiin hyväksytyimmäksi molemmilla tasoilla. Parhaimmaksi ratkaisuehdotukseksi asiantuntijat arvottivat näkemyksen, jossa viljelijöiden turhista epäilyistä ja peloista rehun onnistumisen ja pilaantumisen suhteen voitaisiin päästä pois neuvonnan ja opastuksen lisäämisellä. Kuivaamattoman kokoviljatäysrehun yleistymisen nähtiin olevan toinen hyvä keino edistää kyseisen ohjauskeinon yleistymistä. Moni asiantuntija arvioi, että ohjauskeino tulee yleisty-

mään luontaisestikin, koska se tuo energiasäästöjä tilalle. Avoimissa kommentteissa eräs asiantuntija kirjoittaa ”viljan kuivaus ja biokaasun tuotanto tulisi yhdistää tehokkaammin. CHP-laitokset pitäisi muutenkin valjastaa kesäaikaan ja syksyllä biomassojen kuivaukseen ja jalostusarvon kasvattamiseen. Myös hyvälaatuiselle kuivalle hakkeelle on oikeasti tarvetta. Tuoresäilötty vilja sopii kuivattua paremmin aperuokintaan. Eli on tapaus- ja tekniikkakohtaista, miten se toimii ruokintakalustossa”.

9. Maatalouden energiatalouden asiantuntija-arviointi

Heidi Rintamäki, Pasi Rikkinen, Petri Tapio ja Juho Ruotsalainen

Maatilojen energialähteet ovat viime vuosikymmeninä perustuneet vahvasti tilan ulkopuolelta ostettuun öljyyn ja sähköön. Euroopan unioni katsoo biopolttoaineiden edistämisen mahdollisuutena reagoida ilmastonmuutoksen uhkiin ja keinona edistää maataloutta, maaseudun kehittymistä sekä vähentää riippuvuutta öljystä. Tässä kyselyosiossa vastaajia pyydettiin visioimaan maatilojen energihuollon tulevaisuutta vuoteen 2030 asti. Heitä pyydettiin pohtimaan mitkä energiamuodot kasvattavat suosiotaan ja mitkä puolestaan ovat taantumassa sekä ottamaan kantaa siihen säilyykö tilanne nykyisellään, kasvaako maatiloista energiaomavaraisia tai tuleeko maatiloista tulevaisuudessa jopa energiantuottajia.

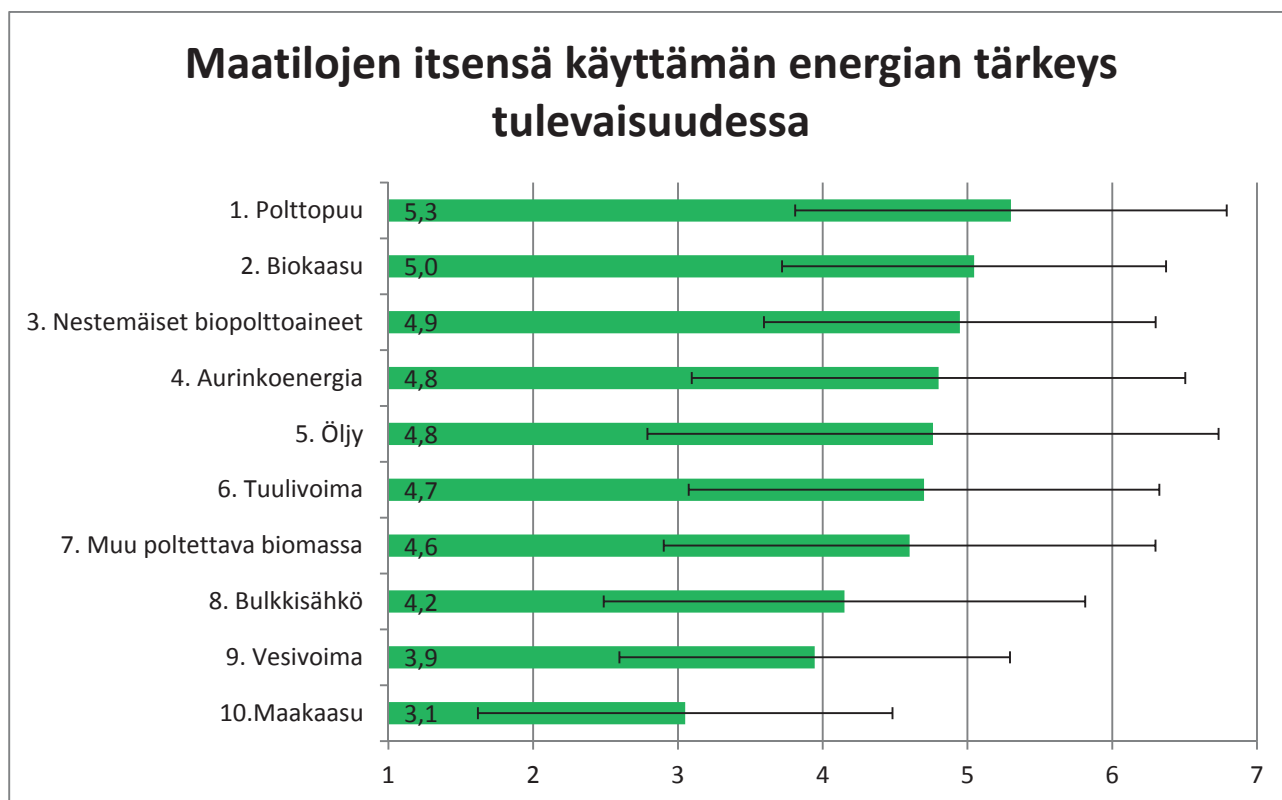
Ensimmäisessä osassa vastaajia pyydettiin arvioimaan *maatilojen itsensä käyttämän energian lähteitä tulevaisuudessa* hillintäkeinojen arvioinnista tuttujen seitsemän ulottuvuuden mukaan: 1) todennäköinen kehitys, 2) toivottava kehitys, 3) yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys energialähteen käytöstä, 4) hyväksyttävyyys energialähteen käytöstä tilatasolla, 5) energialähteen käytön laajuus, 6) energialähteen tehokkuus päästöjen vähentämiseksi ja 7) yksittäisen energialähteen tärkeyden arviointi maatalouteen kohdistuvana hillintätoimena tulevaisuudessa.

Toisessa osassa vastaajia pyydettiin arvioimaan *maatilojen energiankäytön omavaraisuutta tulevaisuudessa* todennäköisen ja toivottavan tulevaisuuden ulottuvuuksien mukaan.

Asteikkona käytettiin seitseenportaista Likert-asteikkoa, missä 1 kuvasti pientä (tai vähäistä, alhaista, suppeaa) ja 7 suurta (tai voimakasta, laajaa). Energialähteen käytön laajuutta arvioitaessa oli käytössä sama 7 portainen Likert asteikko, mutta siinä 1 kuvasti ”vähenee nykytilasta erittäin paljon” ja arvo 7 ”lisääntyy nykytilasta erittäin paljon” jolloin arvo 4 kuvasti nykytilan kaltaista käyttöönottoa.

9.1. Energialähteiden tärkeys maatiloilla tulevaisuudessa

Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan kuinka tärkeänä he näkivät yksittäisen energialähteen maatiloilla tulevaisuudessa. Kuvassa 1 on esitetty 10 energianlähdetä asiantuntijoiden arvioimassa tärkeysjärjestyksessä (keskiarvo ja keskihajonta).



Kuva 1. Maatilojen itsensä käyttämän energian tärkeys tulevaisuudessa. Tulosten keskiarvot ja keskihajonnat. N=18–22.

Vuonna 2030 maatilojen itsensä käyttämän energian tärkeimmäksi lähteeksi asiantuntijat arvioivat polttopuun. Toiseksi tärkeimmäksi energian lähteeksi asiantuntijat valitsivat biokaasun ja kolmanneksi tärkeimmäksi energian lähteeksi asiantuntijaneeli arvotti nestemäiset biopolttoaineet. Seuraavilla sijoilla aurinkoenergia ja öljy koettiin energian lähteinä yhtä tärkeiksi tulevaisuuden maatilojen energian lähteenä. Öljy jakoi eniten mielipiteitä.

9.1.1. Maatilojen itsensä käyttämän energia tulevaisuudessa

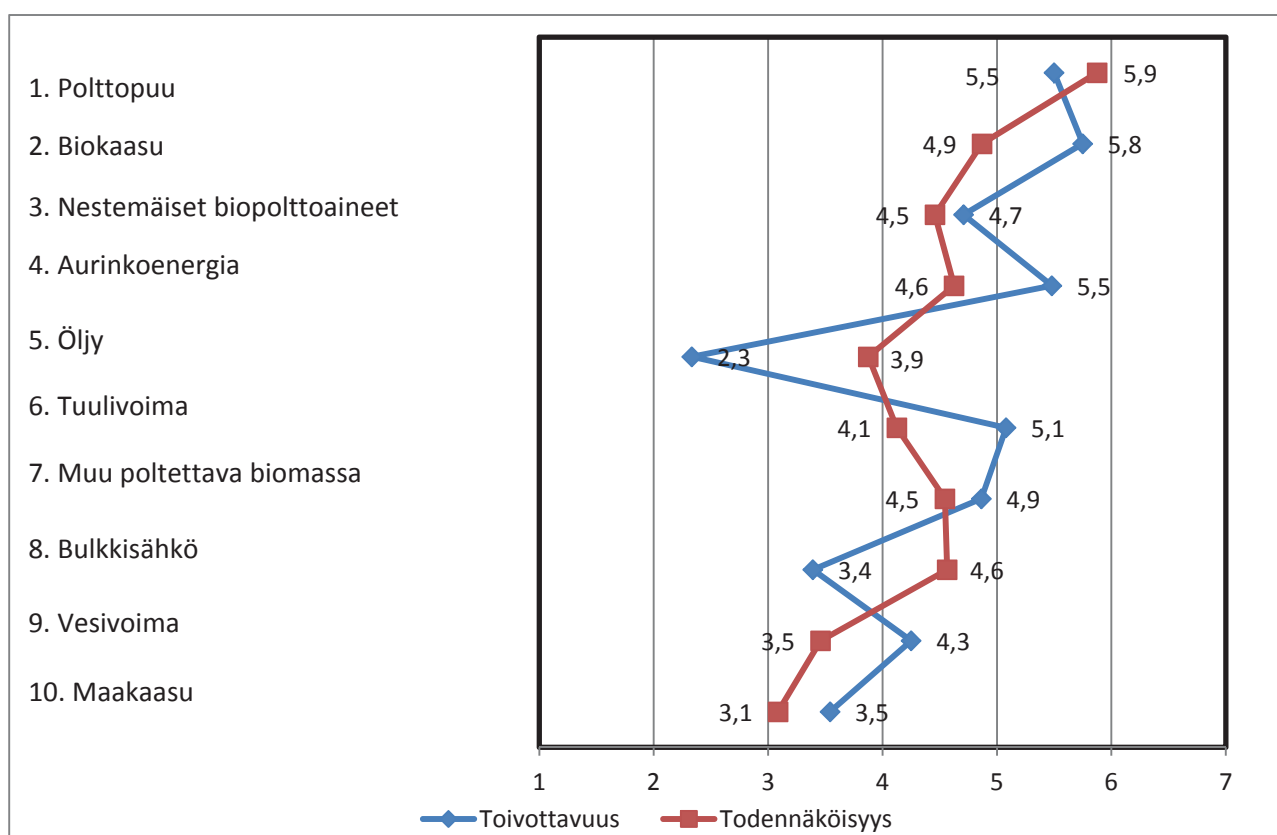
Vastaajat kokivat määräävimpien tekijöiden maatilojen itsensä käyttämän energian suhteen olevan energian hinta, käytössä olevan konekanta ja harjoitettu poliittinen ohjaus. Öljyn käytön toivottiin vähenevän nykyisestä käytöstä, mutta suuriin muutoksiin ei uskottu näin lyhyellä aikajänteellä. Vastaajat näkivät suurimman kasvupotentiaalin olevan polttopuun (ml. hake) käytön lisääntymisellä muun poltettavan biomassan kanssa. Biokaasun potentiaali nähtiin suurena, mutta taloudelliset esteet sen laajempaan käyttöönottoon koettiin suurimpana jarruna. Vastaajat kokivat maataloustuottajien että muidenkin yhteiskunnan toimijoiden suhtautuvan lähtökohtaisesti positiivisesti uusiutuvan energian käyttöönottoon ja sellaisten energialähteiden korostuvan maatilojen itsensä käyttämässä energiassa, joita maatila voi itse tuottaa.

Öljy koettiin helpoksi energialähteeksi, koska ”maailma pyörii öljyn ympärillä”, eikä siitä uskottu ”päästävän eroon vielä pitkään aikaan”. Sen käytön laajuuteen nähtiin pitkälti vaikuttavan sen hinta. Hinnan ollessa jo korkealla muutama vastaaja koki sen käytön vähenevän automaattisesti kustannussyistä. Siitä luopumisen nähtiin tukevan myös energiapoliittisia tavoitteita. Liuskekaasun lisääntymisen uskottiin laskevan petrolin hintaa, jolloin sen käytön ei uskottu ”loppuvan ihan heti”, vaikka toki toivottiin. Öljyn korvaaminen koettiin tärkeäksi asiaksi, sillä kaikki on tehty toimimaan öljyllä; huoltovarmuus.

Maakaasun maantieteellisen infrastruktuurin rajoittuneisuuden nähtiin estävän sen laajempaa käyttöä. Se koettiin paremmaksi vaihtoehdoksi kuin öljy ja hiili energianlähteenä, mutta sen fossiilisen luonteen vuoksi siitäkin toivottiin päästävän eroon tulevaisuudessa.

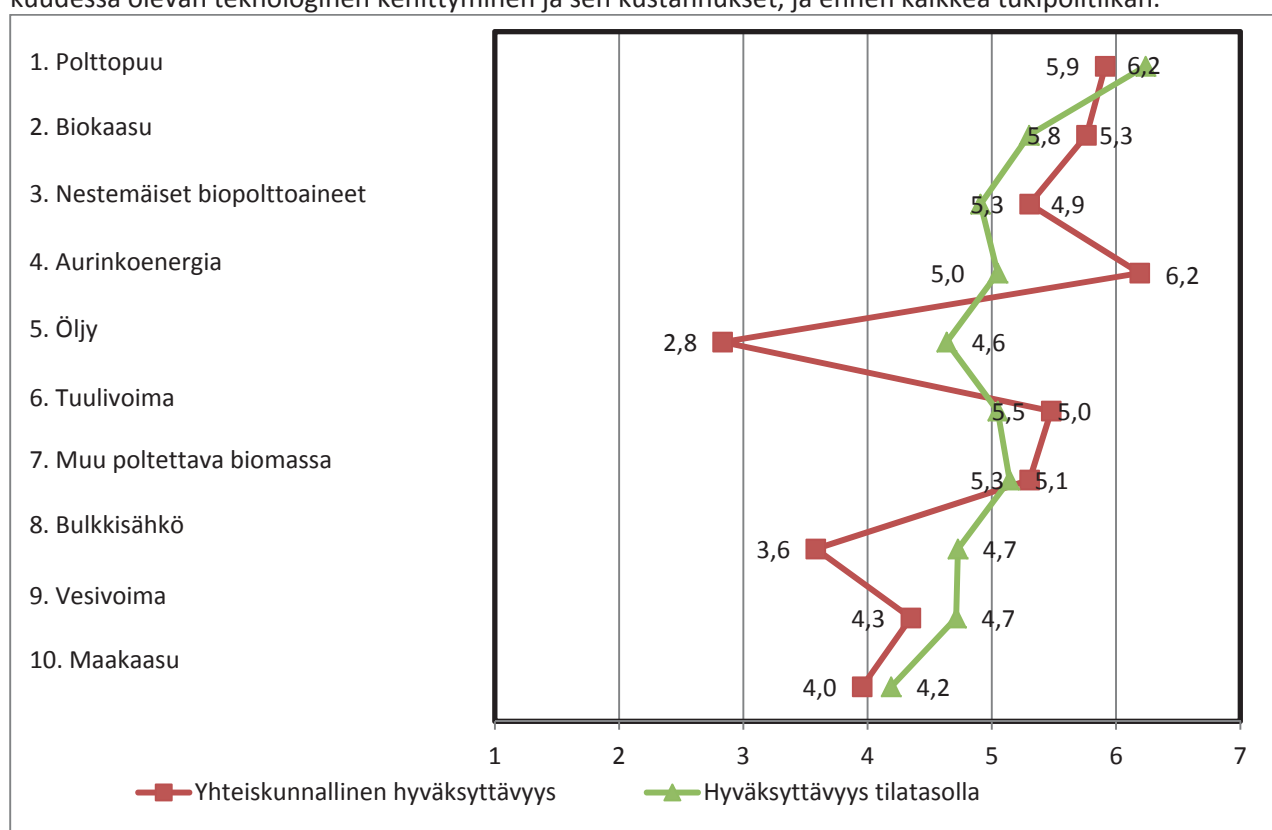
Bulkkisähkön (verkkosähkö, joka tuotetaan perinteisistä lähteistä mm. ydinvoima, kivihiili, maakaasu) vahvuutena nähtiin se, ettei sitä tarvitse varastoida. Bulkkisähkön varaan laskeminen nähtiin kuitenkin riskialttiiksi toiminnaksi. Bulkkisähkön päästöjen ymmärrettiin riippuvan siitä, kuinka sähkö on itsessään tuotettu. Bulkkisähkön käytön koettiin voivan korvaavan öljyn käyttöä tulevaisuudessa.

Biokaasulla nähtiin olevan ylivoimaiset edut muihin energiankäyttölähteisiin, koska se koettiin liittyvän läheisesti maatalouteen: voi hyödyntää lantaa ja muita biomassoja energian tuotantoon ja tuottaa ravinteita. Erään vastaajan mielestä biokaasun sivutuotteena syntyvä lannoite nähtiin sen etuna ja sen vuoksi kiinnostavimpana. Biokaasun vahvuutena nähtiin mahdollisuus työntää sitä maakaasuverkkoon tai kaukolämpöverkkoon. Muutama vastaaja ei pitänyt hyvänä ajatuksena, että maata käytettäisiin bioenergiakasvien viljelyyn, heidän mielestään biopolttoaineet tulisi valmistaa vain kasvijätteistä ja muusta orgaanisesta jätteestä. Eräs vastaaja piti biokaasutusta ”pelottavana asiana, koska mikrobitalon tietoa on vähän”. Biokaasutuksen lisääntyminen koettiin olevan pitkälti tukipolitiikasta riippuvaista, eikä yhden maatilan kokoluokan laitosten kannattavuuteen uskottu. Innovatiivisia lähiratkaisuja kaivattiin: ”paikalliset biomassat ovat maatilojen hallinnassa ja ovat merkittävä, vielä lähes hyödyntämätön potentiaali. Niitä tulisi hyödyntää jatkossa entistä enemmän ja lisätä siten energiaomavaraisuutta ja maatilojen kustannustehokkuutta/tulosta. Samalla saatetaan luoda uutta lämpöyrittäjyyttä ja työpaikkoja laajemminkin, kuin vain omalle tilalle.”



Kuva 2. Toivottavan ja todennäköisen ulottuvuudet eri energian lähteiden käytölle 1. kierroksella. N=22–25.

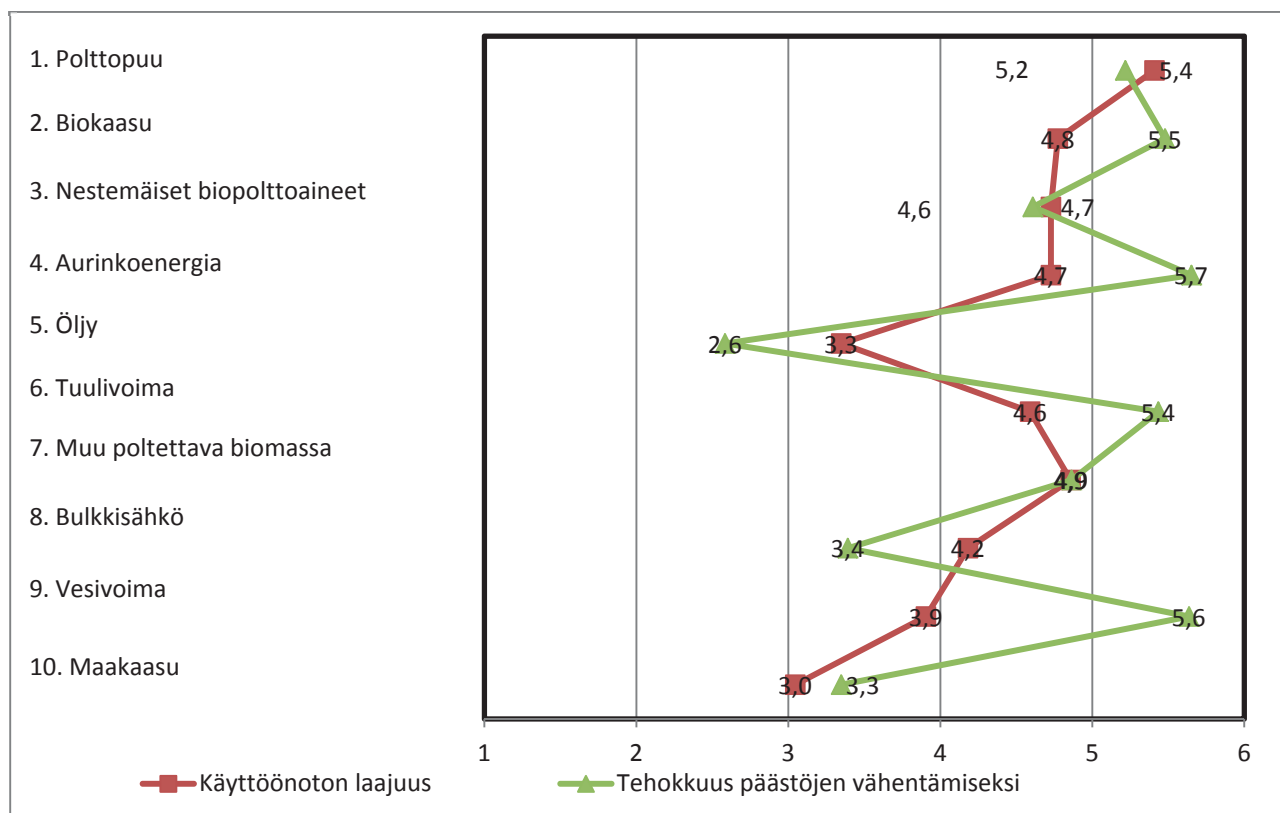
Aurinkoenergian kuvattiin olevan ”kiltti vaihtoehto, kun ei ole tuulivoiman maisemahaittoja” ja sen koettiin olevan helppo asentaa ja pienkäytössä edistettävä asia. Sen koettiin olevan potentiaallinen tapa tuottaa osa maatilan käyttämästä energiasta, mutta ilmasto-olosuhteidemme takia sitä ei koettu koko tilan energiantuottajaksi tulevaisuudessa. Veden lämmittämisessä sen merkityksen uskottiin kasvavan lähitulevaisuudessa. Erään vastaajan mielestä, sen tuottama energia olisi ”varsin puhdasta, jos keinolehden kehitys etenee”. Aurinkoenergiaa koettiin olevan järkevintä tuottaa sellaisilta pinta-aloilta, jotka muuten olisivat ”hukkaa”, eikä toimia Etelä-Euroopan mallin mukaisesti, jossa suuret peltoalueet voidaan laittaa täyteen aurinkopaneeleita. Aurinkoenergian suurimmaksi ongelmaksi koettiin nykyinen akkuteknologia, joka ei asiantuntijoiden mukaan ole riittävä varastoimaan riittävästi tuotettua energiaa. Aurinkoenergian lisääntymisen kannustimina nähtiin vastaajien keskuudessa olevan teknologinen kehittyminen ja sen kustannukset, ja ennen kaikkea tukipolitiikan.



Kuva 3. Hyväksyttävyyys tilatasolla ja yhteiskunnassa eri energian lähteiden käytölle 1. kierroksella. N=20–24.

Tuulivoima itsessään koettiin varsin puhtaaksi energiantuotantomuodoksi. Se koettiin kalliiksi tavaksi toteuttaa energiaa pienimuotoisesti ja sen suurtuotannon suurimmiksi haitoiksi luettiin melu- ja maisemahaitat. Erään vastaajan mielestä ”tuulivoima perustuu täysin tukiin eikä ketju ole täysin päästötön, sillä investoidaan rautaan ja massaan”. Muutaman vastaajan mielestä pienimuotoinen tuulivoimala voisi olla toimiva vaihtoehto alueilla, joissa tuulee paljon esim. Pohjanmaa.

Vesivoima koettiin luontaiseksi keinoksi hyödyntää luonnon tuottamaa energiaa, mutta se nähtiin jo valjastetun niin hyvin kuin sen voi. Pienvesivoimaloiden nähtiin voivan olevan ratkaisuna joissakin tilanteissa, mutta juuri niiden alueellisuuden tähden vastaajat eivät kokeneet vesivoiman tulevan lisääntymään tulevaisuudessa maatilojen itsensä käyttämän energian lähteenä. Suurten uusien vesivoimalaitosten rakentamista vastaajat eivät kannattaneet, sillä he näkivät luontoarvojen heikenevän radikaalisti, mm. kalakannoista oltiin suuresti huolissaan.



Kuva 4. Käytön laajuus ja keinon tehokkuus eri energian lähteiden käytölle 1. kierroksella. N=21–24.

Polttopuun (ml. hake) nähtiin olevan perusta maataloilla 20 vuodenkin päästä, sillä puuta ”on maataloilla omasta takaa”, ”pystyvät luonnollisesti itse tuottamaan” ja sillä ”on pitkät perinteet”. Asiantuntijat uskoivat monipolttojärjestelmien yleistyvän, sillä ne voivat käyttää raaka-ainetta, jota on parhaiten saatavilla, jolloin ei olla yhden raaka-aineen varassa. Polttopuun laajan käytön pelättiin voivan vähentää metsien biodiversiteettiä. Muutama vastaaja paheksui poltosta aiheutuvia hiukkaspäästöjä. Poltosta aiheutuvat hiukkaset ovat hyvin pieniä, minkä vuoksi ne leijuvat kauas. Hiukkaspäästöillä on myös terveysriskejä. Polttomenetelmien toivottiin kehittyvän.

Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet, jotka on tuotettu ruoaksi kelpaavista raaka-aineista, saivat kovaa vastustusta. Vastaajien mielestä nestemäiset biopolttoaineet tulisi tuottaa kasvijätteistä, jäterasvoin ja muista orgaanisista jätteistä. ”Ruuasta ei saa tehdä polttoainetta” oli monen vastaajan kommentti. Nestemäisten biopolttoaineiden käyttö nähtiin myös vaativan teknologian tuotteena, jolloin sen käytön lisääntyminen nähtiin sisältävän myös taloudellisia haasteita. Nestemäisten biopolttoaineiden kehittyessä vastaajat uskoivat niitä käytettävän myös maataloudessa. Maatalojen ei nähty olevan kehityksen eturivissä vaan seuraavan biopolttoaineiden yleistä kehitystä.

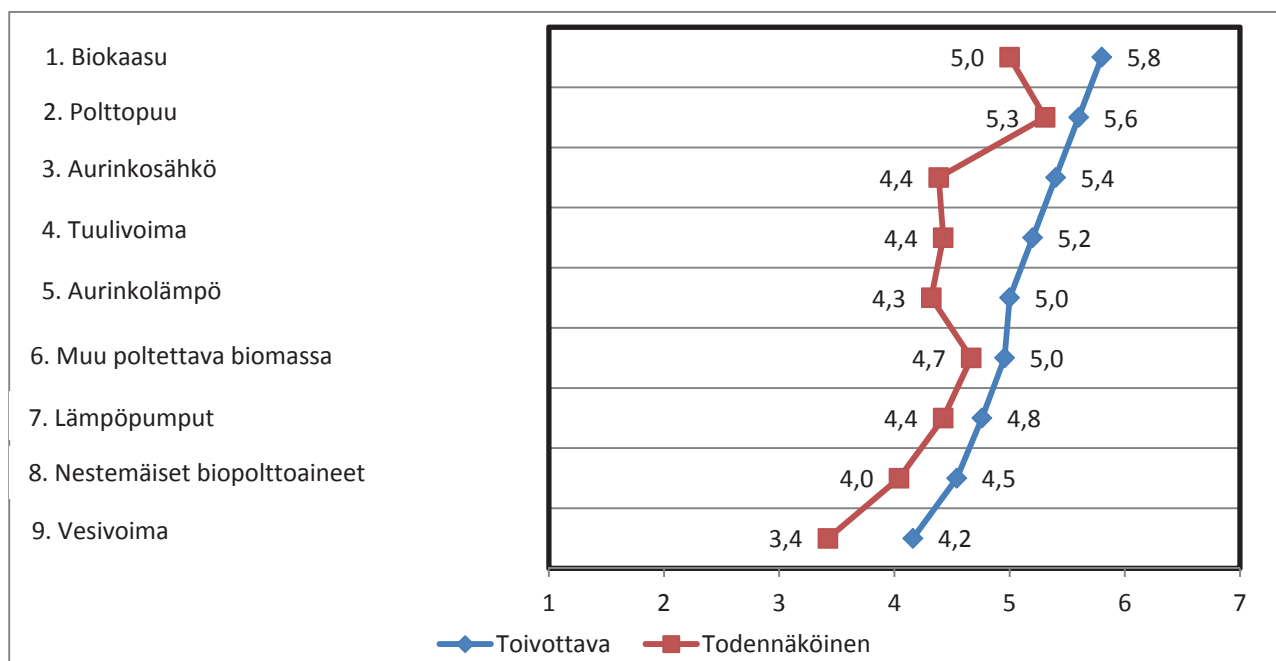
Erään vastaajan mukaan ”muu poltettava biomassa on merkittävä energianlähde tulevaisuuden maataloudessa, koska pitää sisällään niin paljon”. Olki nähtiin kuitenkin sellaisenaan biomassana, joka tulisi jättää peltoon, ”olki jätettävä peltoon, muutoin se vie pellostä ravinteita pois”. Myös tässä asiantuntijat uskoivat monipolttojärjestelmien yleistyvän, sillä ne voivat käyttää raaka-ainetta, jota on parhaiten saatavilla.

9.1.2. Maatilojen energialiiketoiminta tulevaisuudessa

Ensimmäisen kierroksen vastaajat kokivat vuoteen 2030 ulottuvan tarkastelun maatilojen energialiiketoiminnasta liian lyhyeksi aikajänteeksi suurten muutosten aikaansaamiseksi. Bioenergian nähtiin kuitenkin olevan valtti Suomelle tulevaisuudessa ja mahdollistavan sitä kautta omavaraisen energiantuotannon. Bioenergiaa toivottiin tulevaisuudessa tuotettavan hajautetuissa liiketoimintakonsepteissa, mikä toisi maataloilta uusia tulonhankkimismuotoja. Biokaasu koettiin toivottavimmaksi energialiiketoimintamuodon harjoittamistavaksi, koska sen nähtiin hyödyntävän biomassoja tehokkaasti, tuottaen energiaa ja ravinteita. Polttopuun (ml. hake) käytön uskottiin lisääntyvän entisestään ja laajenevan myös myyntitarkoituksiin. Aurinkoenergialla; lämpö ja sähkö, tuotetun energian nähtiin olevan potentiaalinen keino maatilojen energialiiketoiminnassa, niiden vaivattomuutensa tähden. Lainsäädäntö ja harjoitettu politiikka koettiin suurimmiksi esteiksi maatalatason energialiiketoiminnan; hajautetun energiantuotannon, edistämiseksi. Älykkään sähköverkon luominen, jossa voidaan siirtää energiaa vapaasti verkkoon ja ottaa sitä sieltä niin sanotun nettolaskutuksen mukaisesti, koettiin keskeiseksi edellytykseksi, jotta maatilojen olisi taloudellisesti järkevää tuottaa energiaa.

Biokaasun tuotanto koettiin monipuolisimmaksi tavaksi tuottaa energiaa maataloilla. Maataloilla koettiin olevan maa-alaa, jonka viljelemisestä syntyy bioenergiaa, niin ylivuotisen nurmen kuin muun viljelyn residuaaleina, jolloin tätä ylijäämää olisi järkevää hyödyntää. Samalla voitaisiin hyödyntää kotieläintiloilta syntyvän lanta energiaksi. Liiketoiminnankannalta biokaasutus nähtiin muutaman vastaajan sanoja lainaten ”järkevimmäksi, varsinkin kun lannoitteiden ja erityisesti fosforin hinnan tullessa nousemaan”, eli sillä nähtiin energiantuotannon lisäksi myös suurta potentiaalia vähentää keinolannoitteista aiheutuvaa kustannuserää maatalolle. Muutama vastaaja epäili biokaasutuslaitosten kustannustehokkuutta. Energialiiketoiminnan näkökulmasta ei myöskään nähty suotuisana, että raaka-aineina käytettäisiin kasveja, jotka vievät ruuan tuotannolta pinta-alaa. Biokaasutuksen uskottiin lisääntyvän tulevaisuudessa osaksi maatilojen liiketoimintaa, mutta vastaajien keskuudessa oli vahva näkemys siitä, että se (biokaasu) pitäisi pystyä myymään. Biokaasun myynti liikennepolttoaineeksi nähtiin potentiaalisena keinona lisätä tilan liikevoittoa, ja näin ollen lisäisi sen merkittävyyttä. Biokaasun lisääntymisen nähtiin tarvittavan hallinnollisten esteiden purkamista ja tiedottamisen lisääntymistä. Jotkut vastaajista näkivät suurten tai kyläkohtaisten laitosten tuovan toimintaan kannattavuutta. Toimintamalleja, joissa kotieläin- ja kasvinviljelytilat voisivat tehdä yhteistyötä, kenties jopa muiden maatalouden ulkopuolisten kuluttajien kanssa yhdessä nähtiin muutaman vastaajan keskuudessa toivetilana.

Pinta-alaa maatalouden toimintaympäristössä aurinkosähkön tuotantoon pidettiin potentiaalisena ja siten positiivisena asiana. Aurinkosähkön tuotanto nähtiin kuitenkin nykyhetken tekniikan valossa kalliina ja siten hyvin tukiriippuvaisena liiketoimintamallina. Erään vastaajan mielestä ”aurinko ei ole maatilojen toimialaa”. Aurinkosähkön uskottiin kuitenkin yleistyvän tulevaisuudessa, ja toivottiin, että voitaisiin ottaa mallia Saksasta, jossa käytetään olemassa olevaa rakennuskantaa paneelien alustoina. Aurinkosähköntuotanto koettiin helppokäyttöisenä ja vaativan vähän huoltoa. Tekniikan edullistuessa ja energian hinnan kallistuessa, osa vastaajista koki, että niiden kysyntä voisi kasvaa. Aurinkosähkö koettiin myös helpoksi tavaksi tuotteistaa, sillä sen avulla tuotettu energia nähtiin helpommaksi myydä ulos, kuin esimerkiksi biokaasu itsessään, älykkääseen sähköverkkoon.



Kuva 5. Toivottavan ja todennäköisen ulottuvuudet eri energian lähteiden omavaraisuudelle 1. kierroksella. N=23–26.

Osa vastaajista koki aurinkolämmön olevan aurinkosähköä järkevämpää liiketoiminnan kannalta, ainakin toistaiseksi. Se koettiin myös kustannustehokkaana tapana tuottaa energiaa maatalouden piirissä olevien rakennusten pinta-alaa hyödyntämällä. Aurinkolämmön tuotantoa kritisoitiin siitä, ettei se vastaa lämmön tarpeen aikajakaamaa. Lämpöpaneelien uskottiin saavuttavan kasvavan suosion tulevaisuudessa, osan vastaajien mukaan. Aurinkolämpötuotanto koettiin helppokäyttöisenä ja vaativan vähän huoltoa. Tekniikan edullistuessa ja energian hinnan kallistuessa, osa vastaajista koki, että niiden kysyntä voisi kasvaa. Aurinkolämpö koettiin myös helpoksi tavaksi tuotteistaa, sillä sen avulla tuotettu energia nähtiin helpommaksi myydä ulos, kuin esimerkiksi biokaasu itsessään, älykkääseen sähköverkkoon.

Lämpöpumput koettiin kustannustehokkaana vaihtoehtona. Muutama vastaaja koki lämpöpumppujen tuottaman energian soveltuvan paremmin tilakohtaiseen käyttöön. Erään vastaajan mukaan kehittämällä lämpöpumppukeruuputkistoja voitaisiin tehostaa lämmön talteenottoa myös maatalouden eri tuotantovaiheissa.

Tuulivoimasta koettiin mautilojen voivan saada merkittäviä vuokratuloja, salliessaan maillensa asennettavan tuulivoimalan. Ne koettiin potentiaalisina tulonlähteinä, koska pinta-alaa löytyy ja niiden hyödyntämistä verrattiin tuntureilla sijaitseviin hiihtokeskuksiin. Muutama vastaaja kuitenkin koki, ettei mautilojen kannata lähteä pientuulivoimaloiden rakentamiseen, niiden kalleuden tähden, mutta suuremmissa teollisissa mittakaavassa olevan potentiaalista. Muutama vastaaja näki puolestaan tuulivoiman kuuluvan yhteiskunnan määräämän keskitetyn energiantuotannon piiriin, jolloin sillä ei olisi sijaa maatalouden energialiiketoiminnan piirissä. Ratkaisuksi tuulivoimaloiden edistämiseen vastaajat ehdottivat tilaklustereiden yhteisiä tuulivoimaloita. Euroopan kasvaneeseen tuulivoimaloiden käyttöönottotrendiin voitaisiin Suomessakin päästä mukaan, jos siirtotariffeihin panostettaisiin.

Vesivoiman valjastamista mautilojen energialiiketoiminnanpiiriin ei koettu vastaajien parissa potentiaalisena, sillä siihen vaadittavat resurssit ovat käytettävissä hyvin rajoitetusti.

Polttopuu (ml.hake) nähtiin hyvänä lämmön (energian) lähteenä, ja sen kosketuspinta metsänhoitoon nähtiin hyvänä asiana. Vastaajat kuitenkin painottivat, että se tulisi hoitaa ”fiksusti” ottaen huomioon metsäbiodiversiteetin sen keruussa. Suomen runsaslukuiset metsät koettiin kyseisen

energiälähteen käyttöönoton mahdollistajana. Sen käytön lisääntymiseen energialiiketoiminnan energianlähteenä tulevaisuudessa uskottiin. Muutama vastaaja painotti paperiteollisuuden vähenevän tulevaisuudessa radikaalisti, jolloin tulevaisuudessa perinteistä paperipuuta tullaan polttamaan energiaksi, ja puuta tullaan myymään kemian- ja rakennusteollisuuden raaka-aineeksi. Muutaman vastaajan näkemyksen mukaan polttopuun olisi tulevaisuudessa ainut potentiaalinen lähde energialiiketoiminnaksi. Osa puolestaan painotti, etteivät tilat tule tulevaisuudessa tuottamaan energiaa verkkoon polttopuulla, vaan myymällä raaka-ainetta; klapeja jne. Hakkeen käytön uskottiin tulevan kasvamaan tulevaisuudessa tämän hetkisen politiikan mukaisesti. Vastaajat korostivat, että polttopuuhun ja hakkeeseen pohjautuvan energian tuotantopotentiaali perustuu sen tuottamiseen kestävästi.

Nestemäisten biopolttoaineiden tehokkuus päästöjen vähentämiseksi ei koettu välttämättä kovinkaan hyväksi, sillä niiden valmistus koettiin energiaa tuhlaavaksi prosessiksi. Niiden käyttöönottoon ostettavana energiamuotona nähtiin paljon todennäköisempänä, kuin sen että maatilat itse tuottaisivat niitä. Tosin, jos nestemäisten biopolttoaineiden tekniikka kehittyy radikaalisti, nähtiin niiden tuotannon maatilatason lisääntyäkin. Todennäköisimpänä vaihtoehtona vastaajat kuitenkin kokivat maatilojen olevan tulevaisuudessa pikemminkin nestemäisten biopolttoaineiden raaka-aineiden tuottajia, kuin itse valmiin polttonesteen.

Biomassan polttaminen koettiin osan vastaajien parissa helposti lähestyttävänä, jolloin sen käyttö maatilatason energialiiketoiminnassa katsottiin olevan todennäköistä.

Osa asiantuntijoista näki tulevaisuudessa levää ja bakteereita voitavan tuottaa vähemmän tuotavilla alueilla, jolloin näistä voitaisiin tuottaa energiaa liiketoimintamielessä.

9.2. Toisen kierroksen uudelleenarviointi

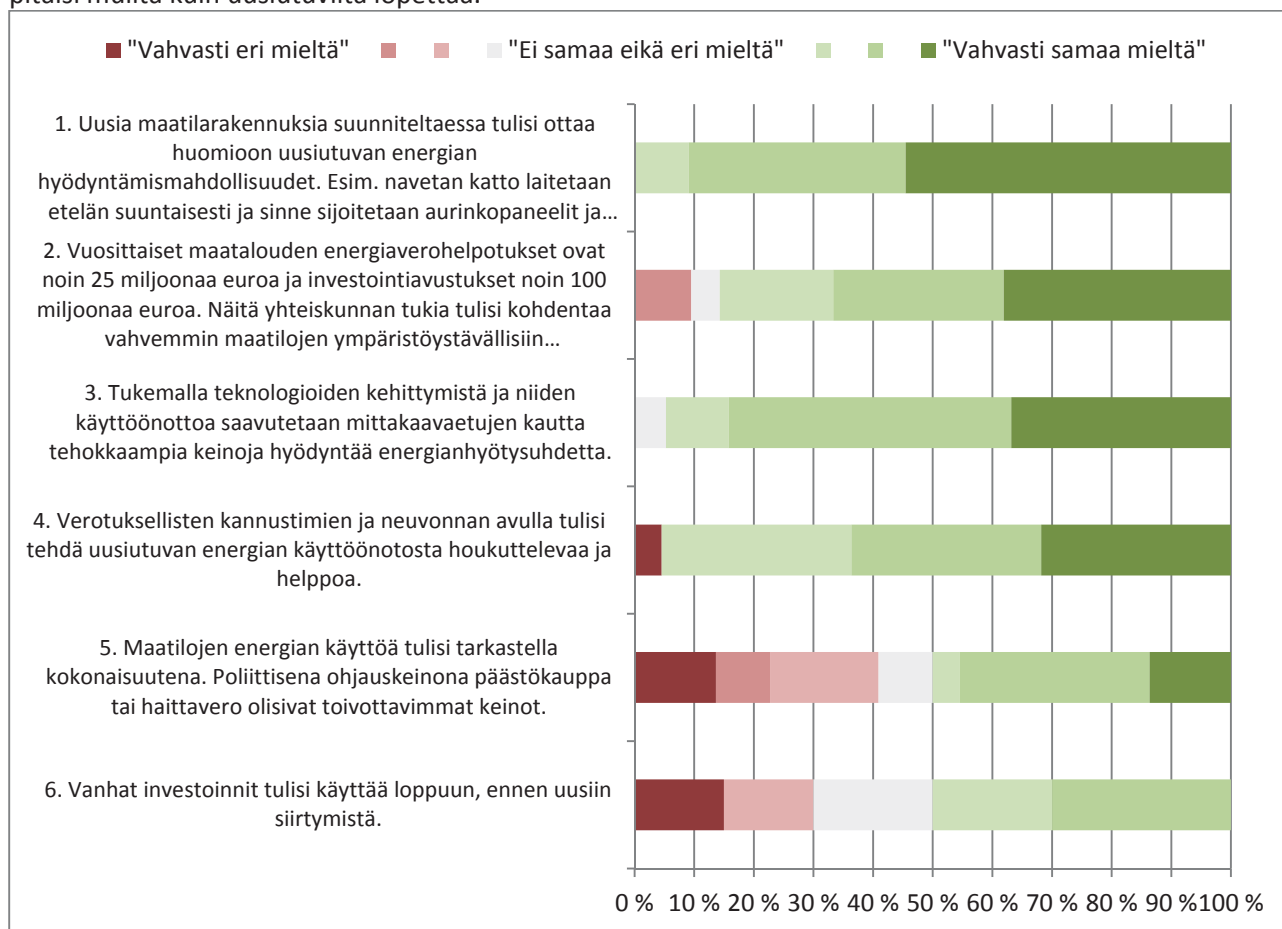
Tutkimuksen toisella tarkentavalla kierroksella asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan uudelleen eri energianlähteiden toivottavuus ja todennäköisyys pohjautuen ensimmäisen kierroksen tuloksiin, jotka esitettiin graafisessa muodossa keskiarvona ja keskihajontana. Lopuksi asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa ensimmäisellä kierroksella esitettyihin ratkaisuihin, joilla voitaisiin tulevaisuudessa pienentää maatilojen käyttämän energian hiilijalanjälkeä ja lisätä maatilojen energialiiketoimintaa.

9.2.1. Maatilojen itsensä käyttämä energia tulevaisuudessa

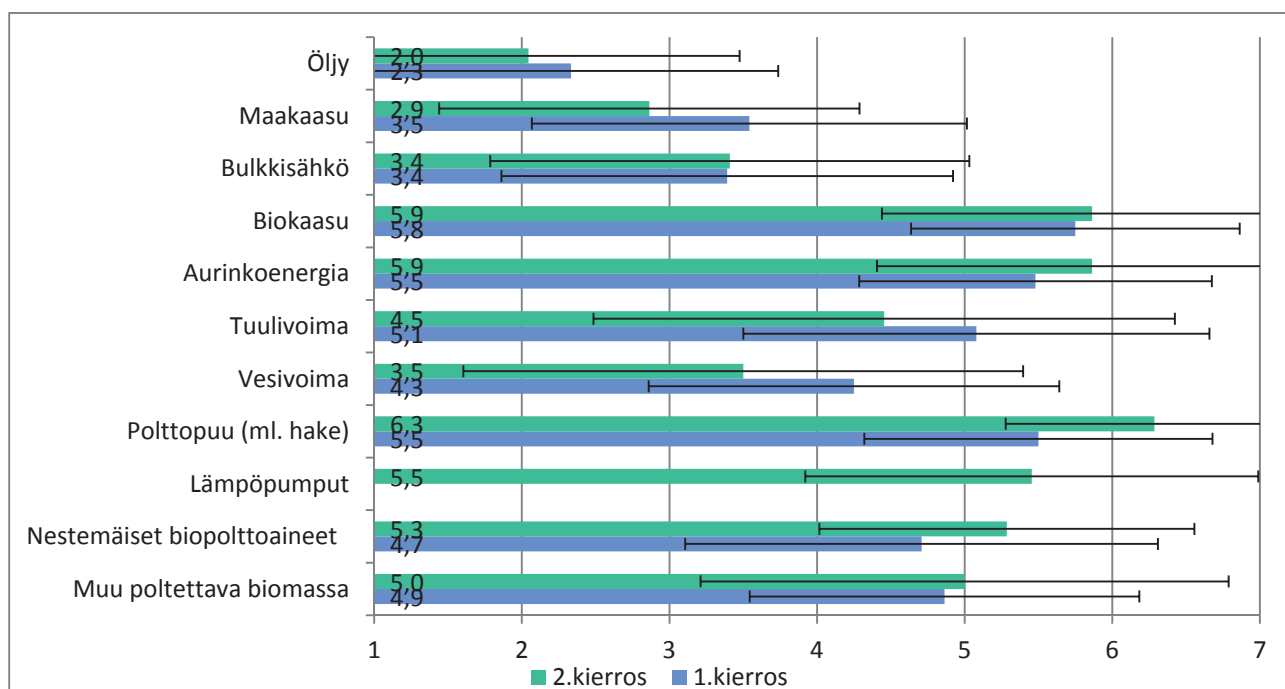
Toisella tarkentavalla kierroksella asiantuntijat arvottivat kaikkein toivottuimmiksi tulevaisuuden energianlähteiksi maataloilla polttopuun, biokaasun, aurinkoenergian sekä lämpöpumput (Kuva 24). Todennäköisimmiksi energianlähteiksi asiantuntijat arvottivat polttopuun, lämpöpumput, bulkkisähkön sekä nestemäiset biopolttoaineet (Kuva 8).

Ratkaisuehdotuksista kannatettavimmaksi maatilojen käyttämän energian hiilijalanjälkeä pienentämään nousi näkemys, jossa uusia maatalarakennuksia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon uusiutuvan energian hyödyntämismahdollisuudet (Kuva 6). Esimerkiksi navetan katto laitetaan etelän suuntaisesti ja sinne sijoitetaan aurinkopaneelit ja ulkoseinille lämpökeräimet. Lähes yhtä suuren kannatuksen sai ratkaisuehdotus ”tukemalla teknologioiden kehittymistä ja niiden käyttöönottoa saavutetaan mittakaavaetujen kautta tehokkaampia keinoja hyödyntää energianhyötysuhdetta”. Myös ratkaisuehdotukset ”verotuksellisten kannustimien ja neuvonnan avulla tulisi tehdä uusiutuvan energian käyttöönotosta houkuttelevaa ja helppoa” ja ”vuosittaiset maatalouden energiaverohelpotukset ovat noin 25 miljoonaa euroa ja investointiavustukset noin 100 miljoonaa euroa. Näitä yhteiskunnan tukia tulisi kohdentaa vahvemmin maatilojen ympäristöystävällisiin energiaratkaisuihin” keräsivät useita erittäin ja hyvin vahvasti samaa mieltä olevia vastauksia. Asiantuntijoiden keskuudessa ratkaisuehdotus ”maatilojen energian käyttöä tulisi tarkastella kokonaisuutena. Poliittisena ohjauksena päästökauppa tai haittavero olisi toivottavimmat keinot” keräsi hyvin eriäviä mielipiteitä.

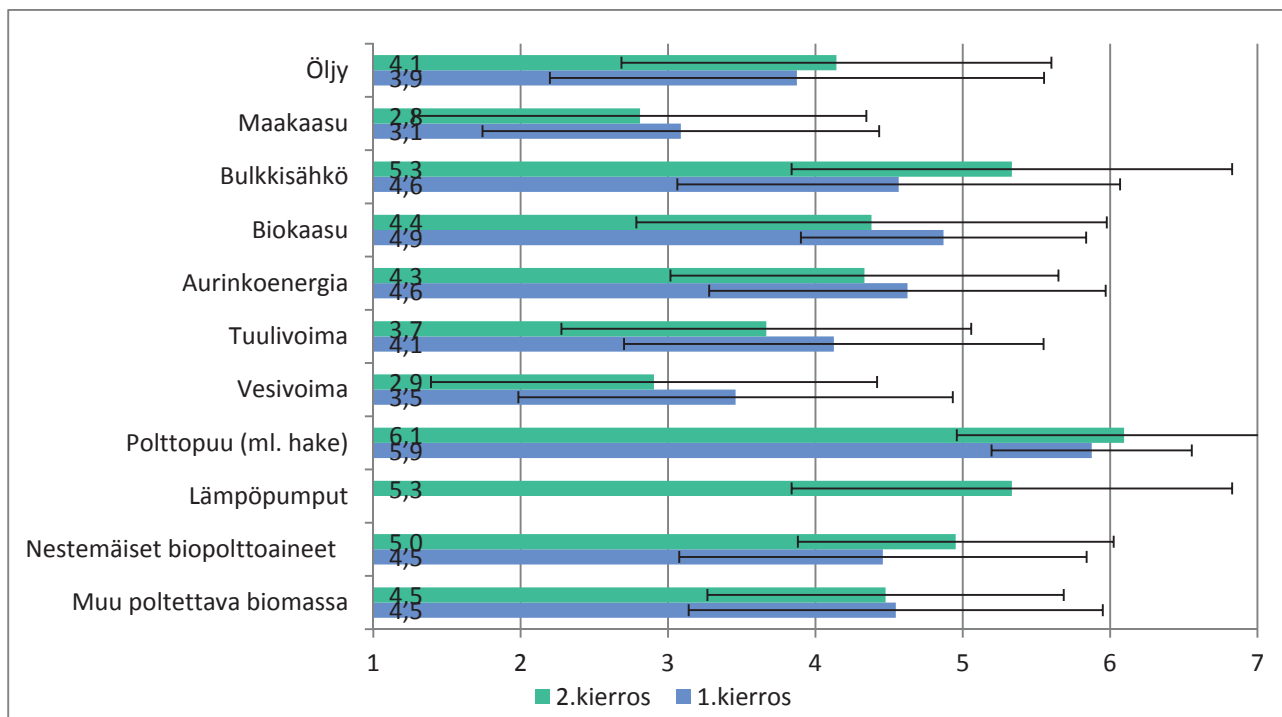
Avoimissa kommentteissa nousi esiin näkemys, jonka mukaan maatalouden energiaverohelpotukset pitäisi muilta kuin uusiutuville lopettaa.



Kuva 6. Asiantuntijoiden näkemyksiä ratkaisuehdotuksiksi nousseisiin argumentteihin. N=19–22.



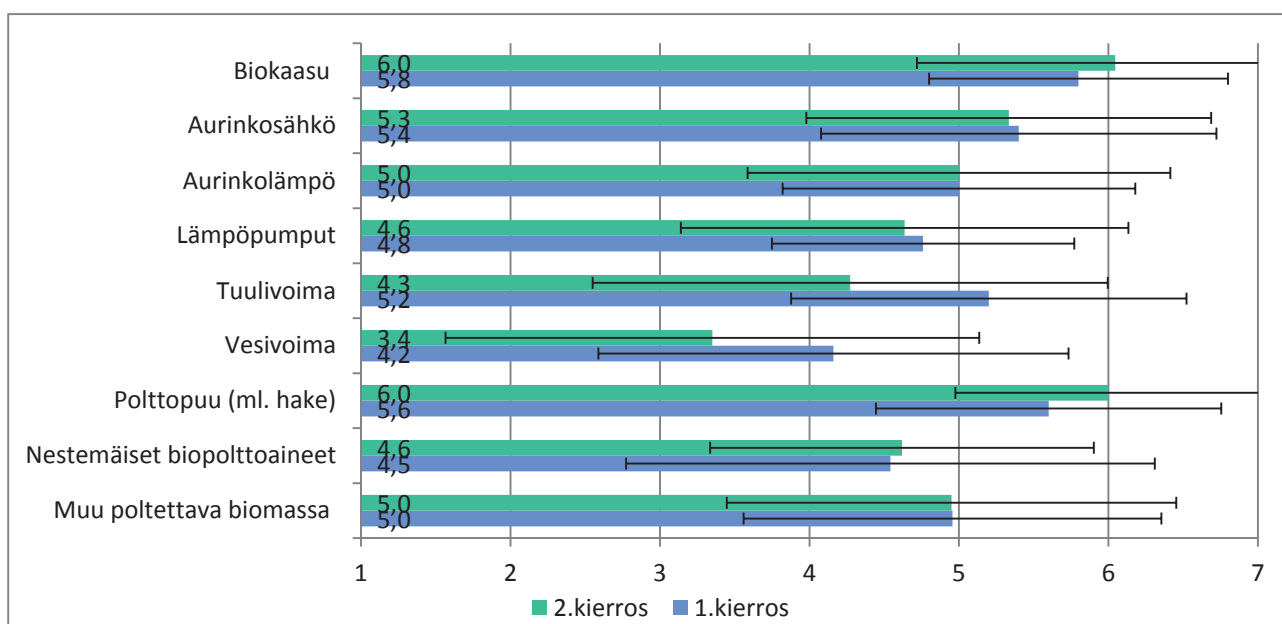
Kuva 7. Maatilojen energiaomavaraisuus, 1. ja 2. kierroksen vertailu, toivottavuus ulottuvuus. N=21–25.



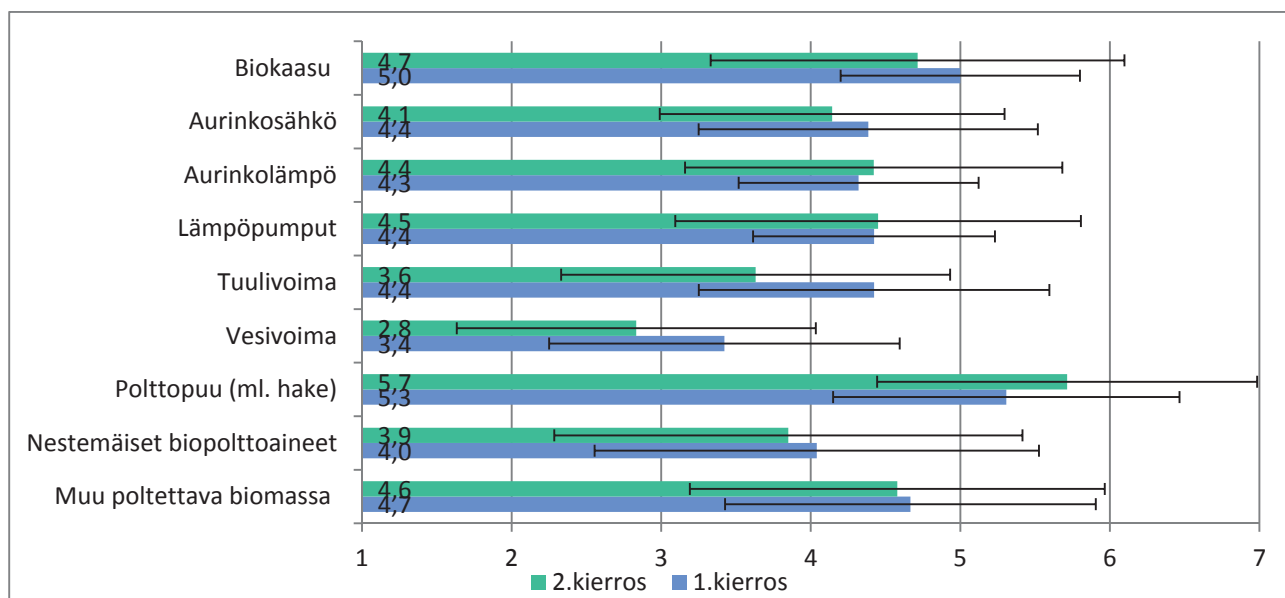
Kuva 8. Maatilojen energiaomavaraisuus, 1. ja 2. kierroksen vertailu, todennäköisyys ulottuvuus. N=21–24.

9.2.2. Maatilojen energialiiketoiminta tulevaisuudessa

Toisella tarkentavalla kierroksella asiantuntijat arvottivat kaikkein toivotuimmiksi maatalouden energialiiketoiminnan energianlähteiksi tulevaisuudessa polttopuun, biokaasun, aurinkosähkön (Kuva 9). Todennäköisimmiksi maatilojen energialiiketoiminnan energianlähteiksi asiantuntijat arvottivat polttopuun, biokaasun ja muun poltettavan biomassan (Kuva 10).

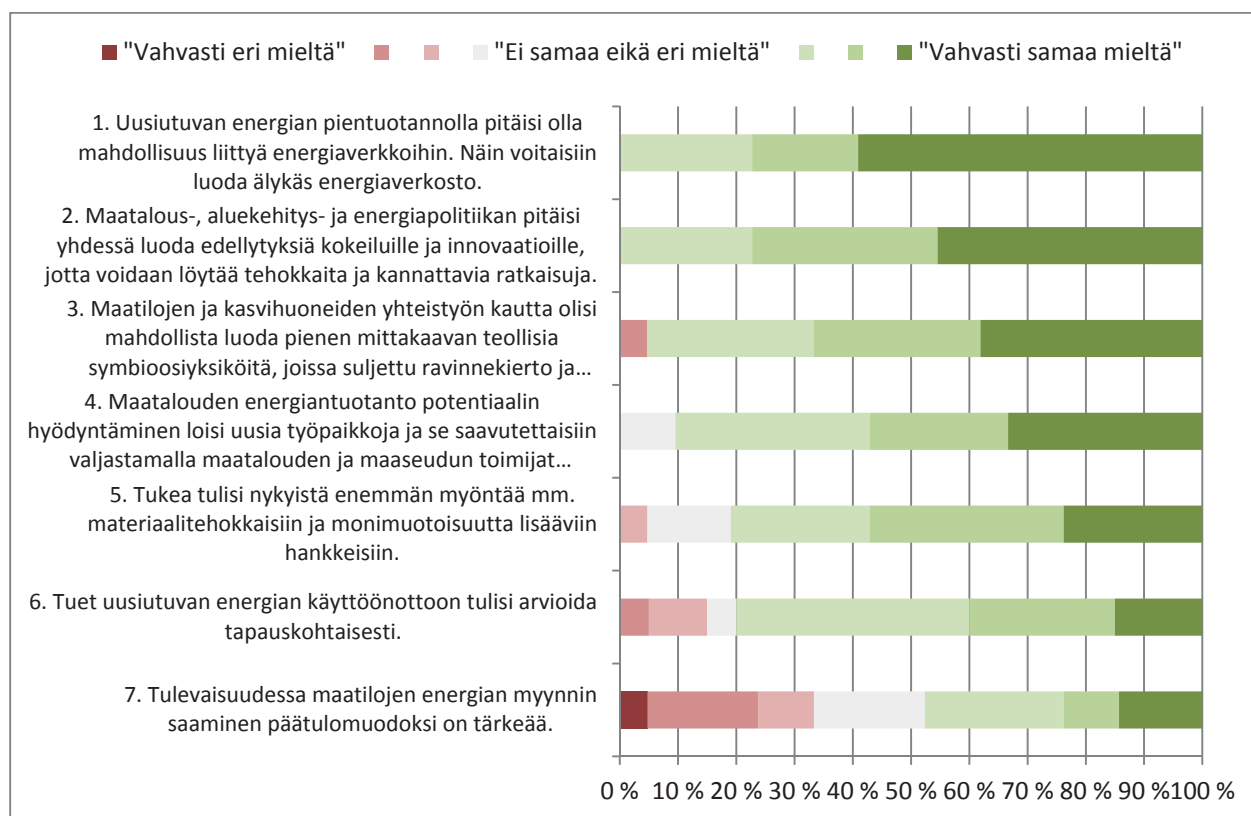


Kuva 9. Maatilojen energialiiketoiminta, 1. ja 2. kierroksen vertailu, toivottavuus ulottuvuus. N=20–25.



Kuva 10. Maatilojen energialiiketoiminta, 1. ja 2. kierroksen vertailu, todennäköisyys ulottuvuus. N=18–26.

Ratkaisuehdotuksista, joilla voitaisiin lisätä maatilojen energialiiketoimintaa tulevaisuudessa, kannattavimmaksi nousi näkemys, jossa uusiutuvan energian pientuotannolla pitäisi olla mahdollisuus liittyä energiaverkkoihin, jolloin voitaisiin luoda älykäs energiaverkosto (Kuva 11). Lähes yhtä suuren kannatuksen sai ratkaisuehdotus, jossa maatalous-, aluekehitys- ja energiapolitiikan pitäisi yhdessä luoda edellytyksiä kokeiluille ja innovaatioille, jotta voidaan löytää tehokkaita ja kannattavia ratkaisuja. Avoimissa kommentteissa toivottiin, ettei toimintaa rakenneta tukien varaan.



Kuva 11. Asiantuntijoiden näkemyksiä ratkaisuehdotuksiksi nousseisiin argumentteihin. N=20–22.

Viitteet

- Godet, M. 2000: The Art of Scenarios and Strategic Planning - Tools and Pitfalls. *Technological Forecasting and Social Change* 65: 3-22.
- Kuusi, O., Kinnunen, J., Ryyänen, O-P., Myllykangas, M. & Lamintakanen, J. 2006. Suomen Terveystieteiden tulevaisuudet, in: *Terveystieteiden tulevaisuus*, Eduskunnan kanslian julkaisu 3/2006.
- Linstone, H.A. & Turoff, M. (eds.) 1975. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Addison-Wesley Publishing Company, Don Mills, 620 p.
- Mannermaa, M. 1991. *Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus*. Acta Futura Fennica No. 2, Painatuskeskus, Helsinki.
- Van der Heijden, K. 1996. *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*. John Wiley & Sons, Shichester.
- Varho, V. & Huutoniemi, K., 2014. *Envisioning solutions: Expert deliberation on environmental futures*. In: Huutoniemi, K., Tapio, P. (Eds.), *Transdisciplinary sustainability studies: A heuristic approach*. Routledge Studies in Sustainability
- Wiener, A. & Kahn, H. 1967: *The Year 2000*. Macmillan, New York.

10. Hankkeen yhteenveto

Tässä hankkeessa selvitettiin ennalta määriteltyjen keinokohtaisten tarkastelujen avulla erilaisten keinojen potentiaalia vähentää maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä. Erityisesti tarkasteltiin vähennyskeinojen aiheuttamia muutoksia ja kustannuksia tilatasolla eri ratkaisuilla sekä arvioitiin keinojen toteutettavuutta tilatason ja yhteiskunnan näkökulmasta. Tarkastellut keinot auttavat kasvihuonekaasujen vähentämistavoitteiden saavuttamisessa, mutta ne ovat vaikutuksiltaan (mm. kustannuksiltaan, hyväksyttävyydeltään, päästövähennyksiltään, käyttöönoton helppoudeltaan) eritasoisia. Tarkasteltujen keinojen käyttöönottoa tulee tarkastella myös EU:n ja kansallisten strategioiden asettamissa reunaehdoissa. Suomen energia- ja ilmastotiekartassa linjattujen maatalouden tavoitteiden mukaan, maatalouden toimet ilmastomuutoksen hillinnässä on tärkeä suunnitella ja toteuttaa siten, etteivät ne vaaranna huoltovarmuutta, kotimaista maataloutta tai globaalia ruokaturvaa. Maataloudessa päällimmäisenä tavoitteena tulee olla nettopäästöjen vähentäminen suhteessa tuotettuun yksikköön sekä pyrkiminen toimintojen kokonaistarkasteluun tilatasolla.

Päästövähennyskeinojen asiantuntija-arviointi

Asiantuntija-arvioinnissa tärkeimpinä vähennyskeinoina nähtiin 1) lannankäsittely ilman lisäpeltoa, 2) biokaasutus, 3) talviaikainen kasvipeitteisyys, 4) typpilannoituksen tarkentaminen, 5) täsmäviljely. Vastaajat kokivat, että tämänhetkisen lannakäsittelytekniikka ei ole riittävää ja sen kehittämiseen toivottiin yhteiskunnalta lisää rahoitusta. Teknologisen ratkaisun tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta teknologiapelko ei vähentäisi käyttöönottoa. Biokaasutuksen nähtiin olevan konkreettinen askel ravinteiden kierrätyksessä ja synerginen keino tuottaa samalla energiaa sekä parantaa lannan ja kasvijätteen laatua lannoitteena. Biokaasutuksen jarruna nähtiin olevan investointikustannukset ja työmäärän. Sen tähden suuremman luokan, tilaklustereiden muodostamat biokaasulaitokset nähtiin potentiaalisimpina vaihtoehtoina, joita voisi edistää mm. verohelpoituksilla. Talviaikainen kasvipeitteisyys koettiin yhtä tärkeäksi toimenpiteeksi kuin biokaasutus. Vastaajat kokivat kyseisen keinon tärkeäksi päästöjen hillintäpotentiaaliltaan. Vähennyskeinon laajamittaisen käytön esteinä nähtiin olevan viljelykierron, alueellisuuden ja tapauskohtaisuuden mm. maalajin suhteen. Typpilannoituksen tarkentaminen nähtiin kohtuuhelppona keinona, jolla voidaan optimoida tuotantokustannuksia ja johon jo keinona on totuttu. Täsmäviljelynähtiin tärkeänä, mutta moni vastaaja koki kyseisen keinon vaatiman teknologian olevan liian kallista ja siten mahdollista vain suurille tiloille.

Yhteiskunnallisesti hyväksytyimmiksi ohjauskeinoiksi nousivat typpilannoituksen tarkentaminen, talviaikainen kasvipeitteisyys ja biokaasutus. Tilatason hyväksyttävyyttä tarkasteltaessa hyväksytyimmiksi ohjauskeinoiksi nousivat biokaasutus, talviaikainen kasvipeitteisyys ja lannankäsittely ilman lisäpeltoa. Asiantuntijat näkivät neuvonnalla, opastuksella ja koulutuksella olevan suurin merkitys ohjauskeinojen käyttöönoton yleistymiseen. Tilojen välisen yhteistyön lisääntymisellä ja alkutuotannon kokonaisketjun tarkastelulla nähtiin olevan paljon potentiaalia niiden tuomien synergioiden vuoksi. Asiantuntijat eivät lähtökohtaisesti kannattaneet ohjauskeinojen käyttöönotosta aiheutuvien kustannusten kompensoimista tukien kautta.

Asiantuntija-arvioinnissa tarkasteltiin yhtenä osana myös maatalouden energiatalouden muutosta. Toivottavimpia maatalojen energiaomavaraisuutta lisääviä energialähteitä tulevaisuudessa olivat polttopuu (ml. hake), biokaasu ja aurinkoenergia, kun todennäköisimmiksi energianlähteiksi lukeutuivat polttopuu (ml. hake), bulkkisähkö ja lämpöpumput. Asiantuntijat näkivät, että uusia maatalarakennuksia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon uusiutuvan energian hyödyntämismahdollisuudet ja tukemalla teknologioiden kehittymistä ja niiden käyttöönottoa, verotuksellisten kannustimien ja neuvonnan avulla, saavutetaan mittakaavaetujen kautta tehokkaampia keinoja hyödyntää energianhyötysuhdetta. Samalla uusiutuvan energian käyttöönotosta tulisi houkuttelevampaa ja helpompaa. Asiantuntijat eivät lähtökohtaisesti kannattaneet poliittisena ohjauskeinona päästökauppaa tai haittaveroa, jossa tarkasteltaisiin maatalojen energiankäyttöä kokonaisuutena.

Maatilat voivat myös saada energiasta tuloja. Toivottavimmat maatilojen energialiiketoiminnan energianlähteet olivat polttopuu (ml. hake), biokaasu ja aurinkosähkö, kun todennäköisimmiksi energi-
anlähteiksi arvioitiin polttopuu (ml. hake), biokaasu ja muu poltettava biomassa. Asiantuntijat näkivät, että uusiutuvan energian pientuotannolla pitäisi saada helppo liittyä energiaverkkoihin, jolloin voitai-
siin luoda älykäs energiaverkosto. Samalla maatalous-, aluekehitys- ja energiapolitiikan tulisi yhdessä
luoda edellytyksiä kokeiluille ja innovaatioille, jotta voidaan löytää tehokkaita ja kannattavia ratkaisuja
maatilojen energialiiketoiminnan lisäämiselle tulevaisuudessa. Asiantuntijat eivät lähtökohtaisesti kan-
nattaneet ajatusta, että maatilojen energian myynnin saaminen päätulomuodoksi tulevaisuudessa olisi
tärkeää. Yleisesti toivottiin, ettei toimintaa rakenneta tukien varaan.

Tilatason analyysi

Tilatason analyysissä tarkasteltiin 1) nautojen ruokinnan muutosta (rypsin lisääminen öljyineen ruokintaan metaanin vähentämiseksi), 2) maatilojen energiankäytön vähentäminen (rehuviljan kuivauksen vaihtoehdot), 3) tuottavuuden parantaminen kotieläintuotannossa (liharotusiemennysten lisääminen), 4) toiminnalliset muutokset eloperäisillä mailla (eloperäisten maiden nurmiviljelyn vaihtoehdot) sekä lisäksi 5) biokaasuinvestointiratkaisun kannattavuutta ja päästövähennyspotentiaalia.

Hankkeessa tarkastelluista keinoista ja niiden päästövähennyspotentiaalista on esitetty yhteenveto taulukossa 28. Potentiaali päästövähennykselle kertoo toimenpiteen täyden toteutuksen aikaansaaman vähennyksen. Kustannuksista on esitetty yksikkökustannus, niiltä osin kuin sellainen pystyttiin määrittelemään. Tilatasolta kustannusten yleistettävä määrittely on usein vaikeaa. Tarkoituksena on kuitenkin tuoda keskusteluun lisätietoa toimenpiteiden suuruusluokasta.

Taulukko 1. hteenveto tarkasteltujen keinojen potentiaalista

		Potentiaali päästövähennykselle laskentasektoreittain (tonnia CO ₂ ekv. vuodessa)			Päästövähennyksen yksikkökustannukset (€ per tonni CO ₂ ekv.)
		Maataloussektori	Energia-sektori	LULUCF	Maataloussektori
1.	Toiminnalliset muutokset eloperäisillä mailla, kaikki tuotantosuunnat	278 000		453 000	Tilakohtainen
1a	Vain nautatilojen kontribuutio eloperäisten maiden nurmipeitteisyyteen	107 000		175 000	Tilakohtainen (Ymp. korvaus 50€ per ha olisi 16.7€/tonni CO ₂ ekv.; jos myös LULUCF huomioidaan: 6.4 €/tonni CO ₂ ekv.)
1b	Vain kasvitilojen kontribuutio eloperäisten maiden nurmipeitteisyyteen	121 000		196 000	Tilakohtainen (vaadittava tukitaso 45-300€/ha, päästövähennyskustannus 103-192€/tonni CO ₂ ekv.; jos myös LULUCF huomioidaan 39-73€/tonni CO ₂ ekv.)
2.	Rehuviljan käsittely kuivaamatta		28 650		Edellyttää investointeja uuteen teknologiaan
3.	Tuottavuuden parantaminen kotieläinsektorilla jalostusmenetelmien avulla	1 250			Kustannusten jako tuotantoketjussa (lypsykarjatilat vs. nautakarjatilat) edellyttää tutkimusta
4.	Lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnalla	60 000			Keskimäärin 268€/tonni CO ₂ ekv. tuotokauden keskivaiheessa (DIM 150) tarkasteltuna
5.	Biokaasutuotannon lisääminen, vain nautakarjatilat*	73 000	18 000		Edellyttää investointeja uuteen teknologiaan

* Tässä laskelmassa on huomioitu yli 100 lehmän maitotilojen potentiaali. Tämän kokoluokan tiloilla on käytännössä mahdollisuuksia teknologian hankkimiseen. Teoreettinen kokonaispotentiaali kaikilta tiloilta on suurempi, mutta pienemmillä tiloilla toimintaan ei ole realistisia mahdollisuuksia.

Tässä tutkimuksessa tarkastelluilla keinoilla maataloussektorille asetettu 13 prosentin päästövähennystavoite on saavuttamattomissa ilman tuotannon tason alenemista. Maatalouden toiminnoilla voi kuitenkin olla merkittävä kontribuutio paitsi maataloussektorilla, myös kokonaisuudessaan ei-päästökaupasektorille laskettavien päästöjen vähentämisessä viljelykäytäntöjä parantamalla ja uutta teknologiaa hyödyntämällä. Velvoite vähentää päästökaupan ulkopuolisia (mm. polttoaineiden käyttö rakennusten lämmityksessä, liikenne, maatalous, jätehuolto) päästöjä on 16 prosenttia vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Absoluuttisena lukuna vähennystavoite on ei-päästökaupasektorilla 5840 tuhatta tonnia CO₂ ekv., josta tässä selvityksessä laskettujen vähennysten summa saavuttaa 687 tuhatta tonnia. On kuitenkin ilmeistä, etteivät kaikki keinot ole tässä laajuudessa toteutettavissa korkeiden kustannusten vuoksi.

Kun tarkastellaan pelkästään maataloussektoria, kasvihuonekaasujen vähentämisen potentiaali on rajallinen nykyisellä teknologialla ja kustannuksilla tarkasteltuna. Tässä tutkimuksessa tarkasteltujen keinojen (5 pääkeinoa, joista eloperäisten maiden viljelyssä monia vaihtoehtoja) vähennykset kohdistuvat päästökaupan ulkopuoliselle sektorille, jossa EU-tasolla on asetetty -16% vähennystavoite vuoteen 2020 vuoden 2005 tasoon verrattuna. Maatalouden kokonaispäästöille (6 487 tuhatta tonnia CO₂ eq.) on kansallisessa strategiassa asetettu 13 % vähennystavoite, joka tarkoittaa uusimman inventaarin mukaan laskettuna 850 tuhatta tonnia CO₂ eq. vähennystä khk-päästöissä. Tutkimuksessa tarkasteltujen keinojen laskennallinen kokonaisvähennys olisi 412 tuhatta tonnia CO₂ eq., joka tarkoittaa 6,3 % vähennystä vuoden 2005 tasosta maataloussektorilla.

On kuitenkin huomattava, että kaikki tarkastellut keinot eivät ole mahdollisia toteuttaa tai ainakin niiden toteuttamista tulee tutkia tarkemmin. Esimerkiksi lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnalla on kustannuksiltaan maitotiloille kallis siitä saavutettuun päästövähennykseen verrattuna, eikä sen nähty tutkimuksessa olevan eläinten hyvinvointia parantava keino. Myöskään monivuotisten kasvien viljely ei ole kaikille tiloille mahdollista, sillä sadon käytölle ei välttämättä ole tilalle itse tarvetta saati tilan ulkopuolista kysyntää. Samalla yksivuotisten kasvien viljely vähenee. Siten päästövähennyskeinoja tarkastellessa maataloudessa toteutettavien keinojen kustannusten ei tulisi olla korkeampia kuin niiden vähentämiskeinojen kustannukset, joita toteutetaan energia- ja liikennesektorilla, teollisissa prosesseissa sekä jätteiden käsittelyssä. Tässä hankkeessa tarkasteltuja keinoista 108 250 tonnia CO₂ eq. päästövähennyksiä on saavutettavissa kustannustehokkaasti kahdella keinolla (keinot 1a ja 3 Taulukossa 28). Jotta lisävähennyksiä saataisiin aikaan, se vaatisi lisäinvestointeja uuteen päästöjä vähentävään teknologiaan (mm. biokaasulaitoksiin, viljan kuivausratkaisuihin).

Liite 1. Delfoi-tutkimuksessa käytettyjen skenaarioiden kuvaus

Perusura – skenaarion tarkempi kuvaus

Yleistä

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia: Ympäristönsuojelun ja ilmastonmuutoksen haasteisiin vastaamiseksi tarvitaan laaja keinovalikoima, kuten maatalouden investointi- ja ympäristötuet, maatalousyrittäjien koulutusta sekä innovaatioiden ja tutkimuksen tukemista.

CAP2020: Tavoitteena on vakaa ja korkealaatuinen ruoantuotanto ja parempi ympäristönsuojelu. Viherryttämistoimista halutaan pakollisia ja viljelijöitä halutaan auttaa pärjäämään paremmin haasteellisissa markkinatilanteissa. Byrokratiaa halutaan vähentää.

Tavoitteiden konkretisoituminen

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia: EU:n taakanjakopäätöksen mukaisesti päästökaupan ulkopuolisten toimialojen, joihin maatalous kuuluu (mm. lämmittäminen, liikenne, jätehuolto), päästöjen tulisi pienentyä 16 % vuoden 2005 päästötasosta vuoteen 2020 mennessä. Suomen tavoitteena on vähentää kokonaispäästöjä vähintään 20 % vuoteen 1990 verrattuna. Maataloustuotannosta aiheutuvia päästöjä tulisi vähentää vuoteen 2020 mennessä 13 % vuoden 2005 tasosta.

CAP2020: Suoran tulotuen oikeudenmukaisempi jako. Suorien tukien pakollinen viherryttäminen. Tuki aktiivisille maataloustuottajille. Tuloshakuinen maaseudun kehittämisselitys. Byrokratian vähentäminen.

Toteutuksen keinot

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia: Ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi olisi tarkoituksenmukaista lisätä monivuotisten nurmien määrää erityisesti eloperäisillä mailla sekä huolehtia hyvin kotieläintilan lannan käsittelystä. Nykyisen peltoalan säilyttäminen hyvässä kunnossa, peltojen perusparannuksista huolehtiminen ja hyvät viljelytavat.

CAP2020: Suorien tukien yhdenmukaistaminen eri jäsenvaltioiden välillä. Tulevaisuudessa 30 % suorista tuista sidotaan ympäristön kannalta kestävien, täydentävien ympäristöehtojen pidemmälle menevien käytäntöjen noudattamiseen. Maaseudun kehittämisselityksen ja EU:n muiden aluekehitysvarojen välisten synergioiden maksimoimiseksi Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto sisällytetään komission ja kunkin jäsenvaltion välillä tehtävään kumppanuussopimukseen. Kyseiset sopimukset kytketään Eurooppa 2020 -strategian ja kansallisten uudistusohjelmien tavoitteisiin. Sopimukseen sisältyy yhtenäistetty aluekehitysstrategia, jota tuetaan kaikista asiaankuuluvista EU:n rakennerahastoista, myös maaseuturahastosta. Lisäksi niihin sisältyy sovittuihin indikaattoreihin perustuvia tavoitteita, strategisia investointeja ja tiettyjä ehtoja. Tukijärjestelmää yksinkertaistamalla voidaan vähentää jäsenvaltioiden ja viljelijöiden hallinnollista rasitusta ilman, että sillä on vaikutusta EU:n talousarvioon.

Tiukka hillintä – skenaarion tarkempi kuvaus

Yleistä

Ilmastonmuutoksen hillintätoimet siirtyvät politiikan keskiöön ja muutoshalukkuus on suurta. Keinovalikoima on runsas, mutta fokusoitunut. Kehityksen pääasiallisena ajurina toimii EU:n ilmastopoliittika ja teknologiaa halutaan kehittää päästöjen hillinnän näkökulmasta. Yhteiskunnan taloudellinen tuki on lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä nykypäätöksiä suurempaa.

Kasvihuonekaasupäästöjen voimakkaat rajoitustoimet heikentävät yleisesti talouskasvua ja erityisesti maataloudessa kotieläintuotannon toimintaedellytyksiä. Maaseudun merkitys uusiutuvan energian tuottajana korostuu. Ilmastonmuutoksen hillitsemis- ja sopeuttamiskeinot nostavat energian hintaa. EU:ssa siirrytään kohti kansallisen tason tukia, joissa ohjaavana jakokriteerinä ovat mitattavat, ohjeelliset ilmastovaikutukset. Suomessa näkyy muiden länsimaiden tapaan osittain pakon sanelema kulutustrendi kohti ekologisempaa ruokavaliota, jota ohjataan veroluonteisesti.

Tavoitteiden konkretisoituminen

Eloperäisten maiden raivauskielto pelloksi astuu voimaan. Eloperäisiä maita oli vuonna 2009 peltona 330 000ha, josta 44 % oli nurmiviljelyssä. Maatilat joilla on eloperäisiä maita, tulee laittaa ne 80 %:sti monivuotisille nurmille, vuodesta 2021 eteenpäin, uuden EU:n yhteisen maatalouspolitiikan ohjelmakauden alkaessa. Samaan aikaan toteutetaan laaja, maakunnallinen tilusjärjestelyohjelma. Maatilakokoluokan biokaasulaitokset lisääntyvät, ja vuonna 2030 niitä on kymmenkertainen määrä vuoden 2013 tasosta.

Toteutuksen keinot

Ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi olisi tarkoituksenmukaista rajoittaa eloperäisten maiden alan kasvua pellon raivauskiellon sekä pellon hankinnan ja tilusjärjestelyiden ohjauksen avulla. Tilat, joilla on eloperäisiä maita, veloitetaan laittamaan ne pääsääntöisesti monivuotisille nurmille. Kotieläintilojen tulee tarkentaa ja muuttaa ruokintaa. Lannankäsittelystä tulee huolehtia hyvin. Maatilakokoluokan biokaasutuotanto laajenee kohdennetumman investointituen ansiosta.

Energia ruoan ohelle – skenaarion tarkempi kuvaus**Yleistä**

Energian tuottaminen ruoan ohella siirtyy politiikan keskiöön ja muutoshalukkuus on hyvin voimakasta. Keinovalikoima on runsas, mutta laajasti kohdennettu. Kehityksen pääasiallisena ajurina toimii monipuolinen yrittäjyys ja teknologiaa halutaan kehittää uusiutuvan energian näkökulmasta. Teknologian kehitystä halutaan tukea taloudellisesti yhteiskunnan tasolta selvästi nykyistä enemmän lyhyellä tähtäimellä, jotta teknologia edullistuisi. Edullisemmän teknologian myötä yhteiskunnan taloudellisen tuen tarve vähenee pidemmällä tähtäimellä.

Uusiutuvaan energiaan ja biomateriaalien kestävään kiertoon liittyvän tekniikan kehittyminen mahdollistaa ilmastonmuutoksen vaikutusten hallintaa ja hillintätoimenpiteitä. EU:n ilmasto-, energia- ja ympäristöpolitiikka toimii läpäisyperiaatteella kaikessa maataloutta ja maaseutua koskevassa päätöksenteossa. Arvoina korostuvat ympäristötietoisuus, kierrätettävyys, uusiutuvien ja lähellä tuotetun energian tuoma riippumattomuus, energian säästäminen ja negatiivisten ympäristövaikutusten minimoiminen. Vihreän talouden arvostus on korostunut.

Tavoitteiden konkretisoituminen

Uusiutuvan energian kasvu energiantuotannossa on 9,5 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (osuus Suomen energiankulutuksesta olisi 38 %). Kesannolla olevaa maata valjastetaan muun maa-alan kanssa yhteensä 400 000ha peltopohjaiseen biomassatuotantoon (esim. ruokohelpi, maissi, huonolaatuinen vilja, nurmi, korjuutähteet). Lisäksi toisen sukupolven biopolttoaineraaka-aineeksi valjastetaan lisämaata niukkakasvuisista ja karuista maa-aloista. Maatilakokoluokan biokaasulaitokset sekä maatilojen yhteiset laitokset yleistyvät. Maatilarakennuksia valjastetaan hybridijärjestelmillä lämmön- ja sähköntuotantoa varten (lämpöpumput + aurinko + biomassa(puu)pohjainen jne. ratkaisut). Maatilojen konekantaa valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Toteutuksen ohjaukeinot

Bioenergiatuki kytketään päästökaupan hintatasoon. Peltomaan- ja metsänomistajille tarjotaan hiilensidontakorvauksia. Biokaasutukseen, eloperäisillä mailla, kasvatettua monivuotista nurmea varten muodostetaan tuki. Pientuottajien uusiutuvaan energiaan perustuva sähköntuotanto laitetaan ostovelvoitteen piiriin ja ylijäämänsähkö nettolaskutukselle. Samalla pientuottajilla on mahdollisuus saada sähkön syöttötariffi uusiutuvaan energiaan perustuvasta sähköntuotannosta. Investointitukea nostetaan biokaasu-, aurinko-, tuuli-, vesi- ja maalämpöinvestoinneissa. Biopohjaisten polttoaineiden kysynnän vahvistumiseksi luodaan esimerkiksi biopolttoaineiden alv-huojennus. Uusiutuvan energian kasvuyrityksille tarjotaan verohuojennuksia pääomasijoituksille. Näillä toimilla halutaan nostaa energiaomavaraisuutta.

Liite 2. Ensimmäisen kierroksen kyselylomakkeen esittely

Haastattelut aloitettiin skenaariotarinoista ja asiantuntijoiden kanssa käytiin läpi tarkemmin liitteessä 1 kuvattuja skenaarioita.

Tämän jälkeen siirryttiin seuraavaan teemaan 2, ohjauskeinot. Asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa seitsemän ulottuvuuden kautta eri ohjauskeinoihin. Alla olevassa esimerkissä on esitetty neljä ulottuvuutta.

Ohjauskeinojen vaikuttavuus

1. Tässä osiossa tarkastellaan hillintäkeinojen vaihtoehtoja Suomessa.

Päästölähteiden päähillintäkohteita on kolme:

1) Eläin- ja viljatuotanto sekä lannankäsittely	2) Maaperän N2O (dityppioksidi) päästöt	3) Maankäyttö (60% maatalouden päästöistä)
Ruokinnan muutokset	Typpilannoituksen tarkentaminen	Eloperäisten* viljelyalojen vähentäminen
Eläinten eliniän pidentäminen	Täsmäviljely	Eloperäisten* maiden raivauskielto
Lannankäsittely ilman lisäpeltoa	Talviaikainen kasvipeitteisyys	Eloperäisille* maille monivuotiset nurmet täydennyskylvöllä
Biokaasutus		Monivuotisten nurmien lisääminen biokaasutukseen
Lihankulutuksen vähentäminen		Nurmien viljelyn keskittyminen kivennäismaille
		Kivennäismaiden hiilinielujen lisääminen
		Tilusjärjestelmien ohjaus
		Pohjaveden pinnan nosto

2. Pyydämme teitä arvioimaan aluksi oman asiantuntijuutenne pohjalta yllä olevien hillintätoimenpiteiden kehitystä seuraavien 20 vuoden aikana. Tämän jälkeen esittelemme muutaman hillintäkeino, joiden toimeenpanosta aiheutuvia kustannuksia ja hyötyjä on laskettu maatilatasolla. Arvioikaa oman näkemyksenne perusteella näiden hillintätoimenpiteiden kehitystä seuraavien 20 vuoden aikana kustakin toimenpiteestä.
3. Rastittakaa mielipidettänne vastaava käsitys.

1) Eläin- ja viljatuotanto sekä lannankäsittely																												
Keinon käytön....	Todennäköisyys							Toivottavuus (oma mielipide)							Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys							Hyväksyttävyyys tilatasolla						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Hillintäkeino																												
Ruokinnan muutokset	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eläinten eliniän pidentäminen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lannankäsittely ilman lisäpeltoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Biokaasutus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lihankulutuksen vähentäminen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pieni	...		Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri												
Vapaa sana	Voit kirjoittaa alla olevaan tilaan tai haastattelija voi kirjata kuvaamanne näkemykset haastattelutilanteessa.																											

Tämän jälkeen asiantuntijoiden näkemyksiä yhdeksän ulottuvuuden kautta tiedusteltiin neljään tarkennettuun ohiauskeinoon. Alla on esimerkki sekä muiden tarkennettuihin ohiauskeinoihin

4) Lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnan avulla

Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä 27 % aiheutui kotieläinten - lähinnä märehäntien - ruoansulatuksesta vuonna 2011 hiilidioksidiekvivalentteina tarkasteltuna. Metaanintuotannon määrä on melko vakio kun se suhteutetaan eläimien syömään rehumäärään ja tuotoksiin. Rasvan lisäämisen ruokintaan on havaittu vaikuttavan tuotetun metaanin määrään. Simulointien perusteella lypsylehmille annettu puolen kilon rasvalisä rypsiöljyllä alentaa metaanipäästöjä 8 %. Tätä suurempi rasvalisä laskee tuotosvastetta. Kun karkearehuruokinta pidetään vakiona, lypsylehmien väkirehukustannukset kasvaisivat 15 % vuosien 2009–2012 hinnoilla tarkasteltuna. Näin ollen 160 lehmän tilakokonaisuudessa yhden hiilidioksidiekvivalenttitonnin vähentämisen kustannus olisi 43 €/t CO₂ ekv/v.

Keinon käytön...	Todennäköisyys							Toivottavuus (oma mielipide)							Yhteiskunnallinen hyväksyttävyys							Hyväksyttävyys tilatasolla						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Hillintäkeino																												
Rasvaruokinta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pieni		...				Suuri	Pieni		...			Suuri	Pieni		...			Suuri	Pieni		...			Suuri			
Keinon käytön...	Käyttönoton* laajuus							Tehokkuus päästöjen vähentämiseksi							Tärkeys													
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7							
Hillintäkeino																												
Rasvaruokinta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
	Pieni		...				Suuri	Pieni		...			Suuri	Pieni		...			Suuri									

* 4=nykytila, 1=vähenee nykytilasta erittäin paljon, 7=lisääntyy nykytilasta erittäin paljon

Vapaa sana Voit kirjoittaa alla olevaan tilaan tai haastattelija voi kirjata kuvaamanne näkemykset haastattelutilanteessa.

5) Nautatilojen eloperäisten maiden nurmiviljely

Nurmipeitteisyys vähentää eloperäisten maiden khk-päästöjä. Eloperäisiä maita oli Suomessa vuonna 2009 noin 330 000 ha, josta nurmella oli 44 % ja viljalla 56 %. Nautakarjataloutta harjoittavilla tiloilla eloperäisiä peltoja oli 114 000 ha, joista viljanviljelyssä oli 33 000 ha. Jos nautatilat tuottaisivat eloperäisillä mailla vain nurmea, vähenisivät päästöt laskennallisesti 33 000 ha = 123 783 t CO₂ ekv/v. Hiilidioksidipäästöjen osalta vähennys on 33 000 ha = 193 600 t CO₂. Yhteensä nämä päästövähennykset vastaisivat 2,5 % osuutta maatalouden päästöistä maatalous- ja maankäyttösektoreilla.

Nauttiloille toimenpiteen kustannuksia muodostuu eloperäisten maiden jatkuvan nurmen täydennyskylvöstä ja kasvinsuojelusta. Menetetty vilja-ala joudutaan korvaamaan ostoviljalla tai mahdollisuuksien salliessa siirtämällä viljelyä tilojen omille kivennäismaille. Tällöin kustannuksia voi muodostua tilalle kivennäismaiden sijainnista riippuen myös logistiikan kautta.

6) Rehuviljan säilöntä kuivaamatta

1000 kg:sta puintikosteudeltaan 23 % viljaa poistetaan kuivauksessa 14 %:n kosteuteen 88,6 kg vettä. Viljatonnin kuivaaminen kuluttaa noin 12 kiloa polttoöljyä. Vuonna 2012 rehuviljaa viljeltiin 786 000 hehtaarilla. Rehuviljojen sato oli noin 2,7 miljardia kiloa. Tästä noin 1,6 miljardia kiloa käytettiin tiloilla suoraan rehuksi. Rehuvilja voidaan varastoida myös kuivaamatta esimerkiksi ilmatiiviin säilönnän avulla. Jos naudoille (568,3 milj. kg) ja sioille (938,7 milj. kg) vuonna 2012 käytetty rehu olisi säilötty kuivaamatta, kuivauksen polttoöljyä olisi saatu säästettyä karkeasti laskettuna 18 miljoonaa kiloa, joka on 21,2 miljoonaa litraa. Polttoaineen käytön väheneminen alentaisi merkittävästi myös khk-päästöjä.

7) Sukupuolilajitellun siemenen käytön edistäminen

Siirtyminen lypsykarjan siemennyksissä sukupuolilajiteltuun siemeneen ja liharoturisteytyksiin huonommilla lehmillä nopeuttaisi lihaksi kasvatettavien eläinten kasvua, koska maitolihasonnit saavuttavat teuraspainon 5 päivää puhtaita maitorotuisia aiemmin ja teuraspaino 30 - 50 kg korkeampi; lisäksi lihakuus on parempi kuin puhtailla sonneilla. Samalla hyvillä lypsylehmille saataisiin enemmän lehmävasikoita jolloin jalostus nopeutuisi. Tällä hetkellä sukupuolilajitellun siemenen käyttö on tilalle hieman kalliimpaa ja käyttöön liittyy vielä uuden teknologian epävarmuuksia.

Tämän jälkeen siirryttiin kyselyn viimeiseen teemaan, maatalojen energiatalous. Alla on esitetty teemaan liittyvä alustus sekä esimerkit kyselystä.

Maatalojen energiatalous tulevaisuudessa

Tässä osiossa tarkastellaan maatalojen potentiaalisia energiankäyttövaihtoehtoja Suomessa.

Maatalojen energialähteet ovat viime vuosikymmeninä perustuneet vahvasti tilan ulkopuolelta ostettuun öljyyn ja sähköön.

Euroopan unioni katsoo biopolttoaineiden kehittymisen edistämisen mahdollisuutena reagoida ilmastonmuutoksen uhkiin ja keinona edistää maataloutta, maaseudun kehittymistä sekä vähentää riippuvuutta öljystä.

Tässä osiossa pyydämme teitä visioimaan maatalojen energihuollon tulevaisuutta vuoteen 2030 asti.

Mitkä energiamuodot kasvattavat suosiotaan ja mitkä puolestaan ovat taantumassa?

Säilyykö tilanne nykyisellään, kasvaako maataloista energiaomavaraisia tai tuleeko maataloista tulevaisuudessa jopa energiantuottajia?

Arvioikaa oman näkemyksenne perusteella alla olevien energialähteiden käytön kehitystä maataloudessa seuraavien 20 vuoden aikana.

Rastittakaa mielipidettänne vastaava käsitys.

Toivomme teidän nostavan esiin myös ns. villedä kortteja, joiden kehitykselle ei välttämättä vielä löydy perusteita, mutta jotka näkemyksenne mukaan voivat toteutuessaan mukaan voivat toteutuessaan muokata kovastikin maatalouden toimintaympäristön kehitystä.

1) Maatalojen itsensä käyttämän energian lähteet tulevaisuudessa																												
Kyseisen energiamuodon käytön....	Todennäköisyys							Toivottavuus							Yhteiskunnallinen							Hyväksyttävyyys						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Energiamuoto																												

Öljy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maakaasu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bulkkisähkö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biokaasu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aurinkoenergia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuulivoima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vesivoima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttopuu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nestemäiset biopolttoaineet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu poltettava biomassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni	...	Suuri	Pieni
Vapaa sana (perusteluja, pohdintaa ja villoja kortteja)			Haastattelijalla voi kirjata kuvaamansa näkemykset haastattelutilanteessa.																												

2) Maatilojen energiankäytön omavaraisuus tulevaisuudessa														
Millainen on...	Todennäköinen							Toivottava tulevaisuus						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Energiamuoto														
Biokaasu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aurinkosähkö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aurinkolämpö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lämpöpumput	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuulivoima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vesivoima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polttopuu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nestemäiset biopolttoaineet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu poltettava biomassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Ostaa Paljon ...			Myy paljon				Ostaa Paljon ...			Myy paljon			

Lopuksi vastaajalta tiedusteltiin häntä itseään koskevia taustatietoja.

Taustatietoja

- Sukupuoli (1= Mies, 2= Nainen)
- Syntymävuosi [Tilaa vastaukselle]
- Asuinalue (1= Pääkaupunkiseutu, 2= Muu kaupunkialue, 3= Taajama-alue, 4= Maaseutu)
- Koulutustausta/ Osaamisalue (1= Maatalous, 2= Uusiutuva energia, 3= Ilmasto, 4= Talous, 5= Teknologia, 6=Yhteiskunta, 7= Luonnontieteellinen)
- Tutkinto (1= Opistoaste tai ammattikoulu, 2= Ammattikorkeakoulu, 3= Yliopisto, 4= Lisensiaatin tai tohtorin tutkinto, 5= Muu, mikä [Tilaa vastaukselle])
- Olen ollut työelämässä (1= 1-5 vuotta, 2= 5-15 vuotta, 3= 15-25 vuotta, 4= yli 25 vuotta)
- Työtehtäväni koskevat pääsääntöisesti (1= Paikallista, 2= Alueellista, 3= Kansallista, 4= Kansainvälistä tasoa)

8. Työni ja asiantuntemukseni mukaan katson kuuluvani seuraavaan/ seuraaviin asiantuntijaryhmiin (1= T&K&I, 2= Maatilallinen, 3= Hallinto, 4= Kansalaisjärjestö, 5= Etujärjestö, 6= Neuvonta, 7= Teollisuus, 8= Media, 9= Kauppa)
9. Osallistun maataloutta ja maaseutua koskevaan työhön (päätöksentekoon, valmistelutyöhön, informointiin, kehitykseen tai tutkimukseen) (1= Päivittäin, 2= Viikottain, 3= Kuukausittain, 4= Kerran vuodessa, 5= En osallistu)
10. Ydinosaamisalueeni vapaamuotoisesti arvioituna: [Tilaa vastaukselle]
11. Kyselyyn vastaaminen oli mielestäni (1= Erittäin helppoa, 2= Melko helppoa, 3= Melko vaikeaa, 4= Erittäin vaikeaa)

Liite 3. Toisen kierroksen kyselylomakkeen esittely

Hyvä asiantuntija!

Vastasitte viime kesänä maatalouden ohjauskeinoihin liittyvään haastattelukyselyyn. Pyydämme teitä vastaamaan kesän haastattelukyselyn tuloksista johdettuun toisen kierroksen kyselyyn, jossa tarkennamme ensimmäisen kierroksen vastauksia.

Maatalouden kasvihuonekaasujen päästöt jaotellaan kolmeen osaan:

1. Maataloussektorin tuottamat päästöt: metaani ja dityppioksidi +5,9 milj. tn. CO₂-ekv.
2. Maankäyttösektorin (LULUCF) tuottamat päästöt: hiilidioksidi +6,8 milj. tn. CO₂-ekv.
3. Maatalouden energiankäyttö +1,5 milj. tn. CO₂-ekv

Yhteensä kaikki maatalousperäiset päästöt ovat noin 20 % Suomen kokonaispäästöistä. Tämä kysely koskee kaikkia maatalousperäisiä päästöjä.

Aluksi tiedustelemme näkemyksiänne maatalojen energian käytöstä ja liiketoiminnasta. Maatalojen energiankäytöllä tarkoitamme tässä niitä energiamuotoja, joita tila itse käyttää. Maatalojen energia-liiketoiminnalla tarkoitamme niitä energiamuotoja, joita maatila tuottaa myyntiin ja /tai ostaa tilalla käytettäväksi.

Tämän jälkeen esitetään kysymyksiä ohjauskeinoista seuraavassa järjestyksessä:

1. Lannankäsittely ilman lisäpeltoa
2. Biokaasutus
3. Talviaikainen kasvipeitteisyys
4. Typpilannoituksen tarkentaminen
5. Täsmäviljely
6. Lihankulutuksen vähentäminen
7. Eloperäisten maiden raivauskielto
8. Lypsykarjan metaanipäästöjen vähentäminen rasvaruokinnan avulla
9. Nautatilojen eloperäisten maiden nurmiviljely
10. Rehuviljan säilöntä kuivaamatta

Ohje: Kunkin ohjauskeinoon kysymykset ovat omilla sivuillaan. Toivomme, että otatte kantaa mahdollisimman moneen ohjauskeinoon asiantuntemuksenne perusteella. Jos haluatte palata muokkaamaan aiempia vastauksianne, voitte liikkua eteen- ja taaksepäin sivujen alalaidassa olevilla *Edellinen-* ja *Seuraava-* painikkeilla. Muistattehan lopuksi painaa viimeisellä sivulla olevaa *lähettä-* painiketta.

Aluksi oli esitetty lyhyt tiivistelmä ensimmäisen kierroksen tuloksista kysymyskohtaisesti. Tämän jälkeen asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan uudelleen eri energianlähteiden toivottavuus ja todennäköisyys pohjautuen ensimmäisen kierroksen tuloksiin, jotka esitettiin graafisessa muodossa keskiarvona ja keskihajontana. Lopuksi asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa ensimmäisellä kierroksella esitettyihin ratkaisuihin, joilla voitaisiin tulevaisuudessa pienentää maatalojen käyttämän energian hiilijalanjälkeä ja lisätä maatalojen energialiiketoimintaa.

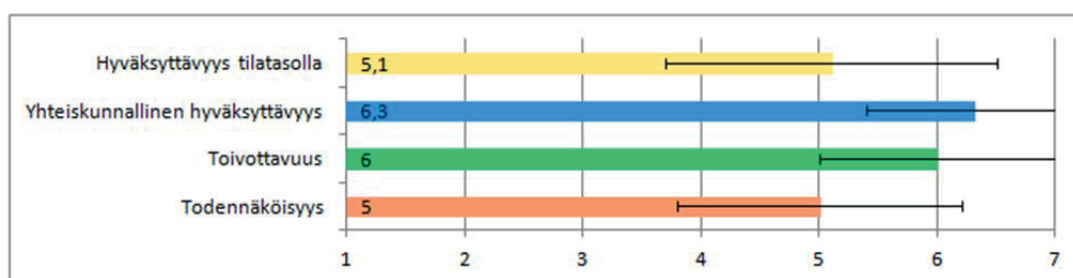
Tämän jälkeen asiantuntijoita pyydettiin tarkastelemaan ohjauskeinokohtaisia kysymyksiä seuraavasti: 1) vastaajan mielipide edellisellä kierroksella esitettyihin argumentteihin (6 kpl), 2) edellisen kierroksen numeeristen tulosten uudelleenarviointi ja 3) asiantuntijoita pyydettiin ottamaan kantaa ensimmäisellä kierroksella esitettyihin ratkaisukeinoihin, joilla voitaisiin edistää ohjauskeinoon käyttöönottoa. Asiantuntijoilla oli lisäksi mahdollisuus täydentää vastauksiansa avoimeen tekstikenttään.

OHJAUSKEINO 1. Lannankäsittely ilman lisäpeltoa

1. Arvioikaa seuraavia asiantuntijoiden esittämiä vastausargumentteja liittyen lannankäsittelyyn ilman lisäpeltoa

-3= vahvasti eri mieltä... 0= ei samaa eikä eri mieltä... +3= vahvasti samaa mieltä, EOS= en osaa sanoa							
Lannankäsittelylle on suuri tarve logistisesti.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS
Tilatasolla aiheuttaa kustannuksia, jotka eivät välttämättä ole kustannustehokkaita.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS
Prosessi itsessään ei poista ravinteita, jolloin tarvitaan silti lisäpeltoa.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS
Pelto on paras sijoituspaikka lannalle.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS
Tekniikan toimintavarmuus aiheuttaa pelkoa.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS
Lantaongelma on aikaongelma tuotannon kautta.	-3	-2	-1	0	1	2	3 EOS

Ensimmäisen kierroksen vastaukset lannankäsittelyyn ilman lisäpeltoa asteikolla 1-7; keskiarvo (keskihajonta)



2. Arvioikaa nyt näkemyksenne uudelleen pohjautuen yllä oleviin argumentteihin ja ensimmäisen kierroksen tuloksiin
- a. Kuinka hyväksyttävänä pidätte keinoon käyttöönottoa?
1= pienenä/vähäisenä ... 7= suurena/ laajana EOS = en osaa sanoa
- | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Hyväksyttävyyys tilatasolla | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | EOS |
| Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | EOS |
- b. Kuinka toivottavana pidätte ohjauskeinoon käyttöönottoa?
1= ei toivottava ... 7= erittäin toivottavana, EOS = en osaa sanoa
- | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Keinoon käyttöönoton toivottavuus (oma mielipide) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | EOS |
| Keinoon käyttöönoton todennäköisyys | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | EOS |

Kuinka toimenpide tulisi houkuttelevammaksi

Ensimmäisellä kierroksella nousi esiin erilaisia näkemyksiä ratkaisuihin, joilla voitaisiin edistää *lannankäsittelyä ilman lisäpeltoa* – ohjauskeinoon käyttöönottoa tulevaisuudessa.

Ottakaa seuraavaksi kantaa näihin esiin nousseisiin ratkaisuihin.

-3= vahvasti eri mieltä... 0= ei samaa eikä eri mieltä... +3= vahvasti samaa mieltä, EOS= en osaa sanoa

Kasvinviljely- ja kotieläintilojen välisen yhteistyön tulisi lisääntyä.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Tarpeeksi korkea tukitaso keinon käyttöönotolle lisäisi tilatason hyväksyttävyyttä.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Otetaan käyttöön päästökaupan tapainen systeemi maataloudessa, jolloin tilallinen itse päättää miten vähentää päästöjä tilan sisällä.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Lannankäsittelyn teknologiseen kehitykseen tulee edelleen panostaa.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Urakointipalveluiden käyttöönotto lannankäsittelyssä vähentää tilan työtaakkaa ja kustannuksia.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Kehittyneiden teknologioiden käyttöönotto, joilla nestefraktio saadaan tehokkaasti eroteltua ja kuivafraktio voidaan hyödyntää joko laajemmalla alueella tai muussa kuin maataloustuotannossa.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
EU näkee lannankäsittelyn ja levittämisen punaisena vaatteena. Siksi on tärkeitä että politiikka ja säädökset kehittyvät lannankäsittelyä kannustavaan suuntaan.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Kehittyneitä teknologioita hyödyntäen voidaan lannasta erottaa fosfori ja typpi, joita voitaisiin kaupata eteenpäin.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Lannan pelletointi mahdollistaa sen helpomman kuljetuksen.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS
Lannankäsittelytekniikan tulee olla mahdollisimman yksinkertainen toiminnaltaan, jotta sen vikaherkkyys pienenee.	-3 -2 -1 0 1 2 3 EOS

Puuttuuko listasta mielestäsi jotain olennaista; vapaa sana



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000