



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 40/2019

Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot

Sari Luostarinen, Elina Tampio, Olli Niskanen, Kauko Koikkalainen,
Jussi Kauppila, Helena Valve, Tapio Salo & Kari Ylivainio

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019

Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot

Sari Luostarinen, Elina Tampio, Olli Niskanen, Kauko Koikkalainen, Jussi Kauppila,
Helena Valve, Tapio Salo & Kari Ylivainio

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2019



Viittausohje:

Luostarinen, S., Tampio, E., Niskanen, O., Koikkalainen, K., Kauppila, J., Valve, H., Salo, T. & Ylivainio, K. 2019. Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 75 s.

Sari Luostarinen, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-0800-1652>



ISBN 978-952-326-776-3 (Painettu)

ISBN 978-952-326-777-0 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-777-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Sari Luostarinen, Elina Tampio, Olli Niskanen, Kauko Koikkalainen, Jussi Kauppila, Helena Valve, Tapio Salo, Kari Ylivainio

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019

Kannen kuva: Sari Luostarinen, Luke

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Sari Luostarinen¹, Elina Tampio¹, Olli Niskanen¹, Kauko Koikkalainen¹, Jussi Kauppila², Helena Valve², Tapio Salo¹, Kari Ylivainio¹

¹Luonnonvarakeskus Luke

²Suomen ympäristökeskus SYKE

Suomen kotieläintuotanto ja sen myötä kotieläinten lanta on voimakkaasti alueellisesti keskittynyttä. Lanta hyödynnetään nykyisellään lannoitteena pääasiassa niillä tiloilla, joilla se on muodostunut. Kotieläintuotannon keskittymissä lantaa kuitenkin muodostuu liikaa alueiden kasvintuotannon fosforilannoituksen tarpeeseen nähden. Jatkuva, runsas lannalla lannoittaminen pitää yllä korkeita pelto- maan fosforilukuja, mikä taas lisää ravinteiden huuhtoutumisen riskiä vesistöihin.

Osa lannasta ravinteineen tulee saada siirrettyä ylijäämäalueilta sinne, missä fosforilannoitusta tarvitaan. Muutoksen aikaansaamiseksi lantaa täytyy prosessoida, jotta lannan ravinteet saadaan eroteltua väkevöidyiksi ja helposti kuljetettaviksi kierrätyslannoitevalmisteiksi.

Kun lanta prosessoidaan biokaasulaitoksessa, muodostuu biokaasua ja mädätettä, jotka voidaan jalostaa liikennebiokaasuksi ja kierrätyslannoitevalmisteiksi.

Ravinteiden kierrättämisen ja liikenteen uusiutuvien polttoaineiden tavoitteiden saavuttamiseksi lannan prosessointi on toteutettava suuren mittakaavan biokaasulaitoksissa. Tarvittavat jalostusprosessit ovat pienille laitoksille kalliita ja työläitä operoita. Pienet lantamäärät eivät myöskään mahdollista merkittävää kierrätyslannoitevalmisteiden ja liikennebiokaasun tuotantoa, jakelua ja myyntiä.

Nykytilanteessa lantabiokaasun tuotantoa on vaikeaa saada suurissakaan yksiköissä taloudellisesti kannattavaksi. Laitoksen koon kasvattaminen pienentää tuotannon yksikkökustannuksia ja parantaa kannattavuutta, mutta tämä ei yksin ratkaise kannattavuusongelmaa. Keskitetyt lantabiokaasulaitokset tarvitsevat alkuvaiheessa tukea etenkin siksi, että liikennebiokaasun että kierrätyslannoitteiden markkinat ovat vasta kehittymässä. Lannan vastaanotto ei myöskään kerrytä ns. porttimaksuja, joita maksetaan esimerkiksi biojätteen ja teollisten sivuvirtojen käsittelystä, eikä lannan energiantuotto- potentiaali yksin ole kovin korkea.

Tässä selvityksessä esitetään ehdotus lantabiokaasutueksi, joka kohdistuisi tariffina lannasta tuotetun biokaasun osuudelle. Tuen ehtona tulee olla, että laitos jalostaa mädätteen väkevöidyiksi kierrätyslannoitevalmisteeksi ja osoittaa fosforipitoisten massojen päätyvän lannoitekäyttöön pelloilla, joilla fosforille on saatavissa satovastetta. Tuki olisi määräaikainen niin, että se tukee lannan kierrättämisen tehostumista ennen lopputuotteiden markkinoiden vahvistumista.

Lantabiokaasutuen lisäksi suurten biokaasulaitosten investointitukea olisi jatkettava ja se olisi kohdennettava laitoksille, jotka esittävät selkeät kierrätystoimet ravinteiden jalostamiselle ja käytölle. Lisäksi alhaisen kannattavuuden laitosten rahoituksen riskejä jakamaan tarvitaan todennäköisesti vakuusjärjestelyitä. Lisäksi esitetään, että maataloille maksettaisiin korvausta kierrätyslannoitevalmisteiden käytöstä ympäristökorvausjärjestelmän kautta ja näin tuettaisiin uusia toimintatapoja ja niiden käytölle tarpeellisten logistiikan ja levityksen palveluiden rakentumista

Asiasanat: biokaasu, kierrätyslannoitevalmiste, lanta, ravinnekierto

Sisällys

1. Työn tausta	6
2. Lantabiokaasutuen tarve Suomessa	8
2.1. Lannan sijainti ja tarve prosessoinnille	8
2.2. Lannan biokaasupotentiaali	11
2.3. Lantabiokaasutuotannon toteutuksen mittakaava ja kannattavuuden haasteet	14
2.4. Lanta Suomen biokaasulaitoksissa: nykytila	15
3. Lantabiokaasutuki Ruotsissa, Tanskassa ja Norjassa	18
3.1. Ruotsin lantabiokaasutuki.....	18
3.1.1. Tuen tausta	18
3.1.2. Tuen ehdot.....	18
3.1.3. Tuen määrä	19
3.1.4. Biokaasutuoton laskenta.....	20
3.1.5. Kahden ensimmäisen tukikauden (2015–2016) arviointi.....	22
3.2. Tanskan biokaasutuki.....	23
3.3. Norjan lantabiokaasutuki.....	25
3.4. Pohjoismaisten tukien sovellettavuus Suomessa	26
3.4.1. Yhteenveto Pohjoismaisista biokaasutuista.....	26
3.4.2. Lantabiokaasutuen hyväksyttävyyys EU:n valtiontukisääntöjen kannalta	27
4. Esimerkkilaitokset Suomen lantabiokaasutuen arvioimiseksi.....	29
4.1. Esimerkkilaitosten kuvaus.....	29
4.2. Ravinteiden jalostus ja lannoitevalmisteiden tuotanto esimerkkilaitoksissa	33
4.3. Esimerkkilaitosten energiantuotanto	36
5. Lantabiokaasulaitosten kannattavuus ja ehdotus lantabiokaasutueksi.....	39
5.1. Nettonykyarvo kannattavuuden laskentamenetelmänä	39
5.1.1. Investointiavustus ja metaanin tuotannon tuki	40
5.1.2. Laitoksen kierrättämä fosfori ja kierrätyksen tukeminen	42
5.1.3. Herkkyystarkastelu laitokselle 'Sika 70'	43
5.2. Ammoniumsulfaatin markkinaehtoinen hyödyntäminen.....	47
5.3. Biokaasulaitosten rahoituksen haasteet.....	48
5.4. Yhteenveto taloustarkastelusta	49
6. Esimerkkilaskelmat laajamittaisen lantabiokaasutuotannon käyttöönotosta	50
6.1. Biokaasulaitosverkoston vaikutus lantaravinteisiin	50
6.2. Biokaasulaitosverkoston vaikutus liikennebiokaasun tuotantoon	52
6.3. Laitosten lisäyötteet	52
6.4. Biokaasulaitosverkoston tuentarve	53

7. Johtopäätökset.....	56
8. Suositukset.....	59
Liite 1. Biokaasulaitoksen massa- ja energiataseen laskenta	62
Liite 2. Esimerkkilaitoksissa muodostuvat kierrätyslannoitevalmisteet	67
Liite 3. Esimerkkilaitosten investointi- ja käyttökustannusten lähtötiedot.....	68
Liite 4. Esimerkkilaitosten investointikustannus ja energiantuotanto.....	69
Liite 5. Esimerkkilaitoksissa muodostuvat ravinnetuotteiden määrät.....	70
Liite 6. Esimerkkilaitosten kannattavuus	72
Liite 7. Suurten biokaasulaitosten verkoston tarvitsemat lisäsyötemateriaalit	74

1. Työn tausta

Suomen kotieläintuotanto on alueellisesti keskittynyttä merkittävimpien tuotantoalueiden ollessa Varsinais-Suomi, Satakunta, Pohjanmaan maakunnat ja Pohjois-Savo. Myös maakuntien sisällä kotieläintuotannon intensiivisyys vaihtelee. Kotieläin- ja kasvintuotannon eriytyminen on johtanut tilanteeseen, jossa tietyillä alueilla muodostuu lantaperäisiä ravinteita yli kasvien fosforilannoitustarpeen ja lannan lannoitekäyttö ylläpitää alueen peltomaiden korkeita fosforilukuja (Lemola ym. 2018). Koska fosforilannoituksen tarve on tällöin vähäinen, on lannan kestävä hyödyntäminen lannoitteena erityisen haastavaa. Ympäristökuormituksen riskien lisäksi ongelmaksi muodostuu ruuantuotannon alhainen materiaali- ja energiatehokkuus. Suomen lannoissa olevan fosforin on arvioitu riittävän lähes koko Suomen kasvintuotannon fosforitarpeen tyydyttämiseen. Fosforin rajoittaessa lannan lannoitekäyttöä myös sen sisältämän typen ja orgaanisen aineksen tehokas hyödyntäminen kasvintuotannossa hankaloituu.¹

Lannan ravinteiden, orgaanisen aineksen ja energiasisällön tehokas hyödyntäminen edellyttää panostuksia lannan kehittyneeseen prosessointiin. Lannan kuljetettavuuden ja käytettävyyden parantaminen on myös ratkaisevan tärkeää vesien- ja merensuojelun tavoitteiden saavuttamiselle tilanteessa, jossa maataloustuotannon eriytyminen ja keskittymisen ennustetaan jatkuvan edelleen.

Biokaasuteknologiat nousevat olennaiseen rooliin lannan prosessoinnin toteutuksessa, sillä ne mahdollistavat muodostuvan mädätteen jatkojalostamisen väkevydyiksi kierrätyslannoitevalmisteiksi sekä yhtäaikaisen lannan energiasisällön talteenoton biokaasuna. Lisäksi biokaasulaitoksissa voidaan yhteiskäsitellä muitakin soveltuvia biomassoja ja tehostaa biomassojen kiertoa. Vain suurissa laitoksissa on mahdollista jalostaa merkittäviä ravinnemääriä kuljetettavaan muotoon, sillä vaaditut investoinnit ja operoinnin osaaminen ovat merkittävät. Mitä suuremman mittakaavan biokaasulaitos, sitä suuremman määrän ravinteita se laitokseen kokoaa ja siksi sitä tärkeämpää mädäte on jalostaa pitkiäkin matkoja kuljetettaviksi lannoitevalmisteiksi.

Muodostuvaa biokaasua voidaan hyödyntää lämmön tuotannossa, yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa tai liikennebiokaasun tuotannossa. Liikennebiokaasun tuotanto tuottaa eniten lisäarvoa, mutta vaatii merkittäviä investointeja ja osaamista biokaasun puhdistamiseen (mm. hiilidioksidin poisto metaanipitoisuuden nostamiseksi), paineistukseen ja jakeluun. Pienelle kaasumäärälle se ei ole kannattavaa eikä merkittävää liikennebiokaasutuotantoa ei näin ollen voi tavoitella pienen mittakaavan laitoksissa. Liikennebiokaasun tuotannon, jakelun ja käytön lisäämistä kuitenkin tavoitellaan osana liikenteen siirtymää fossiilisista polttoaineista uusiutuviin, ja lannassa on merkittävä, miltei käyttämätön biokaasutuotannon potentiaali.

Lannan metaanintuottopotentiaali ei yksin ole kovin korkea eikä siitä ole saatavissa vastaavia porttimaksuja (vastaanottomaksu) kuin yhdyskuntien ja teollisuuden jäte- ja sivuvirroista. Lisäksi lopputuotteiden, sekä liikennebiokaasun että orgaanista alkuperää olevien kierrätyslannoitevalmisteiden, markkinat ovat vasta kehitymässä. Näin ollen lantapohjaisen biokaasutuotannon kannattavuus jää nykyisissä markkinaolosuhteissa huomattavasti porttimaksuihin nojaavaa tuotantoa alhaisemmaksi. Kannattavuuden saavuttaminen on erityisen haastavaa kotieläintalouden keskittymien biokaasulaitoksille, jotka investoivat paitsi perusbiokaasulaitokseen, myös mädätteen jatkojalostukseen kier-

¹ Kierrätyslannoitteet voivat korvata mineraalilannoitteita, joita valmistetaan kaivannaisfosforista, jonka luotettava saattavuus herättää huolta Euroopan Unionissa. Typpilannoitteiden valmistus on puolestaan hyvin energiantensiivistä. Lisäksi mineraalilannoitteista puuttuu maaperän kunnon ja muun muassa ravinteiden pidätyiskyvyn kannalta oleellinen orgaaninen aines.

rätyslannoitevalmisteiksi sekä biokaasun jalostukseen liikennepolttoaineeksi. Kestävän prosessikokonaisuuden varmistamiseksi kaikki nämä osa-alueet kuitenkin tarvitaan.

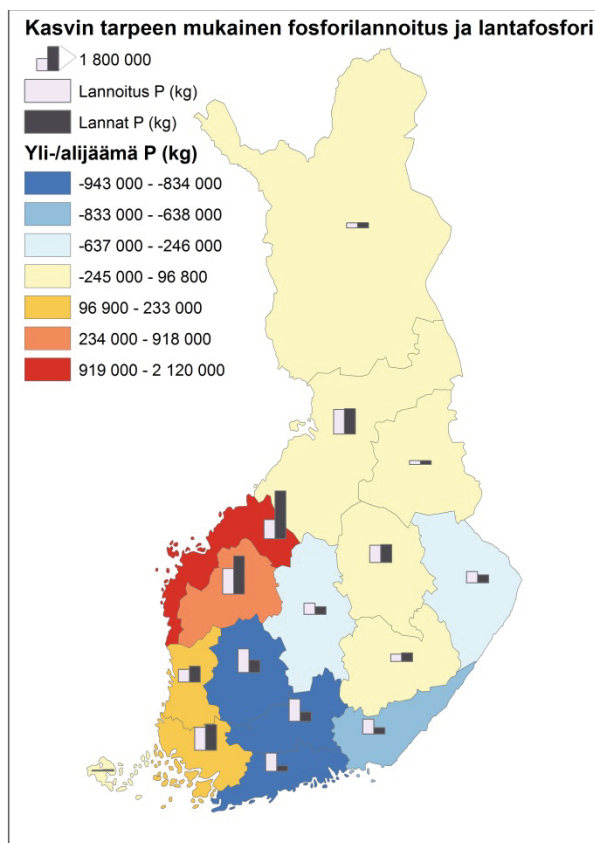
Juha Sipilän hallituksen elokuun 2018 budjettineuvotteluissa tunnistettiin tarve selvittää mahdollisuuksia edistää orgaanisten lannoitevalmisteiden markkinoiden kehittymistä. Selvitys toteutettiin Luonnonvarakeskuksen vetämänä, yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen ja Ruokaviraston kanssa (Luostarinen ym. 2019). Selvityksen yhtenä suosituksena oli selvittää mahdollisuuksia erilliseen lantabiokaasutuotannon tuen käyttöönottoon lannan prosessoinnin ja lantaravinteiden kierrättämisen lisäämiseksi. Jatkumona edelliseen hallituskauteen, Antti Rinteen vuoden 2019 hallitusohjelma lupaa toteuttaa ravinnekierron toimenpidekokonaisuuden, jonka avulla lisätään biokaasun tuotantoa ja kulutusta sekä synnytetään markkinat kierrätyslannoitteille.

Tutkimusten ja selvitysten tulee tukea politiikkatavoitteiden toimeenpanoa. Tässä raportissa tarkastellaan määräaikaisen lantabiokaasutuen toteutusta ja esitellään kustannuslaskelmineen ne tukitoimet, joita tarvitaan lantabiokaasun tuotannon käynnistämiseen ja laitosverkoston rakentamiseen. Selvitys kohdentuu erityisesti suuren mittakaavan laitoksiin, jotka ovat välttämättömät purkamaan ravinneylijäämää kotieläinkestityksissä, tehostamaan kierrätysravinteiden tarjontaa sekä keskittymäalueilla että niiden ulkopuolella ja tuottamaan merkittäviä määriä liikennebiokaasua. Työssä taustoitetaan lantojen muodostumista ja tarvetta alueittain sekä lannan biokaasupotentiaalia suhteessa ravinteisiin ja liikennebiokaasulle esitettyihin tavoitteisiin. Tuen rakentumisesta esitetään ehdotus laskettuna eri mittaluokan biokaasulaitosesimerkeille. Lisäksi esitellään Ruotsin, Tanskan ja Norjan tukimuotoja lantabiokaasun tuotannolle.

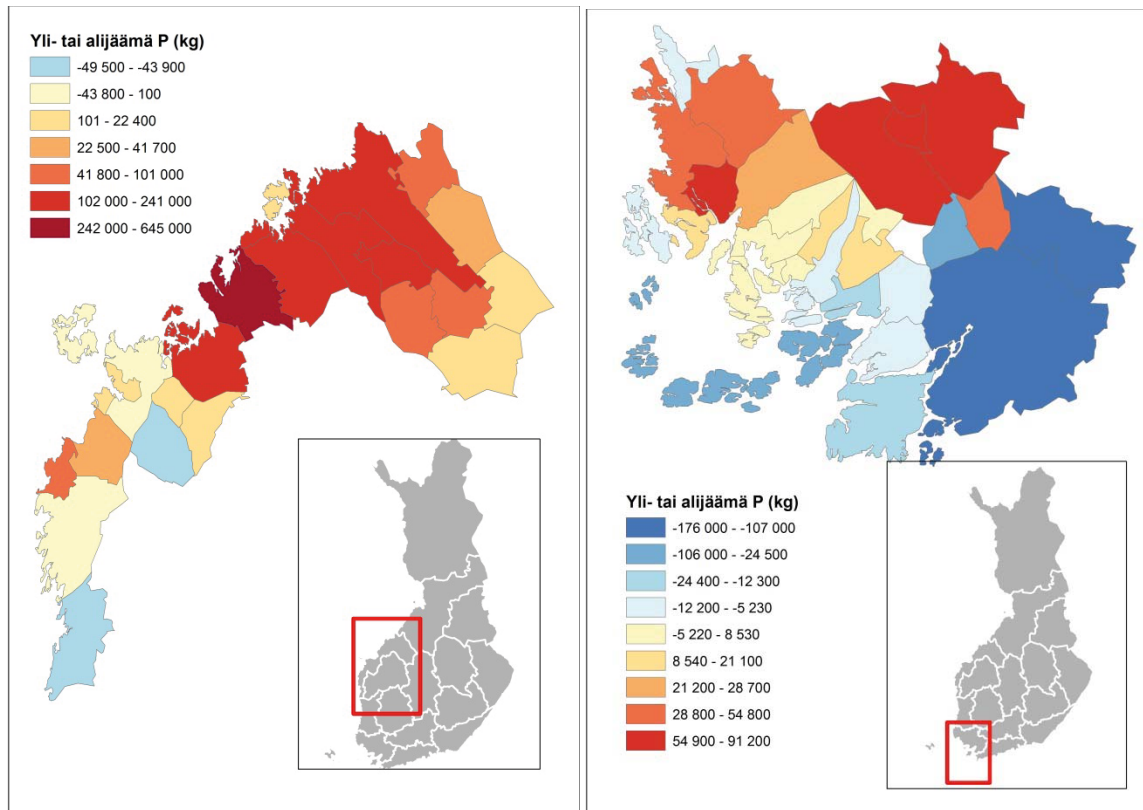
2. Lantabiokaasutuen tarve Suomessa

2.1. Lannan sijainti ja tarve prosessoinnille

Suomen kotieläintuotanto on varsin voimakkaasti eriytynyt kasvintuotannosta ja keskittynyt tietyille alueille pitkin länsirannikkoa ja Pohjois-Savoaa. Lantaa on näillä alueilla paljon ja se hyödynnetään pääasiassa kotieläintiloilla siitä huolimatta, että lannan fosfori riittäisi lähes yksin Suomen kasvintuotannon tarpeisiin (Ylivainio ym. 2014, Marttinen ym. 2017, Luostarinen ym. 2019). Erityisen ylijäämäisiä alueita ovat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueet sekä Varsinais-Suomi, joilla biomassojen (lannat ja yhdyskuntien biomassat) sisältämä vuotuinen fosforimäärä ylittää alueen kasvinviljelyn fosforin tarpeen (Kuva 1). Myös alueiden sisällä lantafosforin määrä ja fosforilannoituksen tarve voivat vaihdella voimakkaasti (Kuva 2) ja fosforin uudelleen jakaminen jo alueen sisällä voi auttaa. Kuitenkin jo tämä uudelleenjako voi vaatia merkittävää lannan kuljettamista ja siksi prosessointia väkevöidyksi kierrätyslannoitevalmisteiksi.

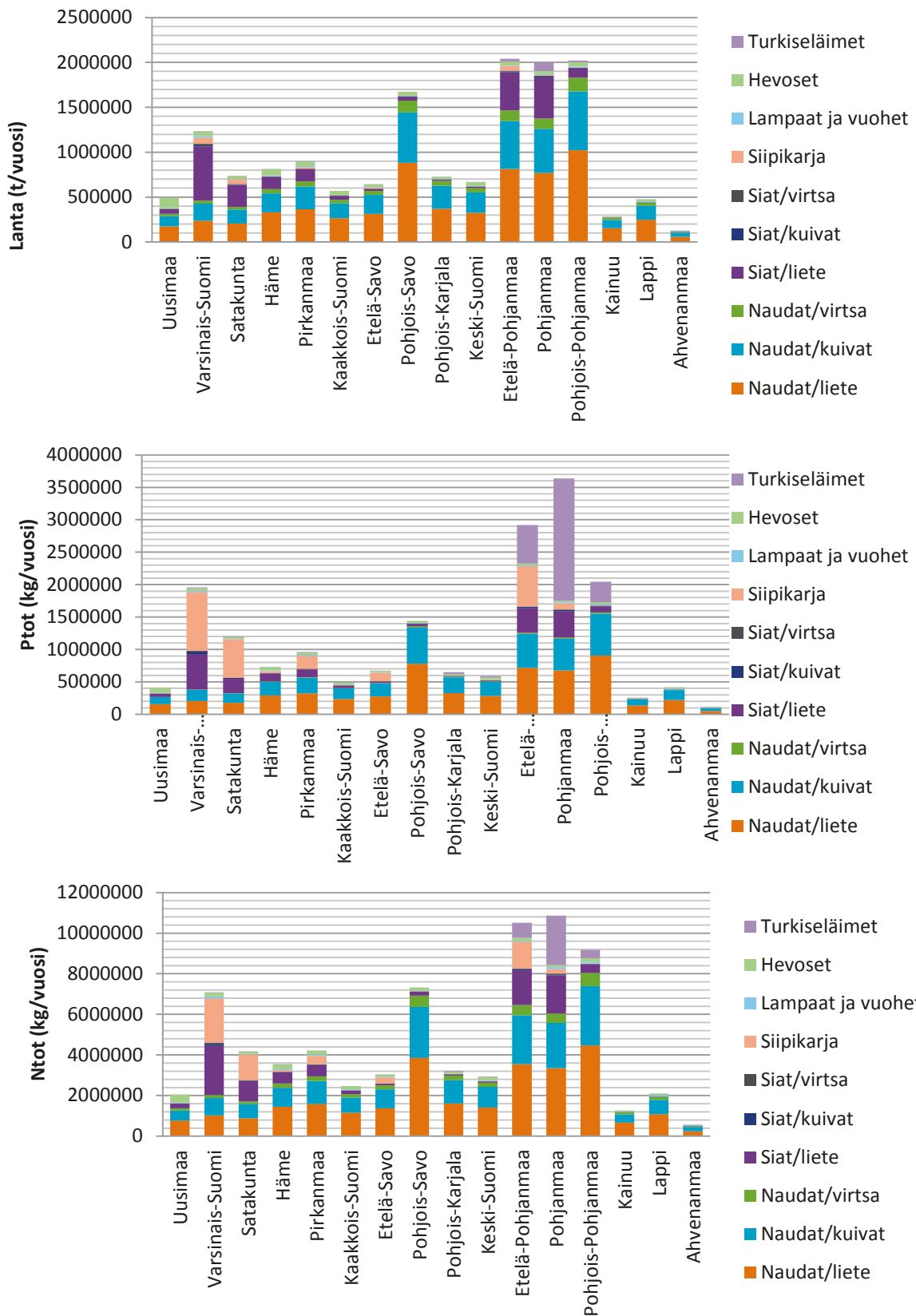


Kuva 1. Lannan sisältämä fosfori (kg) suhteutettuna kasvien tutkitun tarpeen mukaiseen fosforilannoitukseen ja sen yli- ja alijäämä ELY-alueittain (Luke & SYKE: Ravinnelaskuri; Kunta- ja ELY-rajat © Maanmittauslaitos 2017). Laskennassa on huomioitu peltomaan ominaisuudet ja pinta-ala, viljeltävät kasvit, sekä alueella muodostuvan lannan fosforisisältö (Suomen normilanta -järjestelmän tiedot laskettuna eläinsuojan jälkeen ja yhdistettynä eläintilastoihin, Ruokavirasto 2017, Suomen Hippos 2016, STKL 2016).



Kuva 2. Pohjanmaan (vas.) ja Varsinais-Suomen (oik.) ELY-alueiden lantafosforin yli- tai alijäämä kunnittain. (Luke & SYKE: Ravinlaskuri; Kunta- ja ELY-rajat © Maanmittauslaitos 2017). Laskennassa on huomioitu pelto-ominaisuudet ja pinta-ala, viljeltävät kasvit, sekä alueella muodostuvan lannan fosforisisältö (Suomen normilanta -järjestelmän tiedot laskettuna eläinsuojan jälkeen ja yhdistettynä eläintilastoihin, Ruokavirasto 2017, Suomen Hippos 2016, STKL 2016).

ELY-alueista Pohjois-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla lantaa muodostuu vuosittain noin 2,0 miljoonaa tonnia aluetta kohti, Varsinais-Suomessa noin 1,2 miljoonaa tonnia ja Pohjois-Savossa noin 1,6 miljoonaa tonnia. Eri eläinluokkien ja muodostuvien lantatyyppien suhteet vaihtelevat alueittain tuotannon mukaan (Kuva 3). Esimerkiksi Varsinais-Suomessa muodostuu runsaasti sian lietelantaa, kun taas Pohjanmaan alueilla ja Pohjois-Savossa muodostuu runsaimmin naudan liete- ja kuivalantaa. Lantojen fosforin ja typen sisällöt vaihtelevat myös tuotantosunnittain. Siipikarjan ja turkiseläinten lannat nousevat määräänsä suurempaan rooliin fosforia tarkasteltaessa (Kuva 3).



Kuva 3. Lantamäärä (t/v, ylin), lannan fosfori (kg/v, keskellä) ja lannan typpi (kg/v, alin) ELY-alueittain (Suomen normilanta -järjestelmän tiedot varastoinnin jälkeen yhdistettynä eläintilastoihin, Ruokavirasto 2017, Suomen Hippos 2016, STKL 2016).

Lantaa tulisi kuljettaa kotieläintuotannon keskittymistä erityisesti kasvintuotantoon erikoistuneille alueille, joilla on tarvetta sekä lannan fosforille että orgaaniselle ainekselle. Vaikkei biokaasuprosessi itsessään väkeväi lantaa eikä helpota fosforin kuljettamista, se mahdollistaa useiden erilaisten lantojen ja yhteiskäsittelyyn soveltuvien biomassojen yhtäaikaisen mädätyksen yksittäisen massan prosessoinnin sijaan, tehokkaan biokaasutuoton ja mädätteen jatkojalostuksen kautta kestävä ravinnekierron. Kokonaisuus muodostuu yleensä myös energiataseeltaan positiiviseksi: se siis tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Mädätyksen yhteydessä osa orgaanisesta tyyppistä vapautuu liukoiseen, kasville suoraan käyttökelpoiseen muotoon, mikä tehostaa tyypin hyödynnettävyyttä. Mädätteen jatkojalostuksen avulla lannan ravinteet taas on jaettavissa erillisiin tyyppiä ja fosforia sisältäviin jakeisiin, mikä mahdollistaa ravinteiden täsmällisemmän tarpeen mukaisen lannoitusikäytön. Samalla voidaan lisätä jakeiden kuljetettavuutta veden erotuksen avulla. Myös orgaanista ainesta saadaan siirrettyä usein fosforin kanssa samaan jakeeseen, joten sen hyödyntämistä maanparannuksessa voidaan laajentaa aiempaa laajemmalle alueelle.

Keskitetty biokaasutuotanto ja lannan prosessointi ovat etu erityisesti niille tiloille ja alueille, joilla lantaa muodostuu runsaasti ja sen hyödyntämisessä perinteisen lannankäsittelyketjun kautta on haasteita. Siinä missä nautatiloilla on usein runsaasti peltoalaa nurmirehun tuotantoon ja sikäli myös lannan levittämiseen, vähemmällä peltoalalla toimivat sika- ja siipikarjatilat voivat helpommin ajautua tilanteeseen, jossa lannan fosforia on tarvetta enemmän. Mitä suurempi määrä eläimiä, sitä merkittävämmäksi lannan levitysalan tarve muodostuu. Myös hevostallit ja turkistilat harvoin viljelevät itse, jolloin lannallekaan ei ole omaa käyttöä. Joillakin fosforin osalta ylijäämäisillä tiloilla voi myös olla kannattavaa toimittaa laitokseen lietelannasta separoitu kuivajae, joka sisältää suurimman osan fosforista (koskee nauta- ja sikatiloja). Myös yksinkertaiset keinot, kuten laskeutus lietealtaassa, voivat lisätä laitokseen toimitettavan lietteen fosforipitoisuutta ja kannattaa mahdollisuuksien mukaan hyödyntää.

Toisaalta kotieläintilat voivat haluta keskittyä varsinaiseen eläinten kasvatukseen ja ulkoistaa osan toiminnoista muille tahoille. Myös lannan varastointi, prosessointi ja hyödyntäminen voivat kuulua osin tai kokonaan ulkoistettavaan toimintaan ja tila vain poistaa lannan eläinsuojasta jonkinlaiseen välivarastoon, josta se haetaan keskitettyyn prosessointiin. Suuret biokaasulaitokset tai erilliset urakoitsijat voivat tarjota viljelijälle palveluja, jotka sisältävät esimerkiksi lannan kuljetuksen biokaasulaitokseen sekä kierrätyslannoitevalmisteiden kuljettamisen ja levittämisen peltoon viljelysuunnitelman mukaisesti. Tila välttää lannan varastointiin ja levitykseen liittyviltä töiltä osin tai kokonaan ja lannankäsittelyyn aiemmin kuluneen ajan ja kustannukset voi kohdentaa kierrätyslannoitevalmisteisiin ja niiden käytön palveluihin.

2.2. Lannan biokaasupotentiaali

Lanta on suurin ravinnepitoinen biomassa olemassa olevista sivuvirroista, mutta sen biokaasutuotannon potentiaali ei ole suuri verrattuna esimerkiksi nurmen tai erilaisten biojätteiden potentiaaliin. Syynä on se, että eläimet hyödyntävät rehunsa varsin tehokkaasti eikä lantaan jää suurta määrää helposti hajoavaa orgaanista ainesta. Etenkin märehitijät hyödyntävät rehunsa hyvin tehokkaasti, ja koska valtaosa Suomen kotieläintuotannosta on naudantuotantoa maidoksi ja lihaksi, se näkyy myös lannan biokaasutuotannon energiapotentiaalissa, jota määritetään biologisena metaanintuottopotentiaalina (Taulukko 1).

Kaikesta Suomen lannasta on teoreettisesti tuotettavissa 3,93 TWh energiaa vuosittain (Taulukko 1). Laskennassa on huomioitu Suomen normilanta -järjestelmän mukainen lanta laskettuna eläinsuojan jälkeen, sillä lanta tulisi saada biokaasulaitokselle mahdollisimman tuoreeltaan varastoinnin aikaisten päästöjen vähentämiseksi ja orgaanisen aineen menettämisen minimoimiseksi. Erilliskerättyä virtsaa ei lannan energiapotentiaalin laskennassa ole huomioitu, sillä sen orgaanisen aineen määrä on mui-

hin lantoihin nähden alhaisempi ja sen korkeampi typpipitoisuus mahdollistaa tehokkaan lannoitekäytön sellaisenaan.

Biokaasun energiapotentiaalista 70 % on peräisin nautojen lannasta (Taulukko 1). Lietelannan osuus potentiaalista on puolestaan 32 % ja kuivien lantojen osuus 68 %. Lietelannan vähäisempi osuus energiapotentiaalissa sen suuremmasta määrästä huolimatta selittyy liotelannan alhaisella kuiva-aineen ja orgaanisen kuiva-aineen osuudella kuiviin lantoihin verrattuna.

Kaiken lannan ei kuitenkaan koskaan odoteta päätyvän eri mittakaavan biokaasulaitoksiin, sillä osa tiloista voi aina hyödyntää lannat perinteistä lannankäsittelyketjua hyödyntäen. Teoreettinen energiapotentiaali biokaasuna ei näin ollen toteudu täysin. Voidaan tehdä erilaisia oletuksia, mikä osuus mistäkin lannasta voisi mahdollisesti biokaasulaitoksiin päätyä. Tässä esitetään yksi arvio, jonka biokaasulaitoksiin päätyvän lannan osuudet ovat samat kuin Aakkula ym. (2019) maatalouden ja luluufsektorien päästö- ja nielukehityksessä vuoteen 2050 mennessä arvioitiin (Taulukko 1).

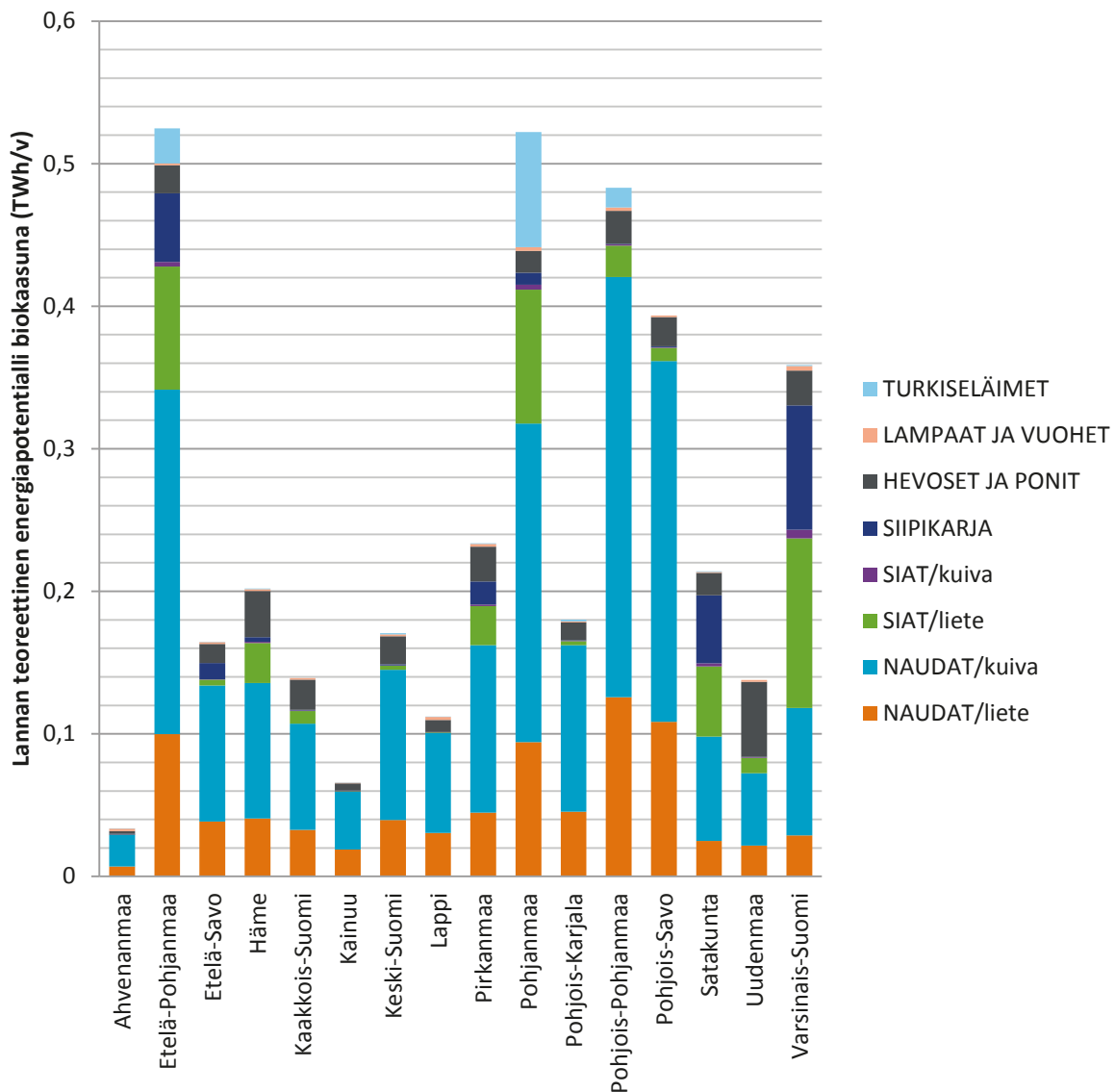
Taulukko 1. Suomen lantojen teoreettinen metaanintuottopotentiali vuosittaisessa energiantuotossa (Lanta-tieto: Suomen normilanta, lanta eläinsuojan jälkeen, Luostarinen ym. 2017a,b; eläintilastot 2017 paitsi hevoset ja turkiseläimet 2016). $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 = 10 \text{ kWh}$.

Lannan energiapotentiaali biokaasuna	Teoreettinen		Teknitaloudellinen ¹	
Eläinluokka	TWh/v	Osuus %	TWh/v	Osuus %
Naudat	2,77	70,30	1,27	70,49
Siat	0,49	12,35	0,29	15,99
Siipikarja	0,23	5,74	0,076	4,21
Lampaat ja vuohet	0,025	0,63	0	0
Hevoset ja ponit	0,31	7,89	0,093	5,18
Turkiseläimet	0,12	3,09	0,074	4,12
Yhteensä	3,94		1,80	

¹Teknitaloudellinen (osuus lannasta biokaasulaitoksiin): naudat liete 60 %, naudat kuiva 40 %, siat liete 60 %, siat kuivat 40 %, munintakanat 40 %, muu siipikarja 30 %, lampaat ja vuohet 0 %, hevoset ja ponit 30 %, turkiseläimet 60 %.

BMP ($\text{m}^3 \text{ CH}_4/\text{tVS}$): naudan liete- ja kuivalanta 200; sian lietalanta 320; sian kuivalanta 230; munintakanan lanta 260; broilerin lanta 160; kalkkunan ja muun siipikarjan lanta 150; lampaiden ja vuohtien lanta 100; hevosten ja ponien lanta 150; minkin lanta 260; ketun lanta 220.

Lantojen energiapotentiaalinen alueellinen jakauma vaihtelee alueen kotieläintuotannon ja lantatyypin mukaisesti (Kuva 4). ELY-alueista Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Pohjois-Pohjanmaa, Pohjois-Savo ja Varsinais-Suomi nousevat potentiaaliltaan suurimmiksi alueiksi. Pohjois-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa tärkeäksi osaksi energiapotentiaalia nousevat nautojen lannat, Etelä-Pohjanmaalla nautojen lisäksi myös sikojen ja siipikarjan lannat, kun taas Varsinais-Suomessa korostuvat sikojen ja siipikarjan lannat. Samoilla alueilla sijaitsee myös pääosa lantafosforista, jossa Pohjanmaan maakunnissa korostuu myös turkistuotannon lantojen hyödyntämisen tarve.



Kuva 4. Lannan teoreettinen energiapotentiaali biokaasua ELY-alueittain, eläinluokittain ja lantatyypeittäin (liete/kuiva).

Mikäli edellä mainittuun lannan energiapotentiaaliin lasketaan lisäksi noin 10 % syötemassasta erilaisina nurmina, saavutettu energiantuotto nousee. Oletuksella, että nurmen kuiva-ainepitoisuus olisi keskimäärin 30 %, orgaanisen aineen pitoisuus 27 % ja metaanintuottopotentiaali $300 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{tVS}$, nousisi lannan ja nurmen yhteiskäsittelyssä biokaasun energiapotentiaali noin 1,8 TWh/v ollen yhteensä 5,8 TWh/v. Lannan teknistaloudellisen energiapotentiaalin lisäksi vastaava nurmen syöttösuhde tuottaisi noin 0,46 TWh/v lisäenergiaa ja lannan ja nurmen yhteinen energiapotentiaali olisi 2,26 TWh/v.

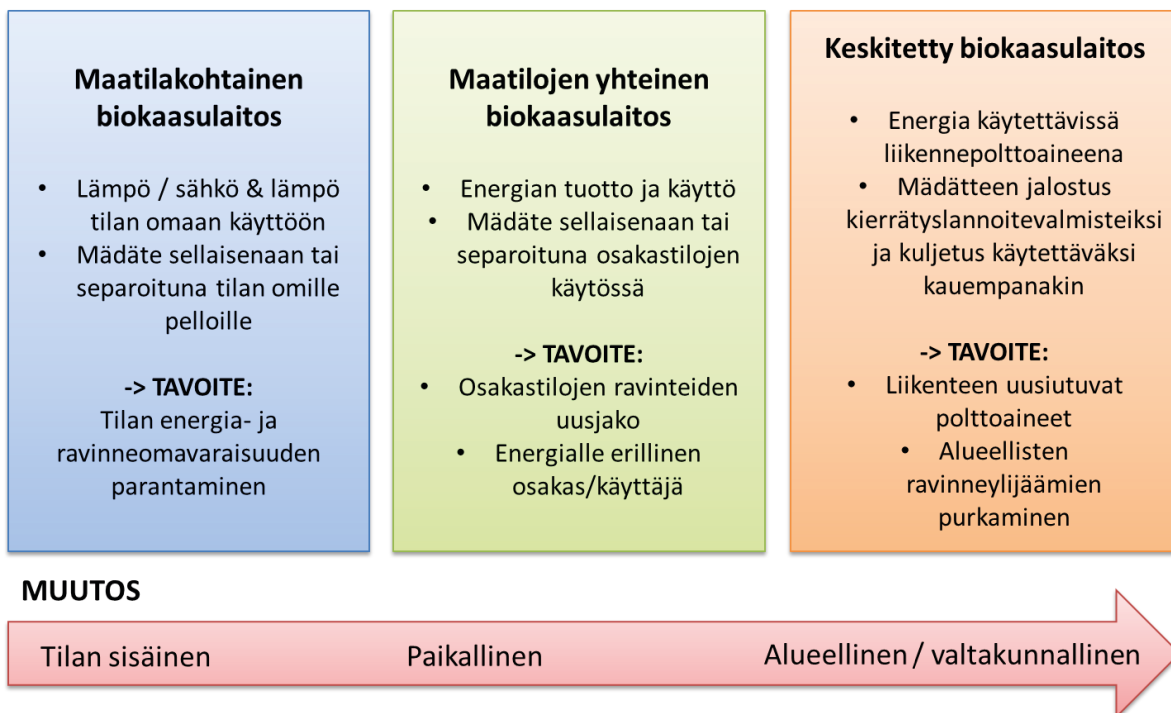
Tarvitut nurmentuotannon pinta-alat riippuvat nurmen satotasosta. Pulkkinen ym. (2019) mukaan hyvä nurmisato on 7530 kg/ha (tuorepaino), keskimääräinen sato 5550 kg/ha ja huonohko 3040 kg/ha. Edellä esitetystä teknistaloudellisesta lannan ja nurmen yhteismädätyksen arvioissa tarvittu nurmimäärä on tuorepainona noin 570 200 t/v. Em. satotasot huomioiden se tarvitsisi peltoalaa joko 75 700 ha, 102 700 ha tai 187 600 ha. Aiemmin on arvioitu, että Suomessa voisi tuottaa nurmea biokaasutuotantoon nykyisellä tuotantotavalla ruuantuotantoa vähentämättä 470 000 - 500 000 peltohehtaaria (Seppälä ym. 2014).

Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän raportissa (Särkijärvi ym. 2018) esitettiin biokaasulla korvattavan tieliikenteessä noin 2,5 TWh verran fossiilisia polttoaineita vuonna 2030, jotta liikenteen päästövähennykset toteutuisivat. Vuoteen 2045 mennessä lisäys biokaasun osuus tieliikenteessä käytetävästä energiasta olisi jo 10 TWh.

Vuoden 2030 tavoitteesta pystyttäisiin lantaperäisellä biokaasulla toteuttamaan 72 % ja vuoden 2045 tavoitteesta 18 %. Lannan teknistaloudellisen potentiaalın hyödyntämisen lisäksi vuoden 2045 tavoitteeseen pääsemiseen vaaditaan myös maatalouden kasvibiomassojen merkittävää hyödyntämistä biokaasulaitoksissa.

2.3. Lantabiokaasutuotannon toteutuksen mittakaava ja kannattavuuden haasteet

Lantabiokaasulaitoksia voidaan toteuttaa kolmessa mittaluokassa, tilakohtaisena, muutaman tilan/toimijan yhteisenä tai keskitettynä, suurena laitoksena. Olisi tärkeää ymmärtää, että mittakaava vaikuttaa merkittävästi laitoksen tavoitteisiin ja myös mahdollisuuksiin saavuttaa laajempia muutoksia ravinteiden kierrätyksessä ja energian hyödyntämisessä (Kuva 5). Vaikka pienemmillekin laitoksille on roolinsa, vain suuressa mittakaavassa on mahdollista toteuttaa alueellisesti merkittävä ravinnekierrojen muutos, liikennebiokaasun tuotanto sekä niistä seuraavat positiiviset ympäristövaikutukset.



Kuva 5. Eri mittakaavan lantabiokaasulaitokset, toiminnan tavoite ja mahdollisen muutoksen mittaluokka.

Lantabiokaasutuotannon kannattavuuden haasteet suurissa laitoksissa kiertyvät siihen, ettei lannasta ole saatavissa vastaavia porttimaksuja kuin yhdyskuntien ja teollisuuden sivuvirroista eikä sen energiapotentiaali yksin ole niin suuri, että pienemmässä laitoksessa voitaisiin yhtäaikaaisesti mädättää ja jalostaa lantamääriä kannattavasti. Energiasta parhaan hinnan saa liikennekaasusta. Kirjoitushetkellä kaasuautoilu on edelleen kehittymässä, joten uusien liikennekaasun tuottajien on uskallettava investoida luottaen kaasuautojen määrän kasvuun ja huomioitava mahdollisuus, että uudella kaasun jakelualueella kaasuautojen yleistymistä saattaa joutua odottamaan. Yhtä lailla tuotetuista kierrätyslannoitevalmisteista on kirjoitushetkellä saatavissa niukalti, jos lainkaan, tuloja.

Maatalouteen päätyvistä pakkaamattomista kierrätyslannoitevalmisteista suurin osa on käyttäjälle maksuttomia, ja monet valmistajat, kuten biokaasulaitokset, tarjoavat myös tuotteiden kuljetuksen käyttäjän varastoihin (Tampio ym. 2018). Tällä hetkellä onkin ristiriita kierrätysravinteita tuottavien laitosten ja niitä käyttävien toimijoiden välillä. Toimijat eivät ole valmiita maksamaan suhteellisen laimeasta tuotteesta, jollaista mädätysjännös ilman jatkojalostusta on (Seppänen ym. 2018). Käytännössä mädätteen kuljetus biokaasulaitokselle tapahtuu tällä hetkellä säiliö- tai kuorma-autotoimituksena tilan varastoihin. Mädätettä voidaan myös kuljettaa putkistojen avulla laitosten lähellä sijaitsevilla tiloille, mikä on toteutettu esimerkiksi Jepuan biokaasulaitoksella. Mädätettä jalostamalla voi tuottaa väkevempiä ja sikäli viljelijöitä kiinnostavampia kierrätyslannoitevalmisteita, mutta toistaiseksi niitä on heikosti saatavilla, logistiikan ja levityksen toimissa ja palveluissa on kehittämistarpeita eivätkä markkinat toimi.

2.4. Lanta Suomen biokaasulaitoksissa: nykytila

Suomessa lantaa prosessoidaan kirjoitushetkellä sekä keskitetyissä että maatilamittakaavan biokaasulaitoksissa, mutta vain vähän. Yhteensä lantaa päätyy biokaasulaitoksiin Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan vuosittain noin 155 000 tonnia, mikä on noin 1 % kaikesta lannasta. Luvut perustuvat vuoden 2017 tilanteeseen, johon on liitetty mukaan vuosina 2018 ja 2019 käynnistyneet laitokset (alkuperäinen aineisto: Marttinen ym. 2017 ja Luostarinen ym. 2019).

Biokaasulaitoksissa käsiteltävästä vuotuisesta lantamäärästä suuret (kapasiteetti > 60 000 t/v) laitokset käsittelevät 38 % ja loput käsitellään keskikokoisissa (23 %) ja pienissä maatilakohtaisissa laitoksissa (39 %). Suuret laitokset ovat keskitettyjä yhteiskäsittelylaitoksia, joissa prosessoidaan lannan lisäksi myös muita maatalouden, yhdyskuntien ja teollisuuden biomassoja. Keskikokoiset laitokset ovat usein joko suuren tilan tai useamman tilan yhteisiä laitoksia, kapasiteetista riippuen. Niissä käsitellään usein lannan lisäksi muita massoja, kuten elintarviketeollisuuden sivuvirtoja sekä kasvibiomassoja.

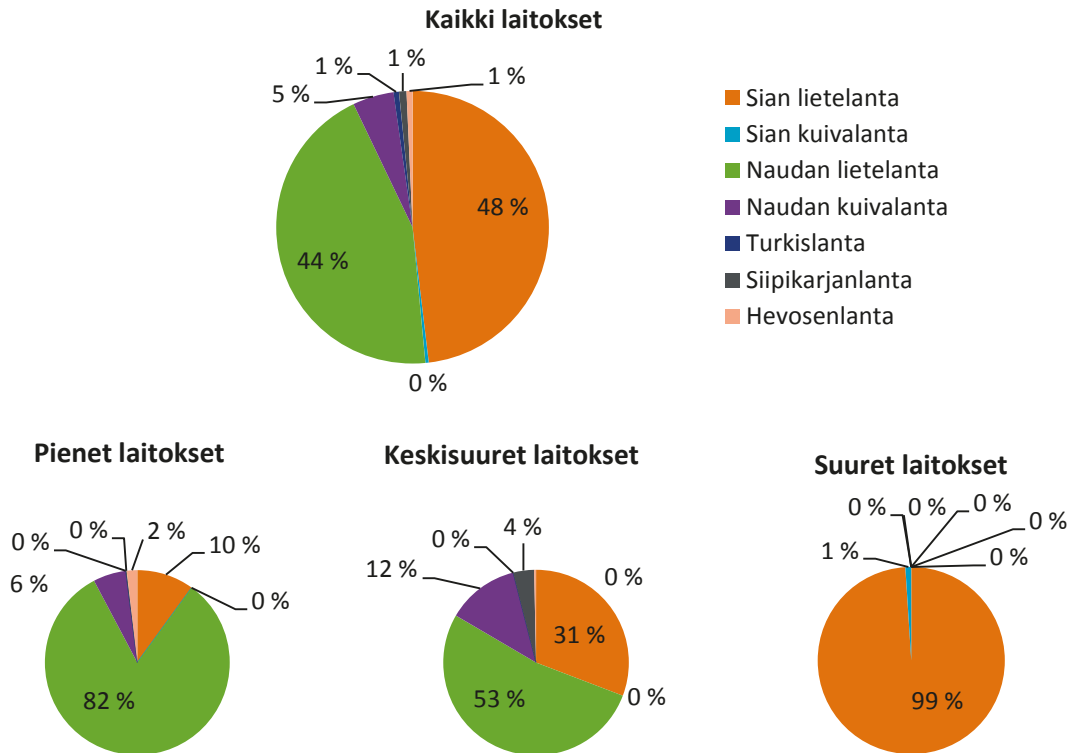
Suuria, lantaa syötemateriaalina mädättäviä, laitoksia on tätä raporttia kirjoitettaessa toiminnassa kolme, keskikokoisia neljä ja maatilamittakaavan laitoksia 19 (Taulukko 2). Maatilamittakaavan biokaasulaitoksissa lantaa mädätetään yhteensä noin 60 000 tonnia vuosittain ja keskikokoisissa laitoksissa 36 000 tonnia. Suurissa yhteiskäsittelylaitoksissa lantaa mädätetään vuosittain noin 59 000 tonnia. Kirjoitushetkellä suurin lantaa Suomessa mädättävä biokaasulaitos on Jepuan Biokaasu Oy:n laitos Uudessakaarlepyyssä.

Taulukko 2. Biokaasulaitosten eri biomassojen yhteenlaskettu käsittelykapasiteetti ja vuotuinen lannan määrä eri kokoluokissa laitoksittain.

	Käsittelykapasiteetti per laitos (t/v)	Laitosten lukumäärä	Yhteenlaskettu laitosten käsittelemä lantamäärä (t/v)
Suuret	60 000 - 120 000	3	59 000
Keskikokoiset	10 000 - 35 000	4	36 000
Pienet	<10 000	19	60 000
Yhteensä		26	155 000

Lietelanta on kirjoitushetkellä merkittävin biokaasulaitoksiin päätyvä lantatyyppi (Kuva 6). Sian lietelantaa mädätetään lähes 50 % kaikista lantaa käsittelevistä biokaasulaitoksista ja naudnan lietelantaa 45 % laitoksista. Sian lietelanta on yleisin lantatyyppi erityisesti suurissa laitoksissa (99 %), kun taas nau-

dan lietelanta on yleisin syöte lantaa käsittelevissä keskikokoisissa (53 %) ja maatilamittakaavan laitoksissa (74 %). Kuivia lantoja tai lietelannasta separoitua kuivajaetta mädätetään erikokoisissa laitoksissa toistaiseksi vielä vähän.



Kuva 6. Eri lantojen osuus suomalaisissa biokaasulaitoksissa (vuoden 2019 päivitetty tilanne, alkuperäinen aineisto: Marttinen ym. 2017 ja Luostarinen ym. 2019).

Mädätettä jatkojalostetaan maatilamittakaavan ja keskikokoisissa laitoksissa toistaiseksi vielä hyvin vähän, ja jalostus on lähinnä mädätteen separointia neste- ja kuivajakeeksi. Keskitetyissä laitoksissa mädäte päätyy suurimmaksi osaksi lannoitevalmisteen joko sellaisenaan tai separoituna kuivajakeena. Yhdellä laitoksella osin lantaa sisältävästä mädätteen nestejakeesta tuotetaan haihduttamalla ravinnekonsentraattia. Koska mädätteen pitkälle viety jatkojalostus ravinnetuotteiksi on merkittävä investointi ja myös lisätyötä vaativa toimi, ei se ole kustannustehokasta maatilamittakaavassa. Keskikokoisissakin laitoksissa on käytettävä tapauskohtaista harkintaa, kannattaako mädätettä jalostaa mahdollista separointia pitemmälle. Jalostamisen kannattavuus riippuu toiminta-alueen ja mahdollisten laitoksen viljelijäosakkaiden peltojen sijainnista ja lannoitustarpeesta sekä mahdollisuuksista myydä tuotteita tilaringin ulkopuolelle. Pienemmässä mittakaavassa lantaravinteiden erottelulle ja väkevöinnille ei välttämättä ole tarvetta.

Suuret biokaasulaitokset keskittävät laitokseen suuria biomassamääriä ravinteineen, jolloin mädätteen jalostaminen käy välttämättömäksi ravinteiden kestävästi hyödyntämisen varmistamiseksi. Etäisyys laitoksen ja ravinteiden käyttöpaikan välillä kasvaa ja etenkin alueilla, joilla ravinteita on jo liikaa, kuljetettavuuden parantaminen väkevöimällä on edellytys kokonaisuudessaan hallitulle laitoskonseptille ja ravinteiden kestävästi hyödyntämiselle. Suurissa biokaasulaitoksissa myös biokaasutuotanto kasvaa, jolloin sen jalostaminen liikennekaasuksi tulee mahdolliseksi ja esitettyjen liikenteen polttoaineiden käytön muutosten mukaan myös välttämättömäksi (Särkijärvi ym. 2018).

Lantaa mädättäviä biokaasulaitoksia on Suomessa tälläkin hetkellä suunnitteilla eri kokoluokissa. Suuria laitoksia suunnitellaan etenkin Etelä-Pohjanmaalla, missä kotieläintuotanto ja lannan muodos-

tus on erityisen intensiivistä. Näitä laitoksia ovat Jepuan Biokaasu Oy:n biokaasulaitoksen laajennus Uudessakaarlepyyssä, Nurmon Bioenergia Oy:n uusi laitosinvestointi Seinäjoelle sekä Valion suunnittelema laitoskokonaisuus Nivalaan.

Jepuan biokaasulaitoksen käsittelykapasiteetti nousee laajennuksen myötä nykyisestä 90 000 tonnista 150 000 tonniin. Osana laajennusta laitoksen yhteyteen rakennetaan kuivämädätyslaitos, jonka käsittelykapasiteetti on noin 25 000 tonnia vuosittain koostuen alustavien suunnitelmien mukaan nurmibiomassasta (n. 15 %), sian lietelannasta (n. 5 %), kuivikepurusta (20 %), turkiseläinten lannasta (n. 55 %) ja hautomojätteestä (n. 5 %). Kuivämädätyslaitoksen rakennustyöt on tätä kirjoitettaessa aloitettu ja laitoksen arvioitu käynnistymisaika on keväällä 2020. Lisäksi osana Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta rahoitettua hanketta Jepuan Biokaasu selvittää mädätysjäännöksen separoinnin käyttöönottoa ja muodostuvien jätteiden jatkojalostusta väkevöidyiksi ravinnejakeiksi. Laitos tuottaa ja jakelee liikennebiokaasua.

Nurmon Bioenergian uusi laitosinvestointi Seinäjoella on saanut TEM:n energiatukea yhteensä 9,34 Me ja etenee kirjoitushetkellä kohti rakentamisen aloittamista. Laitoksen suunniteltu kapasiteetti on 240 000 t ja tuotettava raakabiokaasun määrä noin 15 miljoona kuutiota vuosittain. Laitoksen arvioitu valmistumisaika on vuoden 2021 puolivälissä. Laitoksen syötemateriaalina on pääasiassa lanta, mutta lisänä myös muita maatalouden että elintarviketeollisuuden biomassoja, kuten teurastamon biojätteet, erilaiset elintarviketeollisuuden jäte- ja sivuvirrat, ruokajäte, pakatut elintarvikkeet sekä kasvibiomassat. Laitoksessa muodostuva mädäte jatkojalostetaan väkevöidyiksi ravinnetuotteiksi separoinnin ja nestejakeen haihdutuksen ja kalvosuodatuksen avulla. Myös kuivan jakeen jatkojalostusta aiotaan kehittää. Biokaasusta laitos jalostaa puhdistuksen ja nesteytyksen avulla nesteytettyä biokaasua (LBG), jonka käyttökohteena on ensisijassa raskas ajoneuvoliikenne. Valmista nesteytettyä kaasua laitoksella syntyy noin 20 tonnia päivässä. Myös biokaasun sisältämän hiilidioksidin jatkojalostusta tai talteenottotekniikoita selvitetään.

Valion suunnittelemassa maatalouden sivuvirtoja käsittelevässä laitoskokonaisuudessa on yhdistetty biokaasutuotanto sekä kierrätyslannoitteiden valmistus (ProLanta -verkosto). Laitoksessa voidaan käsitellä esimerkiksi erilaisia lantoja, vihermassoja ja elintarviketeollisuuden sivujakeita. Jätevesilietteet ja biojätteet on rajattu hankkeen ulkopuolelle, koska tämä nähdään tärkeäksi lannoitevalmisteen korkealle laadulle. Suunnitellun laitoksen ydinteknologiaa on Valion patentoima prosessiratkaisu, jolla nestemäisistä syötteistä tai vaihtoehtoisesti mädätteestä saadaan erotettua vettä 55–65 % alkuperäisestä massasta. Vedenerotusteknologiaalla ratkaistaan suurista syötemääristä aiheutuvia haasteita ja erotettu vesi on riittävän puhdasta ympäristöön johdettavaksi. Lisäksi Luonnonvarakeskuksen toteuttamissa lannoitusvaikutuskokeissa on todettu, että prosessista saatavat lannoitejakeet ovat erittäin hyviä ja helppokäyttöisiä nurmiviljelyssä. Ensimmäistä Valion laitoskokonaisuutta suunnitellaan Nivalaan, koska alue on selkeä kotieläintuotannon ja lannan keskittymä. Valion ja valiolaisten tuottajien näkökulmasta ProLanta-verkosto on aivan oleellinen kehitettäessä vähähiilistä logistiikkaa omiin tarpeisiin sekä parannettaessa ketjun ympäristötehokkuutta.

3. Lantabiokaasutuki Ruotsissa, Tanskassa ja Norjassa

Lannan biokaasutusta tuetaan valtiontuilla useissa Pohjoismaissa, kuten Ruotsissa, Tanskassa ja Norjassa, joissa tuki kohdentuu joko biokaasulaitostojen tai lantaa biokaasulaitokseen toimittavalle tilalle. Tukien tavoitteena on lannan biokaasukäytön lisääminen ja tätä kautta lannasta aiheutuvien ympäristövaikutusten, kuten kasvihuonekaasupäästöjen, vähentäminen.

3.1. Ruotsin lantabiokaasutuki

3.1.1. Tuen tausta

Ruotsissa lantaa käsittelevät biokaasulaitokset ovat voineet hakea tukea toimintaansa vuodesta 2015 lähtien². Nk. lantabiokaasutuen (gödselgasstödet) asettamisen taustalla on lannan prosessoinnista saavutettava kaksinkertainen kasvihuonekaasuihin liittyvä ympäristöhyöty, kun etenkin päästöt lannan varastoinnin aikana vähenevät ja tuotettu biokaasu korvaa fossiilisia polttoaineita. Lantabiokaasutuki onkin Ruotsissa ollut korvaus alentuneesta metaanipäästöstä ympäristöön. Ruotsissa on aiemmin tuettu ainoastaan biokaasun käyttöä, kun taas muissa Euroopan maissa tuki kohdistuu useimmiten biokaasun tuotantoon (Avfall Sverige 2017).

Koska biokaasun tuotantokustannus on korkeampi kuin tuotantoa vastaavan energian hinta, on varsinkin lantaa käyttävillä biokaasulaitoksilla ollut haasteita tuotannon kannattavuudessa. Lisäksi Ruotsin biokaasutuotannon ongelmana on tällä hetkellä pääosin ulkomailta, kuten Tanskasta, tuotava biokaasu, joka saa kotimaassaan tuotantotukea ja on Ruotsissa verovapaata. Seurauksena biokaasun markkinahinta on laskenut, mikä edelleen vaikeuttaa lantaa mädättävien laitosten taloutta.

Ruotsin hallituksen käynnistämän, lantabiokaasutuotantoa tukevan pilottihankkeen avulla on pyritty kansallisesti säilyttämään toiminnassa olemassa olevat lantaa käsittelevät laitokset sekä tuomaan taloudellinen kannustin uusien laitosten rakentamiseen ja sitä kautta lannan biokaasukäytön lisäämiseen. Tuki on saatavilla vuodesta 2014 vuoteen 2023³. Sen tavoitteena on, että lantaa käyttävät biokaasulaitokset saavat korvausta niiden tuottamista ympäristöhyödyistä ja tuki maksetaan sille osaa biokaasua, jonka lasketaan tulevan lannasta. Hankkeeseen osallistuvat yritykset voivat hakea tukea kerran vuodessa. Tukea on vuosittain saanut n. 50 laitosta, mikä on noin 80 % kaikista Ruotsissa lantaa käsittelevistä biokaasulaitoksista. Lannasta kolmannes käsitellään tilakohtaisissa laitoksissa ja loput tätä suuremmissa yhteiskäsittelylaitoksissa (Energimyndigheten 2018).

3.1.2. Tuen ehdot

Saadakseen lantabiokaasutukea on laitoksen kuuluttava lantabiokaasun valtiontuki -hankkeeseen⁴. Hankkeeseen kuulutaan enimmillään yhden kolmivuotiskauden ajan, minkä jälkeen tukea on haettava uudelleen seuraavalle kaudelle. Kaudet ovat 2015–2017, 2018–2020 ja 2021–2023. Hankkeeseen kuulumisen ehdot ovat seuraavat:

² Jordbruksverket. Gödselgasstöd.

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/andrastod/godselsastod.4.ac526c214a28250ac23333e.html>

³ Förordning (2014:1528) om statligt stöd till produktion av biogas https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20141528-om-statligt-stod-till_sfs-2014-1528, Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks

⁴ föreskrifter (SJVFS 2015:10) om statligt stöd till produktion av biogas från gödsel

<http://www.jordbruksverket.se/download/18.a1e3dee155a9340521e3e11/1467617017183/2016-020.pdf>

- Puhdistamolietettä ja lantaa ei saa yhteiskäsitellä biokaasulaitoksella, jolle tukea haetaan.
- Biokaasulaitoksen tulee olla Jordbruksverketin hyväksymä eläinperäisiä sivutuotteita käsittelevä laitos.
- Biokaasulaitoksessa tulee olla mahdollisuus kaasun polttamiseen ylikuormituksen tai seisokin aikana metaanipäästöjen minimoimiseksi.
- Jordbruksverketille tulee toimittaa täydellinen hakemus jokaisesta hakijan biokaasulaitoksesta.

Lisäksi tukea saavan biokaasulaitoksen on oltava ”pienehkö”, eli:

- Jos biokaasulaitos tuottaa sähköä tai muuta energiaa, kuten lämpöä tai jäähdytystä, on sen asennuskapasiteetin oltava alle 500 kW. Laitokset, joilla on yhteinen yhteys sähköverkkoon, katsotaan samaksi laitokseksi.
- Jos biokaasulaitos tuottaa biopolttoaineita, kuten liikennebiokaasua, tulee laitoksen käsittelykapasiteetin olla alle 50 000 tonnia jalostettua kaasua vuodessa.

Näiden ehtojen lisäksi biokaasulaitoksen tulee toimittaa ne tiedot, joilla Jordbruksverket pystyy valvomaan ryhmäpoikkeusasetuksen (614/2014) ehtojen toteutumista. Näin ollen laitos ei esimerkiksi ole tukikelpoinen, mikäli se tuottaa biopolttoaineita ravinnoksi kelpaavista kasveista. Tuen ehdoissa myös veloitetaan laitos tarkastamaan tilat ja rakenteet kaasuvuotojen varalta.

3.1.3. Tuen määrä

Biokaasulaitos, joka käyttää syötteenä lantaa, voi hakea lantabiokaasun valtiontuki -hankkeeseen ja sitä kautta myös tukea lannasta tuotetulle biokaasulle. Tuen maksimimäärä on 0,40 SEK/kWh (kirjoitushetkellä noin 4 snt/kWh eli 40 €/MWh). Tuen määrä maksetaan vuosittain perustuen hallituksen budjettiin taulukon 3 mukaisesti (varattu määräraha kaikkiaan tukiajalta 38,5 miljoonaa euroa).

Taulukko 3. Ruotsin lantabiokaasutukeen varattu määräraha vuosina 2015–2023.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
M SEK	15	55	60	60	60	60	30	22,5	22,5
M €	1,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	3,0	2,25	2,25

Tuen enimmäismäärä riippuu kokonaisbudjetin lisäksi siitä, kuinka moni biokaasulaitos tukea vuosittain hakee ja paljonko lantaperäistä biokaasua hakeneet laitokset tuottavat. Tuen laitoskohtainen enimmäismäärä rajoitetaan tiettyyn tasoon, mikäli varattu budjetti ei riitä. Liikennebiokaasulle on määritetty kaksinkertainen laitoskohtaisen maksimituen määrä verrattuna sähkön tai lämmön tuotantoon.

Tuen määrä riippuu siitä, paljonko laitos käsittelee lantaa ja paljonko lantaperäistä biokaasua tuotetaan. Jos lantaa mädätetään yhdessä muiden materiaalien kanssa, maksetaan tukea ainoastaan siitä osuudesta biokaasua, joka teoreettisesti voidaan katsoa muodostuneen lannasta.

Tuen osuus laskee, mikäli Jordbruksverket katsoo, että korvaus on liian suuri, eli se ylikompensoi fossiilienergian tuotantohintaa. Ylikompensaatio lasketaan EU:n ryhmäpoikkeusasetuksen (651/2014⁵) mukaan. Ylikompensaatio tapahtuu, mikäli lantabiokaasun tuotantokustannukset per kWh + lantabiokaasutuki per kWh ovat alle vastaavan fossiilienergian tuotantokustannuksen (mark-

⁵ Komission asetus (EU) N:o 651/2014, annettu 17 päivänä kesäkuuta 2014, tiettyjen tukimuotojen toteamisesta sisämarkkinoille soveltuviksi perussopimuksen 107 ja 108 artiklan mukaisesti

kinahinta). Vastaava fossiilienergia on tässä tapauksessa maakaasu ja sähkö. Ylikompensaatio lasketaan huomioimalla biokaasulaitoksen tulot, henkilöstö-, käyttö-, ja ylläpitokulut sekä pääomakustannukset, jotka laitos ilmoittaa hakemuksessaan.

Laitoksen raakabiokaasun tuotanto lasketaan kahdella tavalla, jotta tuki voidaan kohdentaa ainoastaan lannasta muodostetulle biokaasulle, eikä muista syötemateriaaleista tuotetulle biokaasulle. Tuotetun lantabiokaasun määrä laitoksella lasketaan Jordbruksverketin toimesta tuenhakijan ilmoittaman syötemäärän (märkäpaino tonneina) sekä mitatun biokaasumäärän mukaan. Tuenhakijalle maksetaan tukea laskennallisesti alhaisemman biokaasumäärän mukaan. Mikäli tuenhakija mädättää biokaasulaitoksessa lantaa yli 95 % syötteiden kokonaismäärästä, saa tuen aina mitatun biokaasumäärän mukaisesti.

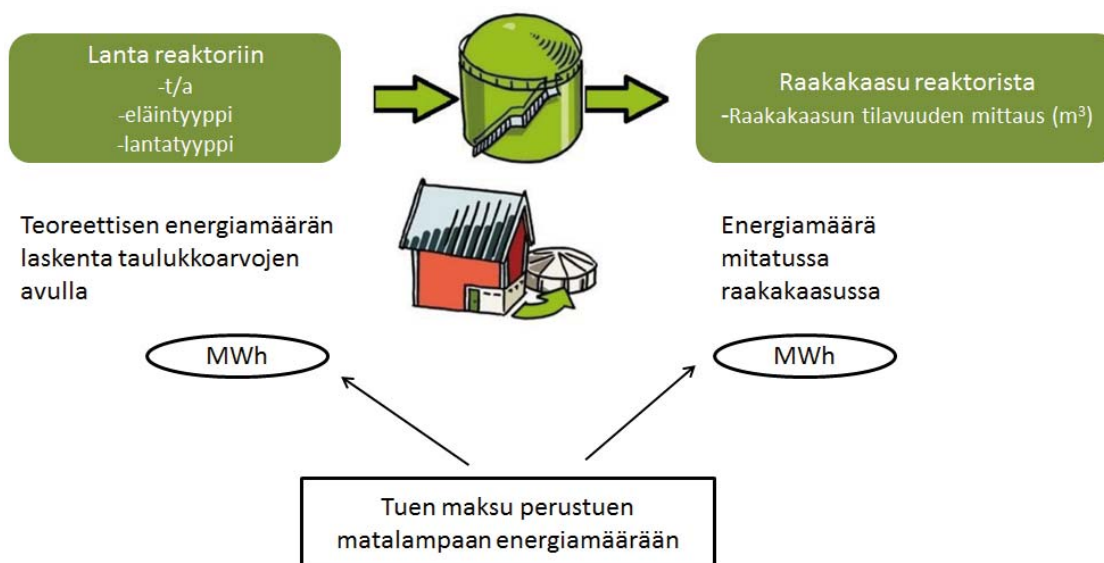
Kunkin biokaasulaitoksen saama tuen määrä riippuu siis kaikista seuraavista:

- Tuki per kWh
- Kuinka suuri osuus laitoksen raakabiokaasusta voidaan olettaa muodostuvan lannasta
- Kuinka suuri osuus syötteestä on lantaa (95 % sääntö)
- Se biokaasun kokonaismäärä, jonka laitos tuottaa tukikauden aikana
- Tukiohjelman kuluvan vuoden kokonaisbudjetti

3.1.4. Biokaasutuoton laskenta

Tuessa korvausta maksetaan sille energiasisällölle, joka laitoksen tuottamasta biokaasusta on peräisin lannasta. Jos tuen hakija on yhteiskäsittelylaitos, lasketaan lantabiokaasu kahdella tavalla (Kuva 7), ja lopullinen tukeen oikeuttava energiamäärä perustuu siihen laskentatapaan, joka antaa matalamman tuloksen. Laskentamallissa laitokseen syötettävän lannan määrän avulla lasketaan teoreettinen lannan energiantuotto. Tätä lukua verrataan laitoksella mitattuun raakabiokaasun energiasisältöön. Mikäli lannan osuus laitoksen syötteistä on 95 % tai yli, lasketaan energiamäärä aina toteutuneen mitatun raakakaasun energiasisällön mukaisesti.

Lantabiokaasutukea haettaessa, tulee laitoksen ilmoittaa tuottamansa raakabiokaasun määrä (Nm^3). Mikäli raakabiokaasun määrän mittaus ei ole mahdollista, voidaan tuotettu energia ilmoittaa myös mitattuna sähkön määränä (kWh) tai liikennekaasun määränä (Nm^3), joista Jordbruksverket muuntaa tuoton raakabiokaasuksi.



Kuva 7. Ruotsin lantabiokaasutuen kaksi laskentasääntöä.

Laskentasääntö 1: Lannan teoreettinen energiantuotto

Lannan teoreettisen energiantuotannon laskemiseksi on Jordbruksverketillä käytössä Ruotsin maatalous- ja ympäristötekniikan instituutin JTI (nyk. RISE) tuottama metaanintuoton laskentamallin sekä teoreettiset tunnusluvut eri lantatyypeille. Teoreettisen lannan biokaasuntuotannon laskemiseksi on tunnettava biokaasulaitoksen käsittelemän lannan määrä eläinluokittain ja lantatyypeittäin. Teoreettinen biokaasuntuotto lasketaan kaavalla:

$$\text{Teoreettinen lannan energiasältö} = \text{Lannan määrä (tonnia)} * \text{Kuiva-ainepitoisuus (TS)} * \text{Orgaanisen kuiva-aineen pitoisuus (VS)} * \text{Metaanintuotto (Nm}^3 \text{ CH}_4\text{/tVS)} * \text{Metaanin energiasältö (MWh/Nm}^3 \text{ CH}_4\text{)}$$

Lannan biokaasuntuotannon laskennassa Jordbruksverket käyttää tuen hakijan ilmoittamaa käsiteltävän lannan määrää (märkäpaino, tonnia) ja taulukkoarvoja (Taulukko 4) lannan kuiva-aineen ja orgaanisen kuiva-aineen pitoisuuksille sekä metaanintuottopotentiaaleille jatkuvatoimisessa biokaasuprosessissa. Metaanin energiasältönä käytetään lukua 0,00997 MWh/Nm³ CH₄.

Laskentasääntö 2: Biokaasun mitattu energiasältö

Biokaasun energiasältö lasketaan kaavalla:

$$\text{Raakabiokaasun energiasältö} = \text{Raakabiokaasun mitattu volyyymi (m}^3\text{)} * \text{Biokaasun metaanipitoisuus (\%)} * \text{Metaanin energiasältö (MWh/m}^3 \text{ CH}_4\text{)}$$

Laskennassa Jordbruksverket käyttää tuen hakijan ilmoittamaa raakabiokaasun määrää (m³) ja yleistä biokaasun metaanipitoisuutta (60 %), mikä perustuu lantabiokaasulaitosten tuloksiin. Metaanin energiasältönä käytetään 0,00997 MWh/m₃ CH₄.

Koska pienillä maatilakohtaisilla biokaasulaitoksilla ei välttämättä ole laitteistoja muodostuvan biokaasumäärän mittaukseen, voidaan biokaasun energiasältö laskea myös joko toteutuneesta sähkön- tai liikennepolttoaineen tuotannosta, seuraavilla oletuksilla:

- 1 kWh sähköä = 2 kWh raakabiokaasua
- 1 kWh liikennebiokaasua = 1 kWh raakabiokaasua

Lantabiokaasun energiasällön laskennassa kiinteisiin taulukkoarvoihin perustuen on kuitenkin tiettyjä hankaluuksia. Taulukkoarvoihin perustuva laskenta yksinkertaistaa todellista tilannetta, koska lannan kuiva-ainepitoisuus voi vaihdella eri lantatyyppeiden sisällä ja myös eri tilojen välillä paljon. Jordbruksverket kuitenkin arvioi, että yksinkertaistus on hyväksyttävää suhteessa siihen työmäärään joka aiheutuisi, jos jokaisen laitoksen lanta analysoitaisiin erikseen. Lisäksi Jordbruksverket haluaa ratkaisullaan ohjata biokaasuntuoton raportointia kohti raakabiokaasun määrän mittausta.

Mikäli raakabiokaasun määrä lasketaan sähköntuotannosta, on raakabiokaasun energiamäärä sähköntuotantoon suhteutettuna vain puolet, vaikka todellisen hyötysuhteen mukaisesti kerroin olisi lähempänä 0,7 (sähköntuotannon hyötysuhde yleensä 30–35 %). Myöskään liikennepolttoaineen osalta ei laskennassa huomioida polttoaineen jalostuksessa tapahtuvaa metaanihävikkiä, vaan raportointi halutaan ohjata kohti muodostuvan raakabiokaasun määrän mittausta.

Taulukko 4. Ruotsin lantabiokaasutuen lannan energiasisällön laskennassa käytetyt taulukkoarvot sekä lannan arvo tuella 0.40 SEK/kWh. TS= kuiva-aine (total solids), VS= orgaaninen kuiva-aine (volatile solids).

Lantatyyppe	Metaanintuotto (CSTR-reaktori, Nm ³ /tVS)	TS (%)	VS (%TS)	Metaanintuotto (panosreaktori, Nm ³ /tVS)	Arvo (SEK/t)
Nauta, kuivikepohjalanta	180	28	86		173
Nauta, kuivalanta	180	23	85		140
Nauta, lanta (semisolid)	180	16	85		98
Nauta, lietelanta	170	8	82	200	44
Sika, kuivikepohjalanta	200	30	85		203
Sika, kuivalanta	200	23	80		147
Lihasika, lietelanta	250	6	81		48
Emakko, lietelanta	250	8	80		64
Hevonen, purukuivitettu	100	50	90	100	179
Hevonen, olkikuivitettu	200	40	90	250	287
Lammas, kuivikepohjalanta	170	28	80		152
Munintakana, kuivalanta	250	50	65		234
Munintakana, lanta (semisolid)	250	30	65		194
Munintakana, lietelanta	250	10	68		68
Broileri, kuivikepohjalanta	200	65	86	285	446
Minkki, liete	300	10	79	390	95
Minkki, kiinteä	280	30	79	390	265

3.1.5. Kahden ensimmäisen tukikauden (2015–2016) arviointi

Osana lantabiokaasun edistämistä on lantabiokaasutuen vaikutuksia seurattu ja arvioitu suhteessa biokaasulaitoksissa käsiteltävään lantamäärään, siitä tuotettavaan energiaan, toimien ympäristövaikutuksiin sekä biokaasulaitosten taloudelliseen tilanteeseen (Jordbruksverket 2017). Ensimmäinen arvio lantabiokaasutuesta on tehty kahden ensimmäisen tukikauden päättyttyä (9 kk vuonna 2015 ja 12 kk vuonna 2016) vuonna 2017. Seuraava arviointi tehdään vuonna 2020 sekä viimeinen arviointi projektin päättyessä. Lantabiokaasutuen arviointisuunnitelman neljä osatavoitetta ovat:

- Tuki on tarkoituksenmukainen ja sen hallinnollisesti tehokas
- Tuki lisää lannasta tuotetun biokaasun määrää
- Tuki johtaa lannan metaanipäästöjen vähenemiseen
- Tuki johtaa hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen, kun biokaasulla korvataan fossiilista energiaa

Ensimmäisen kauden aikana (2015) tuki oli 0,20 SEK/kWh ja tukea maksettiin 1,91 M euroa, kun taas vuonna 2016 tuen määrä oli sen maksimi 0,40 SEK/kWh ja sitä maksettiin laitoksille yhteensä 4,98 M euroa.

Ensimmäisinä kahtena tukikautena tukea hakeneita biokaasulaitoksia on ollut kaikkiaan 55. Vuonna 2015 tukea haki ja sai 51 laitosta ja vuonna 2016 yhteensä 52 laitosta. Vuonna 2016 tuetut laitokset mädättivät yhteensä noin 900 000 tonnia lantaa ja tuottivat biokaasua yhteensä noin 120 GWh. Mädätetyn lannan määrä vastaa noin 4 prosenttia kaikesta Ruotsin lannoitteena käytetystä lannasta ja tuotettu biokaasu noin 6 prosenttia koko Ruotsin biokaasuntuotannosta. Tukea saaneilla laitoksilla tuotetusta energiasta 60–70 % on jalostettu liikennebiokaasuksi. Yli 80 % biokaasulaitoksissa käsitelystä lannasta on sian ja naudan liettelantaa.

Arvioinnin johtopäätöksenä todetaan, että noin puolet lantabiokaasutuen saajista jatkaa lannan mädätystä pääsääntöisesti siksi, että saa siitä tukea. Tuen saajat ovat lisänneet lannan osuutta biokaasulaitostensa syötteenä tuen myötä. Nykyinen tukitaso ei kuitenkaan ole riittävä siihen, että kaikilla laitoksilla olisi valmiuksia jatkaa lannan käyttöä ja on edelleen olemassa riski, että laitokset joutuvat sulkemaan taloudellisten syiden vuoksi, mikäli muita kannattavuutta edistäviä toimia ei ilmene. Tuen ei myöskään nähdä tällä hetkellä edesauttavan uusien laitosinvestointien tekemistä. Itse tuen hallinnoinnista todetaan, että tuen ehdot tulisi suhteuttaa paremmin hankkeen tavoitteisiin. Myös tuensaajien työtaakkaa voitaisiin vähentää yksinkertaistamalla hakua.

Elinkaarianalyysiin perustuvan arvion mukaan lannankäsittelyn kasvihuonekaasupäästöt vähenevät lannan mädätyksen lisääntyessä laskennan mukaan pääasiassa, koska lannan varastointiaika lyhenee. Myös lantabiokaasun käyttö fossiilisten polttoaineiden korvaamisessa vähensi kasvihuonekaasujen päästöjä. Päästöihin liittyen arviointi nostaa esille mädätteen käsittelyn, jonka päästöjä voitaisiin vähentää pidentämällä biokaasuprosessin viipymäaikaa ja varastoimalla mädäte ilmatiiviisti viileissä olosuhteissa. Mädätteen jalostamisesta ja käytöstä ei puhuta.

3.2. Tanskan biokaasutuki

Tanskassa biokaasutuotantoa on tuotettu kansallisella tuotantotuella vuodesta 2012⁶. Tukea maksetaan sille biokaasulaitokselle, joka jalostaa biokaasun ja myy energian loppukäyttäjälle. Valvovana viranomaisena toimii Tanskan energiavirasto. Tuen määrä on riippuvainen biokaasun käyttökohteesta, mutta sillä, mistä materiaalista biokaasua tuotetaan, ei ole tuen kannalta vaikutusta. Mikäli energiakasvien (nurmi) osuus on yli 12 % laitoksen syöttestä (25 % raja käytössä vuoteen 2018 asti), ei laitos ole tukikelpoinen. Mikäli biokaasu jalostetaan liikennepolttoaineeksi, ei sen tuotannossa saa käyttää lainkaan ravinnoksi kelpaavia kasveja (maissi, sokerijuurikas, latva-artisokka) RED-direktiivin⁷ mukaisesti. Erillisiä lantaan liittyviä määräyksiä ei Tanskan biokaasutuessa ole.

Tanskassa biokaasun tuotantotukea maksetaan, mikäli biokaasu on käytetty jossain seuraavista⁸:

- sähköntuotanto
- jalostus ja syöttö maakaasuverkkoon tai kaupungin omaan kaasuverkkoon
- käyttö teollisissa prosesseissa

⁶ Støtte til biogas <https://ens.dk/ansvarsomraader/bioenergi/stoette-til-biogas>, Biogas in Denmark <https://ens.dk/en/our-responsibilities/bioenergy/biogas-denmark>

⁷ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu)

⁸ Energistyrelsen. Biogas. <https://ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/biogas>

- käyttö liikennepolttoaineena (ei koske biokaasua, joka jalostetaan ja syötetään kaasuverkkoon ennen liikennekäyttöä)
- käyttö lämmöntuotantoon

Tuki on Euroopan komission päätöksen mukaisesti voimassa vuoteen 2023 asti koskien sähköksi ja kaasuverkkoon jalostettavaa biokaasua, ja vuoteen 2026 asti koskien teollisiin prosesseihin, liikennekäyttöön sekä lämmön tuotantoon käytettävää biokaasua. Kesäkuussa 2018 tehdyn päätöksen mukaisesti biokaasuntuotannon tukea voidaan jo olemassa olevilla laitoksilla jatkaa vuoteen 2032 asti. Vuodesta 2020 toimintansa aloittaville laitoksille tukea ei kuitenkaan uuden päätöksen mukaisesti enää makseta, mikäli biokaasusta tuotetaan sähköä tai sitä syötetään maakaasuverkkoon.

Tanskan biokaasutuki koostuu kolmesta osasta, jotka ovat tuen yleinen osuus, bonus 2 ja bonus 3. Yleistä tukiosuutta säädellään vuosittain 60 %:lla nettointaindeksistä, bonus 2 säädellään maakaasun hinnan mukaisesti, kun taas bonus 3:n osuus vähitellen laskee ja loppuu vuoteen 2020 mennessä. Tukiosuuksien vaikutus eri tarkoituksiin jalostettavalle biokaasulle on esitetty taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 5. Tanskan biokaasutuen osuus vuosina 2012–2018.

Biokaasun käyttö		Tuki vuonna 2012	Tuki vuonna 2016	Tuki vuonna 2017	Tuki vuonna 2018
Sähköntuotanto (öre/kWh)					
	Yleinen tuki (kiinteä tuki, sis. sähkön hinnan)	79,3	81,3	81,5	82,1
	Hintalisä (ei sis. sähkön hintaa)	43,1	44,2	44,3	44,6
	Bonus 2	26,0	33,6	48,1	41,5
	Bonus 3	10,0	8,0	6,0	4,0
	Yhteensä	115,3/79,1	122,9/85,8	135,6/98,4	127,6/90,1
Biokaasu kaasuverkkoon (DKK/GJ_{alempi})					
	Yleinen tuki	79,0	81,0	81,3	81,8
	Bonus 2	26,0	33,6	48,1	41,5
	Bonus 3	10,0	8,0	6,0	4,0
	Yhteensä	115,0	122,6	135,4	127,3
Teollisiin prosesseihin / Liikennepolttoaineeksi (DKK/GJ_{alempi})					
	Yleinen tuki	39,0	39,0	39,0	39,0
	Bonus 2	26,0	33,6	48,1	41,5
	Bonus 3	10,0	8,0	6,0	4,0
	Yhteensä	75,0	80,6	93,1	84,5
Lämmöntuotantoon (DKK/GJ_{alempi})					
	Yleinen tuki	-	-	-	-
	Bonus 2	26,0	33,6	48,1	41,5
	Bonus 3	10,0	8,0	6,0	4,0
	Yhteensä	36,0	41,6	54,1	45,5

Mikäli laitos tuottaa biokaasusta sähköä, voidaan tukea maksaa joko kiinteänä tukiosuutena tai hintaan sidottuna määränä. Mikäli tuotettu sähkö koostuu ainoastaan biokaasusta voi laitostoimija (tä-

sä tapauksessa sähköntuotantolaitoksen omistaja) vuosittain valita, kumman maksutavan mukaan tukea vastaanottaa. Mikäli sähköä tuotetaan biokaasun ohella myös muista polttoaineista, laitostoi-
mija saa tuen hintaan sidottuna lisänä siitä sähkön osuudesta, mikä on tuotettu biokaasusta.

Sähköntuotannossa tukea maksetaan tuotettua kilowattimäärää kohden, kun taas muissa biokaasun
käyttökohteissa (jalostus kaasuverkkoon, liikennekäyttöön, teollisuuteen tai lämmöntuotantoon) tuki
maksetaan suhteessa myytyyn energiamäärään (GJ, alempi lämpöarvo).

Tanskassa lantaa prosessoivia biokaasulaitoksia on toiminnassa noin 90 kpl ja erityisesti maatilami-
takaavan ja usean maatilan yhteisiä laitoksia on paljon. Suuren maatilakoon vuoksi myös näiden lai-
tosten kokoluokka on Tanskassa melko merkittävä. Yhden omistajan biokaasulaitosten kapasiteetti
on 10–300 m³/päivä (Lybæk 2016) eli jopa yli 100 000 m³ vuodessa.

Tanskassa vuodesta 2009 lähtien on ollut tavoite, jonka mukaan vuoteen 2020 mennessä kaikesta
maassa muodostuvasta lannasta 50 % tulisi käsitellä biokaasulaitoksissa (yhteensä 5,56 TWh), mutta
arvioiden mukaan lannasta noin 10 % päätyy tällä hetkellä prosessoitavaksi biokaasulaitoksissa (Ja-
cobsen ym. 2014).

Taulukko 6. Taulukossa 5 esitetyt vuoden 2018 tiedot laskettuna eurosentteinä kilowattituntia kohden. Muun-
noksessa käytetty kurssia 0,134 EUR/DKK ja konversiokerrointa 277,778 kWh/GJ.

senttiä/kWh	Sähköntuotanto	Kaasuverkko	Teollisuus/Liikennepolttoaine	Lämmöntuotanto
Yleinen osuus	11,0 (6,0*)	4,0	1,9	
Bonus 2	5,6	2,0	2,0	2,0
Bonus 3	0,5	0,2	0,2	0,2
Yhteensä	17,1 (12,1)	6,1	4,1	2,2

*ilman sähkön hintaa

3.3. Norjan lantabiokaasutuki

Norjassa on vuodesta 2015 ollut käytössä tuki biokaasulaitoksissa käsiteltävälle lannalle. Tuen tavoit-
teena on lisätä lannan käyttöä biokaasulaitosten syötteenä ja vähentää lannankäsittelystä aiheutuvia
kasvihuonekaasupäästöjä. Tukea sovelletaan kaikille lantatyypeille ja se on saatavilla, jos lanta hyö-
dynnetään Norjassa sijaitsevassa biokaasulaitoksessa. Biokaasulaitoksen kokoluokalla ei tuen kannal-
ta ole merkitystä.

Tukea maksetaan lannan tuottavalle kotieläintilalle, joka toimittaa lantaa biokaasulaitokseen. Tilalla
tulee olla suunnitelma lannan (mädätteen) lannoituskäytölle kansallisen lainsäädännön mukaisesti.
Tukea haetaan takautuvasti perustuen edellisvuoden aikana biokaasulaitokselle toimitettuun lanta-
määrään.

Tukea maksetaan lantatonnia kohden (tuorepaino) niin, että laskennassa huomioidaan biokaasulai-
tokseen toimitettavan lannan kuiva-ainepitoisuus. Lanta, jonka kuiva-ainepitoisuus on 100 %, on
laskennan vertailuarvo, joka saa kertoimen 1. Kertoimen arvo laskee lannan kuiva-ainepitoisuuden
laskiessa kaavan $2x-x^2$ mukaan, missä x on lannan kuiva-ainepitoisuus muodossa g/kg. Tuki lannan
vertailuarvolle on 583 NOK/t lantaa (60,3 €/t lantaa), mikä laskennassa kerrotaan lannan kuiva-
ainepitoisuuden mukaisella kertoimella. Mikäli tilalla on oma biokaasulaitos, voidaan tuen osuus
laskea suoraan tilan eläinmäärän perusteella, mikäli kaikki tilalla muodostunut lanta käsitellään bio-
kaasulaitoksessa. Tuki riippuu eläinluokasta (Taulukko 7).

Taulukko 7. Norjan eläinluokittain maksettava lantabiokaasutuki tilakohtaisille biokaasulaitoksille, jotka mädättävät tilan omat lannat (1 NOK = 0,104 EUR).

Eläinlaji	Tuki (NOK)	Tuki (€)
Lypsylehmä ¹	1937	202,0
Emolehmä ¹	1108	115,6
Nuorkarja ¹	665	69,4
Emakko ¹	397	41,39
Lihasika ²	40	4,1
1000 Munivaa kanaa tai broileremoa ¹	11667	1217,5
1000 Kananuorikkoa ²	1493	155,8
1000 Broileria ²	595	62,1
1000 Kalkkunaa ²	7443	776,7
1000 Ankkaa ²	1493	155,8
Lammas > 1 v ¹	210	21,9
Vuohi (maidontuotantoon) ¹	210	21,9
Hevonen ¹	910	95,0

¹ koko vuodelle² per tuotettu eläin

Norjan lantabiokaasutuen vaikutuksista vuosina 2014–2017 on tehty arvo, jonka mukaan lantaa toimitetaan pääsääntöisesti keskitettyihin eri biomassoja yhteiskäsitteleviin biokaasulaitoksiin (Lyng ym. 2019). Vuonna 2017 tukea maksettiin yhteensä 3,6 miljoonaa kruunua 35:lle yritykselle, jotka toimitivat tuona vuonna yhteensä 71 000 tonnia lantaa biokaasulaitoksiin. Noin 10 000 tonnia kokonaisuudesta on käsitelty tilakohtaisissa biokaasulaitoksissa. Tilakohtaisia biokaasulaitoksia on Norjassa tällä hetkellä vain muutamia ja keskitetyssä mittakaavassa ainoastaan maatalouden biomassoja käsitteleviä laitoksia on yksi. Muut lantaa mädättäneet laitokset ovat sekä maatalouden että yhdyskuntien ja teollisuuden biomassoja seoksina käsitteleviä laitoksia (Avfall Norge 2019).

Norjan lantabiokaasutuki on lisännyt lannan käyttöä biokaasulaitosten syötteenä, mutta vuosille 2014–2017 toteutettu arvio todettiin ajallisesti vielä liian lyhyeksi, jotta olisi voitu määrittellä, oliko tuella vaikutusta uusien laitosten rakentamiseen. Keskitetty lannanprosessointi nähdään tehokkaimpana menetelmänä lannan hyödyntämisen tehostamisessa tilakohtaisten laitosten sijaan, koska niissä käsiteltävä lantamäärä ja näin ollen myös saavutettava khk-päästöjen vähenemä ovat suuremmat. Arvioinnissa esitetäänkin ajatus siitä, voisiko tukimuoto olla erilainen erikokoisiin biokaasulaitoksiin toimitetulle lannalle. Arvioinnin mukaan tukitaso yhdessä tilojen ja biokaasulaitosten välisten sopimusten kanssa on riittävä tekemään lannan mädättämisestä tilalle kannattavaa. Kuitenkin erityisesti biokaasulaitoksilla on vielä haasteita kannattavuuden, erityisesti mädätteen kuljetuksesta aiheutuvien kustannusten vuoksi. Mädätettä ei jatkojalostettu. Arvioinnissa toteutetun kyselyn perusteella tuen väliaikaisuus ja sen jatkumisen epävarmuus on tuen saajissa vaikuttanut negatiivisesti uusien investointipäätösten syntyyn, minkä vuoksi tuen ajanjakso tulisi ilmoittaa selkeästi.

3.4. Pohjoismaisten tukien sovellettavuus Suomessa

3.4.1. Yhteenveto Pohjoismaisista biokaasutuista

Sekä Ruotsissa, Tanskassa että Norjassa tuetaan lannan biokaasukäyttöä, ja tuen lähtökohdaksi on sekä uusiutuvan biokaasuntuotannon lisääminen että lannasta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Kaikissa em. maissa tuki kohdentuu ainoastaan tuotettuun energiaan (Ruotsi,

Tanska) tai biokaasulaitokseen toimitettuun lantamäärään (Norja), eikä tukimuodossa huomioida lannan sisältämiä ravinteita ja jatkojalostusta, saati muita lannasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia kasvihuonekaasujen lisäksi. Tanskassa tuki ei kohdennu erikseen lantaan, vaan sitä maksetaan kaikista materiaaleista tuotetulle biokaasulle. Sellaisenaan mikään Pohjoismaisista tukimuodoista ei siis sovellu Suomeen, mikäli tavoitteena on erityisesti lisätä lantaperäisten ravinteiden käyttöä aiempaa laajemmalla alueella ja samalla vähentää lannasta aiheutuvia haitallisia ympäristövaikutuksia.

Ruotsissa lantabiokaasutuki painottuu erityisesti suurehkoille liikennepolttoaineen jalostuksen laitoksille sekä keskikokoisille CHP-laitoksille. Tanskassa tuetaan biokaasun eri käyttökohteita, ja esimerkiksi polttoaineelle suunnattu Tanskan tuki on samaa luokkaa kuin Ruotsissa (0,04 €/kWh), mutta kohdentuu lannan lisäksi siis myös muista syötemateriaaleista tuotettuun energiaan. Norjassa lantaa biokaasulaitokseen toimittavalle kotieläintilalle tukea maksetaan lannan kuiva-ainepitoisuudesta riippuva määrä.

Suomessa lantabiokaasutuen painopisteen tulisi kohdistua erityisesti lannan ravinteisiin, niiden jatkojalostukseen sekä väkevöityjen kierrätyslannoitevalmisteiden käyttöön niitä tarvitsevilla peltolohkoilla. Tämä tarkoittaa käytännössä suurta, keskitettyä mittakaavaa, sillä biokaasulaitoksen, mädätteen jatkojalostuksen ja biokaasun hyödyntämisen investointi on kokonaisuutena suuri eikä siksi pienemässä mittakaavassa mahdollinen. Biokaasusta tuotetulla energiamuodolla ei ravinteiden jalostuksen kannalta ole juurikaan merkitystä, mutta toiminnan kannattavuuden kannalta liikennepolttoaineen tuotanto on todennäköisin vaihtoehto.

3.4.2. Lantabiokaasutuen hyväksyttävyyden EU:n valtiontukisääntöjen kannalta

Valtiontukien sääntely perustuu Euroopan unionin toimintaa koskevaan sopimukseen (SEUT), jonka 107 artiklan 1 kohdan mukaan valtiontuki 1) siirtää julkisia varoja yrityksille tai taloudelliseen toimintaan jossain muussa muodossa 2) on valikoiva joko yritysten, alojen tai alueiden suhteen 3) vääristää tai uhkaa vääristää kilpailua ja 4) vaikuttaa jäsenvaltioiden väliseen kauppaan. Mainitut neljä edellytystä ovat kumulatiivisia, eli kaikkien on toteuduttava, jotta kyse olisi valtiontuesta⁹. Jäsenvaltion on ilmoitettava suunnitelluista tukitoimista komissiolle SEUT 108 artiklan 3 kohdan mukaisessa ennakkoilmoitusmenettelyssä, eikä tukea saa panna täytäntöön ennen komission hyväksyntää.

SEUT 107 artiklan 2 ja 3 kohdissa säädetään kuitenkin tuista, joiden katsotaan tai voidaan katsoa soveltuvan sisämarkkinoille ja joihin ei tästä johtuen sovelleta rajoituksia. Artiklan 3 c-alakohdan mukaan tiettyjä ympäristönsuojelua ja tiettyjä maatalouteen suunnattuja tukia pidetään hyväksyttävinä, jos ne ovat ns. komission suuntaviivojen mukaisia. Lisäksi tukikiellosta on erikseen säädetty poikkeuksia, joista merkittävin on niin sanottu yleinen ryhmäpoikkeusasetus (EU N:o 651/2014). Sen piiriin kuuluvat tuet ovat kevyemmän ilmoitusmenettelyn piirissä, jolloin komission hyväksyntää ei tarvitse odottaa.

Ruotsin lantabiokaasulaitosten tuen (gödselgasstödet)¹⁰ hyväksyttävyyden EU:ssa perustui vuonna 2014 voimassa olleisiin komission suuntaviivoihin, jotka koskivat ympäristönsuojelua varten myönnettyjä

⁹ Tyypillisesti valtiontuki liitetään perinteisiin taloudellisiin ohjaukeinoihin kuten verotukseen tai suoriin tukitoimiin, mutta myös lainsäädännöllinen velvollisuus tai oikeus voi täyttää valtiontuen tunnusmerkistön. Ks. esim. komission tiedonanto Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen 107 artiklan 1 kohdassa tarkoitettua valtiontuen käsitteestä (2016/C 262/01).

¹⁰ Utformning av pilotprojekt avseende ersättning för dubbel miljönytta 2014-2023 (Gödselgasstöd).

https://www.jordbruksverket.se/download/18.465e4964142dbfe4470395e/1387528575113/F%C3%B6rslag+till+g%C3%B6dselgasst%C3%B6d_131220.pdf

tukia¹¹. Toimintatuen hyväksyttävyyttä määritettiin suuntaviivojen 3.1.6.2 alakohdassa (toimintatuki uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseen). Sitten suuntaviivat on uudistettu ja uusiutuvan energian tukien hyväksyttävyyserusteita on muutettu.

Uusissa vuosille 2014–2020 annetuissa ympäristönsuojelun suuntaviivoissa¹² vastaavista tukiperusteista säännellään ympäristö- ja energiatukia koskeissa kohdissa 3.3.2.2 (Tuki uusiutuvista lähteistä tuotetulle muulle kuin sähköenergialle) ja 3.3.2.3. (Tuki olemassa oleville biomassalaitoksille poiston jälkeen). Sen sijaan maataloutta koskevista suuntaviivoissa ei näyttäisi olevan perustetta biokaasulaitosten toimintatuella. Ympäristönsuojelua koskevien suuntaviivojen lisäksi ryhmäpoikkeusasetuksen 43 artiklassa säädetään toimintatuista ”uusiutuvista energialähteistä pienissä laitoksissa tuotetun energian käytön edistämiseen”. Artiklan mukaista tukea voidaan kuitenkin myöntää vain käsittelykapasiteetiltaan alle 50 000 tonnin laitoksille. Vastaavaa rajoitusta ei ole suuntaviivoissa.

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että tässä selvityksessä ehdotettu lantabiokaasutuki on EU:n valtiotukisääntelyn kannalta hyväksyttävissä, jos se on vuosille 2014–2020 annettujen ympäristönsuojelun suuntaviivojen 3.2 kohdan mukaisten yleisten säännösten (tuen kannustavuus, tarkoituksenmukaisuus, läpinäkyvyys jne.) mukainen sekä täyttää lisäksi ympäristönsuojelun suuntaviivojen ympäristö- ja energiatukia koskeissa kohdissa 3.3.2.2 tai 3.3.2.3 tarkemmin määritetyt erityiset edellytykset. Esimerkiksi yksi keskeinen tuen hyväksymisperuste näyttäisi olevan uskottavan seurantajärjestelmän luominen tuen vaikuttavuudelle, johon myös Ruotsissa panostettiin vuonna 2014.

¹¹ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008XC0401\(03\)&from=FI](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008XC0401(03)&from=FI)

¹² Euroopan komission suuntaviivat valtiontuesta ympäristönsuojelulle ja energia-alalle vuosina 2014–2020 (2014/C 200/01)

4. Esimerkkilaitokset Suomen lantabiokaasutuen arvioimiseksi

Suomeen soveltuvan lantabiokaasutuen arvioimiseksi luotiin erilaisia esimerkkilaitoksia eri kokoluokissa sekä erilaisilla syöteseoksilla. Näille skenaarioille laskettiin lannan prosessoinnin kustannus kannattavuuden rakentumisen sekä tarvittun tukitason havainnollistumiseksi, oli pa tuen määrittämisen kohteena tuotettu biokaasu tai mädätteeseen päätyvät ravinteet.

Koska biokaasulaitosten ratkaisut syöteseoksista teknisiin ratkaisuihin voivat vaihdella merkittävästi, valittiin tarkasteluun tietynlainen laitoskokonaisuus, jossa tuotettu biokaasu hyödynnetään liikenteen polttoaineena ja mädätettä jalostetaan uusiksi kierrätyslannoitevalmisteiksi. Esimerkkilaitoksiin valittiin kaksi erilaista lantasyöteseosta, joista toinen painottui sianlantaan ja toinen naudanlantaan. Syöteseokset laskettiin pelkille lantaseoksille sekä siten, että 30 % osuus syötteistä oli nurmea (20 %) ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja (10 %, porttimaksullinen). Huomioitua laitoskokoluokat olivat 50 000, 100 000, 200 000 ja 300 000 tonnia syötettä per vuosi. Vertailuksi laskettiin myös kahden kokoluokan (50 000 ja 100 000 t) biokaasulaitokset, joissa mädätetään ainoastaan yhdyskuntien ja teollisuuden porttimaksullisia biomassoja.

4.1. Esimerkkilaitosten kuvaus

Laskenta toteutettiin teoreettisille biokaasulaitoksille neljässä eri kokoluokassa (Taulukko 8), jotka olivat:

- 50 000 t/v
- 100 000 t/v
- 200 000 t/v
- 300 000 t/v

Lähtökohtana kokoluokkien valinnassa oli se, että mädätteen sisältämien ravinteiden jatkojalostuksen kapasiteetti on suuri ja siten orgaanisten lannoitevalmisteiden markkinoiden rakentumista tukeva. Vain merkittäviä massamääriä prosessoitaessa on mahdollista toteuttaa suurempi muutos lannan ravinteiden kuljetettavuudessa ja siten käytössä. Koska sekä mädätteen että biokaasun jalostamiskustannukset (investointi ja käyttö) kasvavat epälineaarisesti käsittelykapasiteetin kasvuun verrattuna, tarkasteluun valittiin minimilaitoskooksi 50 000 t/v. Se myös vastaa suurehkoja erilaisia jätteitä ja sivuvirtoja käsitteleviä laitoksia kirjoitushetkellä. Suurimmaksi laitoskooksi valittiin 300 000 t/v, mikä on reilusti suurempi kuin Suomessa tällä hetkellä käytössä tai suunnitteilla olevat laitokset.

Biokaasun jalostuksessa liikennekäyttöön oletettiin, että laitoskoossa 200 000 ja 300 000 t jalostettu kaasu voidaan paineistuksen (compressed biogas, CBG) sijaan myös nesteyttää (liquified biogas, LBG) ja tuottaa näin polttoainetta raskaalle liikenteelle. Kokoluokissa 50 000 t ja 100 000 t biokaasu jalostettiin paineistetuksi kaasuksi (CBG, Taulukko 8).

Lannan biokaasutusta tarkasteltiin viiden eri syöteseoksen avulla (Taulukko 9). Ensimmäisessä seoksessa lannan osuus biokaasulaitoksen syötteestä on 100 % ja mädätettävä lanta jakautuu lantatyyppeittäin taulukon 9 mukaisesti joko sian lantaan (Sika 100) tai naudan lantaan (Nauta 100) painottuen. Lantatyyppeiden suhteet valittiin perustuen Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan ELY-alueiden alueella muodostuvien lantojen suhteisiin niin, että sian lietelannan osuutta painotettiin erityisesti ns. sianlantaskenaariossa ja naudan lietelantaa ns. nautaskenaariossa.

Taulukko 8. Esimerkkilaitokset eri syöteseoksilla ja laskennassa huomioitu liikennepolttoaineen olomuoto.

	Liikennepolttoaine	Paineistettu biokaasu (CBG)		Nesteytetty biokaasu (LBG)	
		50 000	100 000	200 000	300 000
	Laitoksen kapasiteetti, t/v				
Painotus sian lannassa	Sika 100	x	x	x	x
	Sika 70	x	x	x	x
Painotus naudan lannassa	Nauta 100	x	x	x	x
	Nauta 70	x	x	x	x
Porttimaksullinen laitos		x	x	-	-

-, ei laskettu

Taulukko 9. Viiden eri biokaasulaitosskenaarion syötemateriaalien osuus koko laitoksen käsittelemästä massasta. Lantojen keskinäinen suhde on sama sekä 100 % että 70 % lantaa käsittelevissä skenaarioissa.

		Painotus sian lannassa		Painotus naudan lannassa		Porttimaksullinen laitos
		Sika 100	Sika 70	Nauta 100	Nauta 70	
Syötemassa						
Lannat	Nauta, lietelanta	25 %	18 %	75 %	53 %	-
	Nauta, kuivat lannat	18 %	13 %	12 %	8 %	-
	Sika, lietelanta	50 %	35 %	10 %	7 %	-
	Muu siipikarja	2 %	1 %	2 %	1 %	-
	Turkislanta	5 %	4 %	1 %	1 %	-
Muut	Säilörehunurmi	-	20 %	-	20 %	-
	Elintarviketeollisuuden sivuvirta	-	10 %	-	10 %	25 %
	Biojäte	-	-	-	-	25 %
	Puhdistamoliete	-	-	-	-	50 %

Koska lantojen metaanintuottopotentiaali on yksin melko alhainen ja biokaasulaitokset mieluusti nostaisivat kaasuntuottoa lisäsyötteillä, lantaseoksille luotiin myös laitosesimerkit, joissa lannan osuus syötteistä on 70 % ja loput syötteestä on nurmea (20 %) ja elintarviketeollisuuden virtoja (10 %). Lisäsyötteet valittiin sen mukaan, mitkä biomassat voisivat olla samoilla alueilla tarjolla kuin lanta ja joiden käytön tehostamista tavoitellaan hävikkinurmien hyödyntämiseksi, peltomaan kunnon parantamiseksi ja orgaanisen aineen lisäämiseksi (nurmi) sekä ruokajärjestelmän ravinnekiertojen sulkemiseksi (elintarviketeollisuuden sivuvirrat). Lantaseokset pysyivät samoissa suhteissa kuin pelkän lantasyötteen laitoksissa (Sika 70, Nauta 70).

Lantaa vastaanottavilla laitoksilla ei huomioitu mitään porttimaksua lannoille eikä nurmille. Toisaalta laitos ei myöskään maksanut niistä tiloille. Vain elintarviketeollisuuden sivuvirralla laskettiin 70 % lantalaitoksissa porttimaksu (50 €/t).

Sen sijaan yhdyskuntien ja teollisuuden jätebiomassoja käsittelevän vertailulaitoksen syötteiksi oletettiin yhdyskuntien biojäte (25 %), elintarviketeollisuuden sivuvirrat (25 %) ja puhdistamoliete

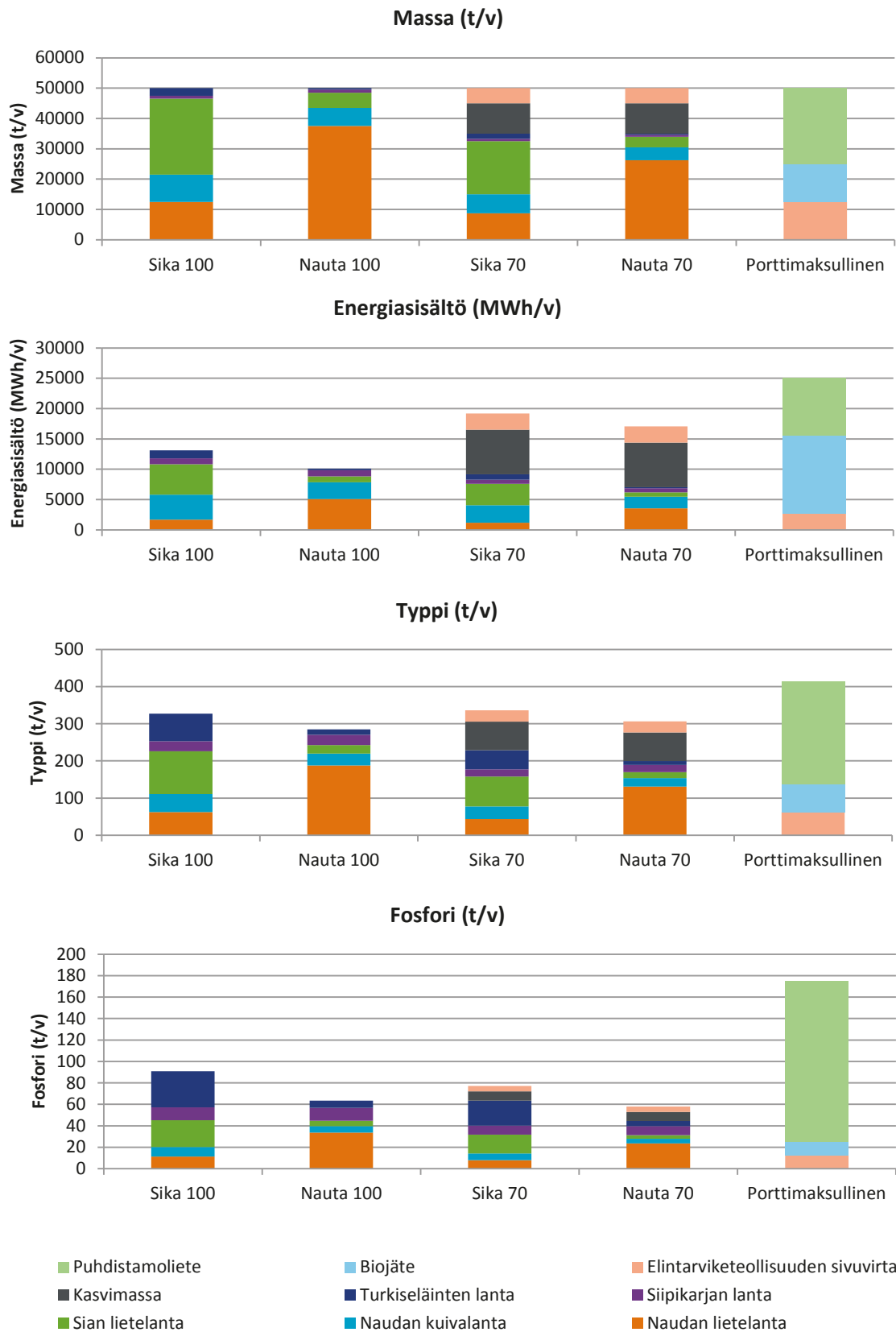
(50 %). Kaikista jakeista on saatavilla porttimaksu, jonka tässä arvioitiin olevan 50 €/t. Todellisuudessa porttimaksun hinta voi vaihdella biomassan mukaan merkittävästi.

Biokaasulaitoksen käsittelemillä syötemassoilla on vaikutus biokaasulaitoksen tuotteisiin, sekä tuotettuun energiaan että jalostettaviin ravinteisiin. Pelkän lannan mädätyksessä biokaasutuotto jää korkeamman metaanintuottopotentialin sisältävien biomassojen tuottoa matalammaksi. Lietelannoilla matala kuiva-ainepitoisuus laskee kaasuntuottoa lantatonnia kohden. Lannassa on kuitenkin runsaasti ravinteita (Kuva 8). Lannan matalan energiapotentiaalın vuoksi esimerkkilaitoksissa 'Sika 70' ja 'Nauta 70' tuotetusta biokaasun energiasisällöstä lannan osuus on vastaavasti 48 % ja 41 %.

Porttimaksullisen laitoksen käsiteltävästä materiaalista 50 % oli puhdistamolietettä, minkä vuoksi laitoksen käsittelemän fosforin osuus on suuri. Puhdistamolietteessä fosfori on kuitenkin yleisesti sitoutuneena saostuskemikaalina käytettyyn rautaan, jolloin sen käyttökelpoisuus kasvinravinteena ei ole lantaperäisen fosforin veroista. Porttimaksullisessa laitoksessa suuri osa energiapotentiaalista on peräisin biojätteestä (Kuva 8).

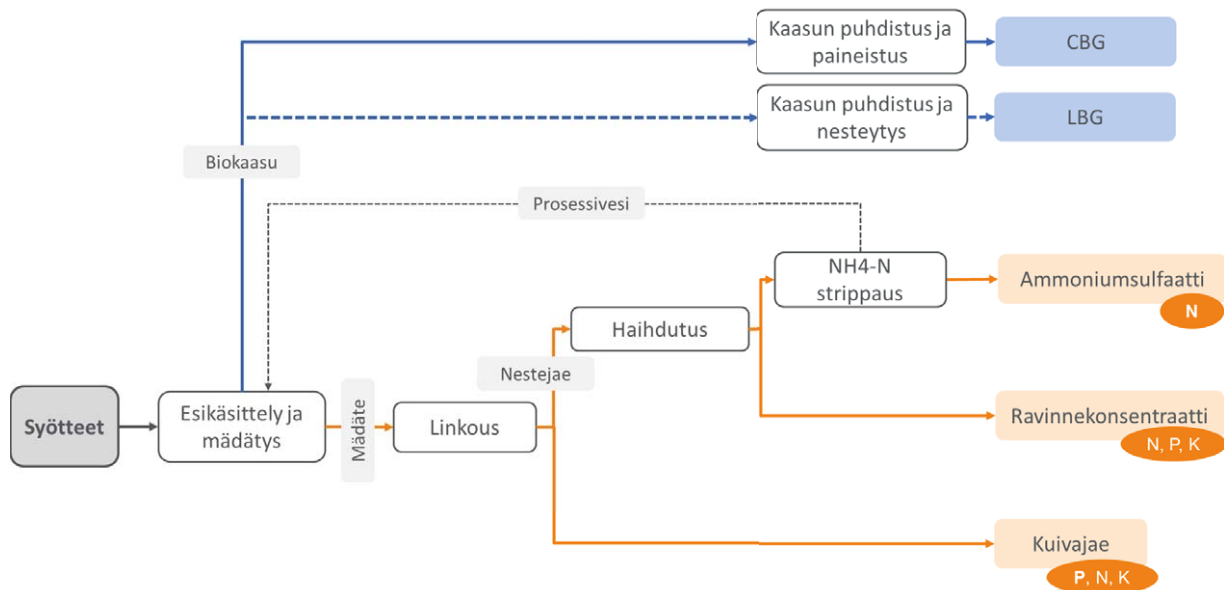
Esimerkkilaitoksissa muodostuvalle mädätteelle muodostettiin jalostusketju, jossa useamman jatkojalostusteknologian yhdistelmällä mädätteestä on prosessoitavissa kuljetettavia ja väkevöityjä kierrätyslannoitevalmisteita (Kuva 9). Jatkojalostusteknologioiksi valittiin mädätteen separointi linkoamalla sekä nestejakeen haihdutus ja strippaus. Jalostusketju valittiin tällaiseksi, sillä em. teknologioista on Suomessa täydenmittakaavan kokemusta ja sitä kautta tietoa niiden investointi- ja käyttökustannuksista. Muista jalostuksen vaihtoehdoista voi lukea esimerkiksi Luostarisen ym. (2019) raportista.

Separoinnissa käsiteltävän massan neste- ja kuivajae erotellaan toisistaan mekaanisesti, tässä laskennassa linkoamalla. Linkouksessa kuivajakeeseen saadaan 90 % mädätteen sisältämästä fosforista, kun taas nestejakeeseen päätyy noin 75 % typestä. Kuivajae soveltuu sellaisenaan lannoitevalmisteksi ja koska sen massa on vedenerotuksen jälkeen pieni, se on myös helpommin ja taloudellisemmin kuljetettavissa. Kuivajaetta on mahdollista jatkojalostaa esimerkiksi kuivaamalla ja rakeistamalla, mutta tämä prosessiyhdistelmä kuluttaa merkittävästi energiaa ja kääntää prosessoinnin kokonaisuuden energiataseen negatiiviseksi. Siksi se ei välttämättä ole suositeltavaa.



Kuva 8. Syötteiden massa, energiasisältö, tyyppi ja fosfori eri syöteskenaarioissa 50 000 t/v laitoskoossa. Syötemassojen keskinäiset suhteet tarkastelluissa laitoskokoluokissa pysyvät samoina.

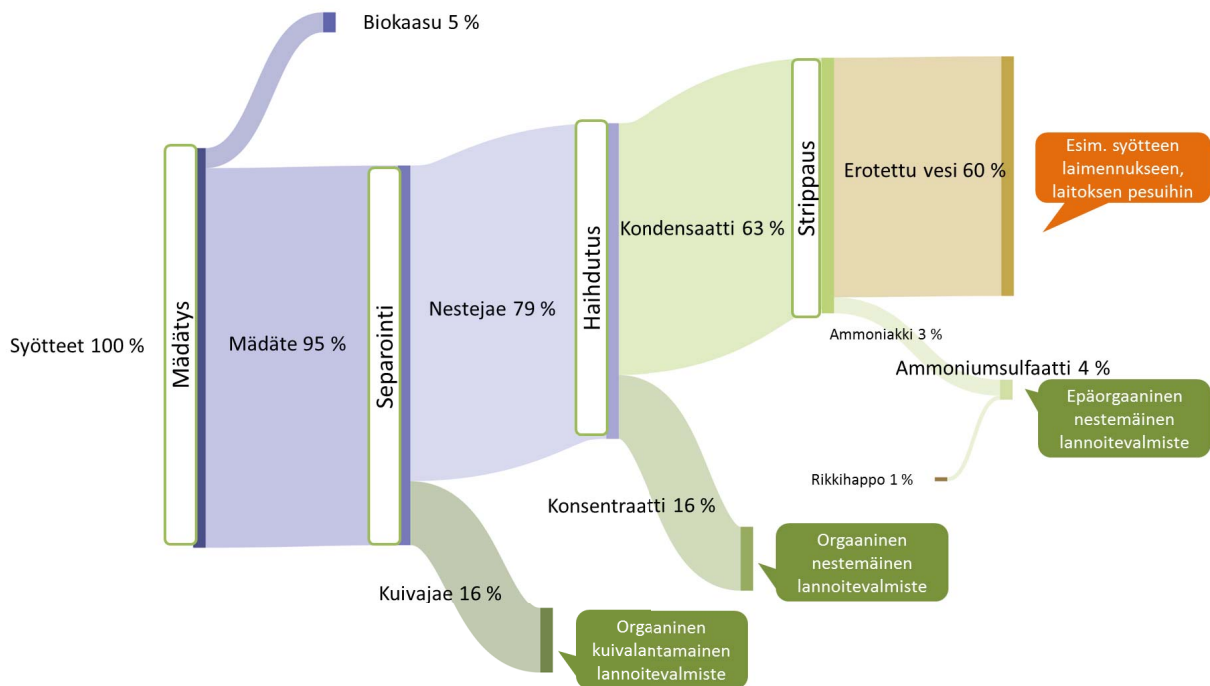
Nestejakeen jatkojalostukseen valittiin haihdutuksen ja strippausprosessin yhdistelmä, jolla pystytään erottamaan tehokkaasti jäljellä olevat ravinteet. Haihdutuksessa nestejakeetta kuumennetaan, jolloin nesteessä jäljellä oleva fosfori ja orgaaninen typpi tiivistyvät ravinnekonsentraattiin. Liukoinen typpi haihtuu ja se otetaan talteen haihdutusta seuraavassa strippausprosessissa pesemällä haihtunut typpi rikkihappoon, jolloin muodostuu ammoniumsulfaattia. Nestejakeen jatkojalostuksessa erottuvaa ravinteista vapaata vettä (60 % syötemassasta) hyödynnetään tässä tarkastelussa laitoksen syötteiden laimentamiseen sekä muihin toimintoihin laitoksella, kuten polymeerin valmistukseen. Se voi myös olla riittävän puhdasta ympäristöön johdettavaksi jalostusprosessista riippuen.



Kuva 9. Esimerkkilaitosten prosessikuvaus. Biokaasu puhdistetaan ja joko paineistetaan (CBG, laituskoot 50 000 ja 100 000 t/v) tai nesteytetään (LBG, laituskoot 200 000 ja 300 000 t/v). Määdäteen prosessoidaan linkoamalla se neste- ja kuivajakeeksi. Nestejakea jatkojalostetaan haihdutuksen ja strippauksen avulla ravinnekonsentraatiksi ja ammoniumsulfaatiksi.

4.2. Ravinteiden jalostus ja lannoitevalmisteiden tuotanto esimerkkilaitoksissa

Prosessoimalla lantaa ja muita tarkasteltavia biomassoja biokaasuprosessissa ja mädätteen jatkojalostustekniikoiden avulla esimerkkilaitosten mukaisesti pystytään alkuperäisestä massasta erottamaan noin 60 % prosessivetenä (Kuva 10). Biokaasuksi laitoksen syötteiden massasta muuntuu noin 5 % ja yhteensä noin 35 % massasta otetaan talteen jatkojalostettuina ravinnetuotteina. Lannoitekäyttöön kuljetettavan massan määrä laskee merkittävästi.



Kuva 10. Esimerkkilaitosten mukainen syötteiden ja mädätteen jatkojalostuksen massatase. Luvut kuvaavat eri vaiheissa muodostuvien jakeiden massan osuutta syötteiden kokonaismassasta prosentteina. Kuva sisältää massasta erotetun veden, josta laitoksissa 'Sika 100' ja 'Nauta 100' noin 30 %, 'Sika 70' ja 'Nauta 70' skenaariossa noin 50 % ja porttimaksullisessa laitoksessa noin 60 % kiertää prosessivetenä syöteseoksen laimennukseen.

Syötteiden erilaisten ravinne- ja kuiva-ainepitoisuuksien vuoksi muodostuvat kierrätyslannoitevalmisteet ovat eri esimerkkilaitoksissa hieman erilaisia (Taulukko 10, Liite 2). Lisäksi syöteseoksen laimennukseen käytettävän veden määrä on syötemateriaalien ominaisuuksista riippuen jokaisessa laitoksessa erilainen, mikä osaltaan vaikuttaa muodostuvien lannoitevalmisteiden ominaisuuksiin. Biokaasulaitosten syötteiden sisältämästä fosforista 90 % saadaan talteen kuivajakeena, jossa fosfori on alkuperäistä tiiviimmässä muodossa, ja näin myös kuljettavissa alkuperäistä lantaa taloudellisemmin. Merkittävää hintaa siitä ei kirjoitushetkellä ole kuitenkaan saatavissa, vaikka sen sisältämä fosfori on kasveille käyttökelpoinen ja orgaaninen aines toimii maanparannuksessa.

Lähes kaikki syötemateriaalien liukoinen tyyppi sekä mädätyksen aikana orgaanisesta aineesta vapautunut tyyppi saadaan talteen ammoniumsulfaattina, joka on epäorgaaniseen lannoitteeseen verrattavissa oleva tuote. Ammoniumsulfaattia voidaan tarpeen mukaan käyttää joko biokaasulaitoksen lähialueella tai kauempanakin ja sen olomuoto on nestemäinen. Korkean tyypipitoisuutensa vuoksi ammoniumsulfaatti on selkeästi myös tuote, jonka laitos saa myytyä hyvällä hinnalla.

Haihdutuksessa muodostuva ravinnekonsentraatti sisältää orgaanista typpeä, fosforia ja kaliumia. Se on kuitenkin suhteellisen laimea nestemäinen tuote, jolle merkittävää hintaa ei tällä hetkellä ole saatavissa ja laimeutensa vuoksi se on käytettävä biokaasulaitoksen lähialueella. Tämyntyyppisiä kierrätyslannoitevalmisteita ajatellen harkinnanarvoista olisi, että vähäisen fosforin valmisteita saisi käyttää korkeamman fosforiluokan maille (esim. 5 kg P/ha), jos valtaosa alueen fosforiylijäämästä saadaan siirtymään fosforia tarvitseville alueille ja valmisteen käyttö edistäisi lantatypen hyödyntämistä.

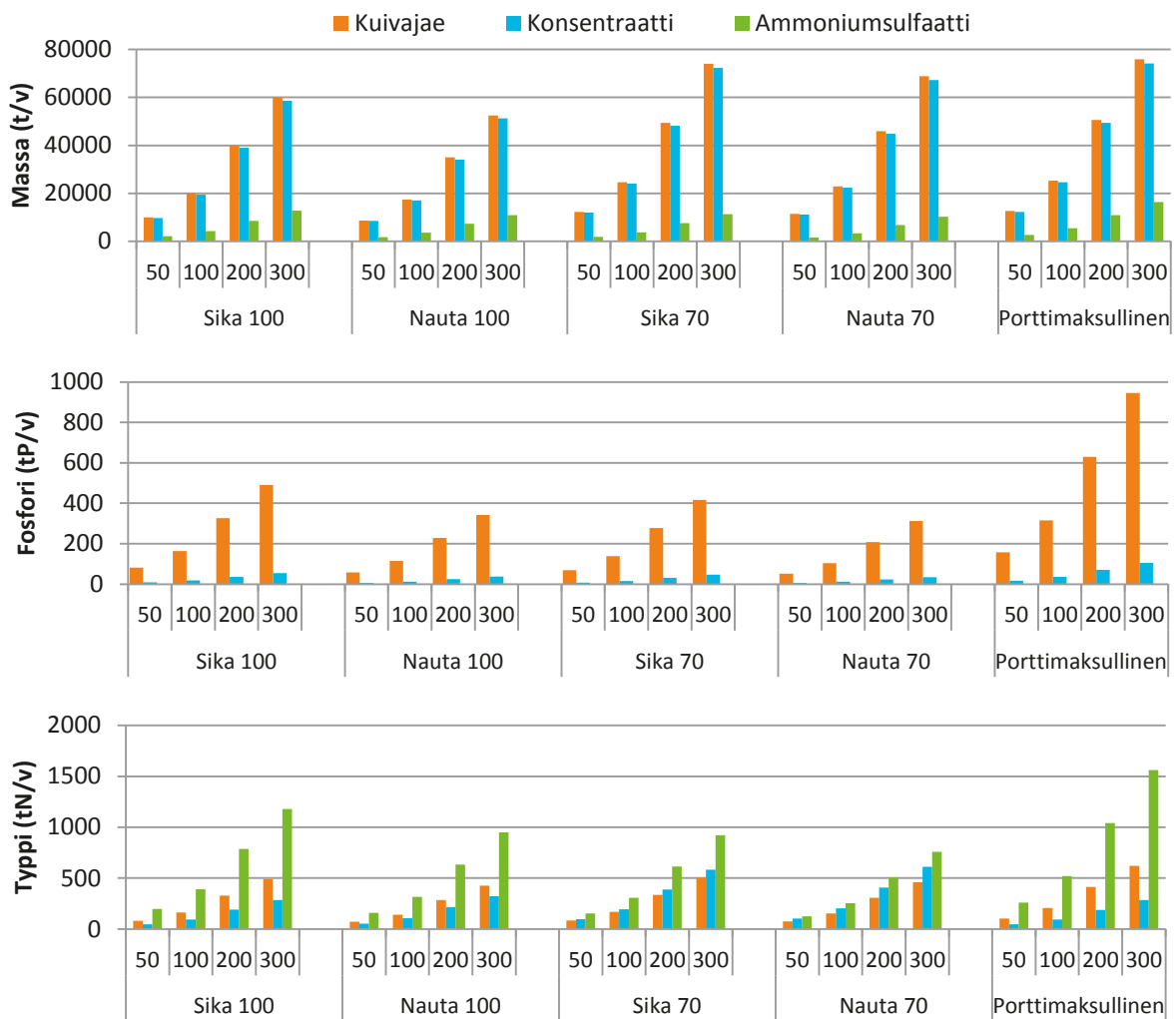
Taulukko 10. Esimerkkilaitoksissa muodostuvien kierrätyslannoitevalmisteiden (kuivajae, ravinnekonsentraatti ja ammoniumsulfaatti) laskennalliset ominaisuudet. Tarkemmat ominaisuudet laitoksittain liitteessä 2.

Kierrätyslannoitevalmiste	Esimerkkilaitos	TS (%)	VS (%)	Ntot (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	Ptot (g/kg)
Kuivajae	Sika/Nauta 100	35	26	8,1	3,4	7,3
	Sika/Nauta 70	32	25	6,7	2,1	5,1
	Porttimaksullinen	27	16	8,1	3,6	12,4
Ravinnekonsentraatti	Sika/Nauta 100	15	11	5,6	0,0	0,8
	Sika/Nauta 70	14	10	8,5	0,0	0,6
	Porttimaksullinen	11	7	3,8	0,0	1,4
Ammoniumsulfaatti	Sika/Nauta 100	-	-	-	103,7	-
	Sika/Nauta 70	-	-	-	87,5	-
	Porttimaksullinen	-	-	-	94,7	-

-, ei lukuarvoa

Massaltaan sekä ammoniumsulfaattia ja konsentraattia muodostuu biokaasulaitoksella huomattavasti kuivajaeita enemmän ja mitä suuremmasta laitospasiteetista on kyse, sitä suurempi nestemäisten jakeiden levitysala on laitoksen lähialueelta löydyttävä (Kuva 11). Ammoniumsulfaatille tämä tuskin on ongelma, sillä typpilannoitusta tarvitaan varmasti. Ravinnekonsentraatille voi olla haastavampaa löytää riittävästi käyttöä. Maatalouden lisäksi nestemäistä ravinnekonsentraattia ja ammoniumsulfaattia voi ohjautua myös teollisuuteen.

Lisäksi, mitä suurempi lannankäsittelykapasiteetti biokaasulaitoksella on, sitä suurempi vaikutus sillä on myös alueellisiin fosforitaseisiin. Esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla on alueen kasvintuotannon fosforitarpeeseen suhteutettuna reilut 900 t/v liikaa lantafosforia (Luke & SYKE: Ravinlaskuri). Yksi 300 000 t/v lantaa käsittelevä laitos pystyy kuitenkin muuntamaan lantasyötteenosuudesta ja lantatyypeistä riippuen jopa 490 t/v fosforia kuljetettavampaan muotoon. Näin ollen jopa puolet alueen fosforiylijäämästä olisi kuljetettavissa sieltä pois. Varsinais-Suomessa lantafosforin ylijäämä on noin 200 t/v. Tämä fosforimäärä pystyttäisiin muuntamaan kuljetettavaan muotoon jo 200 000 t/v käsittelevässä biokaasulaitoksessa.

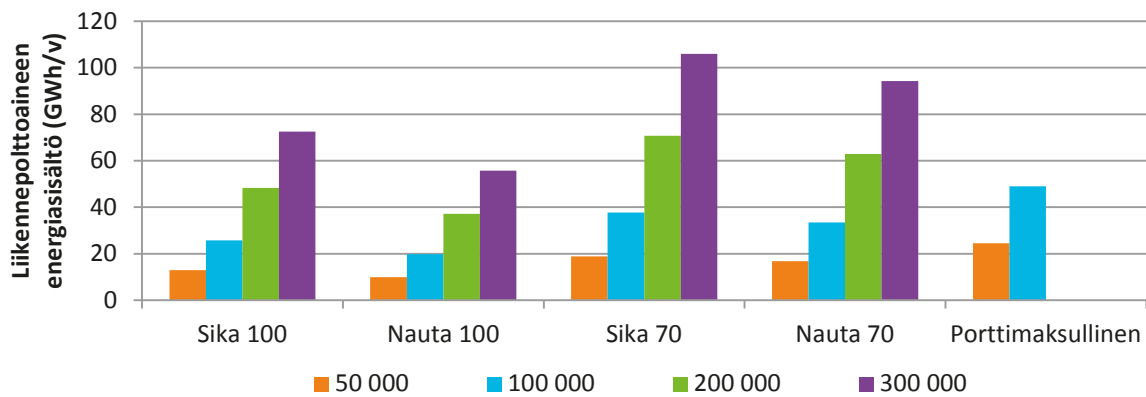


Kuva 11. Eri esimerkkilaitoksissa muodostuvat kierrätyslannoitevalmisteet (massa, t/v) sekä niiden sisältämän fosforin ja typpien määrät (t/v).

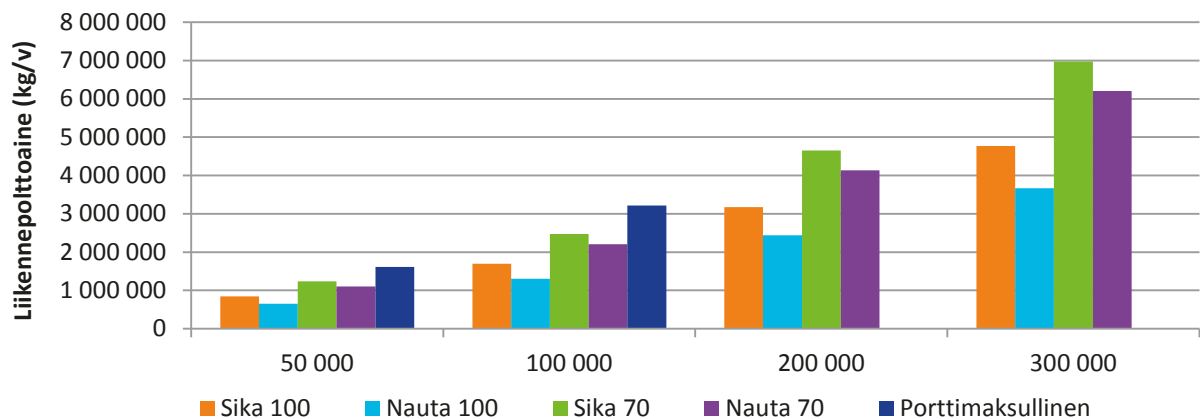
4.3. Esimerkkilaitosten energiantuotanto

Esimerkkilaitosten energiantuotanto laskettiin perustuen syötemateriaalien metaanintuottopotentiaaliin (Liite 1). Koska täysi biomassan kaasuntuottopotentiaali harvoin saavutetaan täyden mittakaavan laitoksessa, käytettiin laskennassa korjauskerrointa, jonka mukaan 90 % syötteiden potentiaalista saataisiin talteen. Kaasumääristä laskettiin edelleen paineistetun liikennekaasun (CBG) sekä nesteytetyn kaasun (LBG) tuotantomäärät jalostustekniikoiden hyötysuhteiden avulla (CBG: 98 %, LBG: 92 %, Liite 1).

Laitosten tuottama energiamäärä joko paineistettuna liikennekaasuna (CBG) tai nesteytettynä raskaan kaluston polttoaineena (LBG) oli pelkkää lantaa käsittelevissä 50 000 tonnin laitoksissa noin 10–20 GWh (noin 0,65–1,1 miljoonaa kiloa). Laitoskoon kasvaessa 300 000 tonniin tuotetaan polttoainetta jo 60–100 GWh (noin 5–7 miljoonaa kiloa) vuositasolla (Kuvat 12 ja 13). Porttimaksullisen laitoksen kokoluokissa 50 000 ja 100 000 t polttoaineen tuotanto oli lähes kaksinkertainen yksinomaan lantaa syötteenä käyttäviin laitoksiin verrattuna (25 ja 50 GWh tai 1,6 ja 3,2 miljoonaa kiloa), mikä alleviivaa eroa eri syötemateriaaleja käyttävien laitosten kannattavuuden rakentumisessa kaasun myynnistä saatavista tuloista. Lantalaitoksista suurin energiantuotanto saavutettiin 'Sika 70' -laitoksessa.

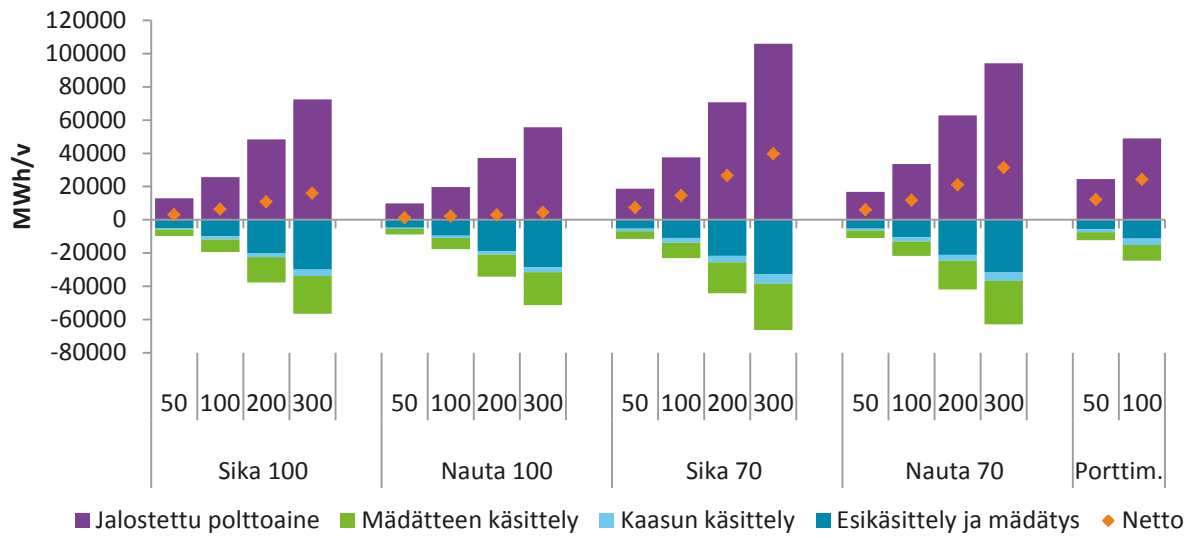


Kuva 12. Tuotetun liikennepolttoaineen (CBG kahdessa pienemmässä laitospaikassa, LBG kahdessa suuremmissa) energiasisältö (GWh/v) eri erimerkkilaitoksissa syötteenä riippuen.



Kuva 13. Tuotetun liikennepolttoaineen (CBG kahdessa pienemmässä laitospaikassa, LBG kahdessa suuremmissa) tuotantomäärä erimerkkilaitoksissa laitospaikasta riippuen.

Esimerkkilaitosten energiankulutusta tarkasteltiin karkealla tasolla eikä seuraavana esitettyä tule ottaa täsmällisenä energialaskelmana. Laitoksissa voidaan mm. lämmön talteenoton ja monin ope- rointiin liittyvien keinojen avulla vähentää laitoksen tarvitsemaa energiaa (ks. Liite 1). Karkeamman- kin tarkastelun perusteella laitosten energiatase on esitetyllä prosessikokonaisuudessa positiivinen, ts. jokainen esimerkkilaitos tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa (Kuva 14). Laitos voisi tuottaa sähkö ja lämpöä ja kuluttaa osan niistä omiin tarpeisiinsa. Tässä työssä oletuksena kuitenkin oli, että kaikki laitosten tuottama biokaasu jalostetaan polttoaineeksi ja laitoksen tarvitsema sähkö ja lämpö ostetaan laitoksen ulkopuolelta. Näin laitoksella ei ole tarvetta sekä kaasunpuhdistuksen ja käsittelyn (paineistus tai nesteytys) sekä CHP:n investoinnille ja ylläpidolle, vaan toiminnassa voidaan keskittyä liikennekaasun sekä ravinnetuotteiden tuotantoon.



Kuva 14. Esimerkkilaitosten energiankulutus- ja tuotto sekä nettoenergia eli se osuus, mikä jää jäljelle, kun energiantuotannosta vähennetään laitoksen kulutus. Negatiiviset arvot kuvaavat kulutusta ja positiiviset tuotettua energiaa ja laitospasiteetti yksikössä 1000 t/v.

5. Lantabiokaasulaitosten kannattavuus ja ehdotus lantabiokaasutueksi

Biokaasulaitos tuottaa biokaasua ja ravinnepitoisia kierrätyslannoitettuja tuotteita. Biokaasun hyödyntäminen edellyttää sen jalostamista jakelukelpoiseen muotoon ja jalostamistarve riippuu kaasun energiankäytön muodosta. Tämän tarkastelun esimerkkilaitokset tuottavat liikennebiokaasua, mistä syystä ne on varustettu biokaasun puhdistuksen ja paineistuksen laitteilla (esimerkkilaitokset koossa 50 000 ja 100 000 t) tai biokaasunpuhdistuksen ja nesteytyksen laitteilla (esimerkkilaitokset koossa 200 000 ja 300 000 t). Vastaavasti mädäte on jalostettava muotoon, jossa se on kuljetettavissa ja käytettävissä siellä, missä sitä tarvitaan. Mitä suurempi biokaasulaitos, sitä todennäköisempää on, että mädätettä on jalostettava merkittävästi sen kestävän ja tehokkaan hyödyntämisen varmistamiseksi.

Tässä tarkasteltujen esimerkkilaitosten investointikustannukset sisältävät perusbiokaasulaitoksen (syötteiden vastaanotto ja siirto, syöttölaitteisto, hygienisointi, reaktorit, jälkikaasu-/väli-varastointialtaat), biokaasun puhdistuksen ja jalostuksen liikennekaasuksi (kuten edellä kuvattu; ks. osio 4) sekä mädätteen jatkojalostuksen (separointi ja nestejakeen jatkojalostus; ks. osio 4). Nesteytetyn biokaasun jalostuksen tapauksissa investointikustannuksiin sisältyy myös tankkausliitin raskaille ajoneuvoille. Lisäksi kustannuksissa on huomioitu laitosten käyttökustannukset, jotka sisältävät laitoksen tarvitsemat aineet ja materiaalit, energiakulut (uusiutuva verkkosähkö ja hakelämpö), ulkopuoliset palvelut sekä henkilöstökulut. Logistiikan kustannuksia (syötteet laitokseen, kierrätyslannoitteen valmistamiseksi käyttökohdeisiinsa) ei ole huomioitu, sillä ne vaihtelevat tapauskohtaisesti paljon. Ne voivat kuitenkin olla merkittävät. Investointikustannukset eivät myöskään sisällä tankkausasemaa liikennepolttoaineen jakelua varten.

Kannattavuuden laskennassa käytetyt lähtöarvot on koottu täsmällisemmin liitteisiin 3-5.

5.1. Nettonykyarvo kannattavuuden laskentamenetelmänä

Investointikustannus pitää pystyä kattamaan tulevilla tuotoilla, mutta tähän liittyy aina epävarmuus tulevista tuloista ja menoista. Mitä kauemmaksi tulevaisuuteen investoinnin odotettavissa oleva tuotto sijoittuu, sitä vähemmän sillä on arvoa nykyhetkellä. Tämä pätee, vaikka tuotto olisi varmaa ja inflaatiota ei olisi, koska investointiin käytettävällä rahalla on aina vaihtoehtoiskustannus, eli tuotto, joka menetetään, jos raha olisi sijoitettu johonkin muuhun. Jotta tämänhetkinen ja tulevaisuudessa maksettava raha olisivat vertailukelpoista keskenään, pitää tulevien maksujen arvo päivittää nykyhetkeä vastaavaksi, eli diskontata.

Nettonykyarvo on investointikustannuksen, tulevien tuottojen ja tulevien kustannusten nykyarvojen summa. Jos summa on positiivinen, on jäänyt voittoa kaikkien kustannusten jälkeen. Jos summa on negatiivinen, ei investointiin kannata ryhtyä.

Tässä tarkastelussa tuottojen laskennan perusoletuksena on 1,5 euron (1,31 euroa, ALV 0 %) myyntitulo biokaasusta. Lisäksi laitoksen investointikustannukselle (Liite 3) oletetaan 10 % jäännösarvo 15 vuoden käyttöajan lopussa. Diskonttokoroksi arvioidaan maltillinen 2 %. Lantaa mädättävien esimerkkilaitosten vertailulaitoksena on yhdyskuntien ja teollisuuden sivuvirtoja käsittelevä ja niistä porttimaksua perivä biokaasulaitos (porttimaksu 50 euroa/t). Porttimaksun hinta perustuu arvioon keskimääräisestä biokaasulaitosten vastaanottamasta liete- ja jäteperäisten massojen porttimaksusta, joka todellisuudessa vaihtelee biomassasta riippuen.

Ilman avustuksia tarkastellut lantabiokaasulaitokset eivät ole kannattavia (Taulukko 11). Suuremmat laitokset (200 000–300 000 t/v) ovat massavirtaan suhteutettuna kannattavampia, mutta silti tappiol-

lisiä (logistiikkakuluja ei huomioitu). Sikapainotteisen lantaseoksen esimerkkilaitokset tuottavat paremman taloudellisen tuloksen kuin nautapainotteiset, sillä niissä muodostuu enemmän biokaasua. Lantaseoksen täydentäminen kasvibiomassalla ja elintarviketeollisuuden sivuvirroilla (Sika 70 ja Nauta 70) parantaa merkittävästi kaasuntuottoa ja lisää siten tulonmuodostusta. Porttimaksu 10 % osuudelle syöteseoksesta (elintarviketeollisuuden sivuvirta) parantaa kannattavuutta merkittävästi 'Sika 70' ja 'Nauta 70' -laitoksissa. Kokonaan porttimaksulliset vertailulaitokset ovat kannattavia ilman tukia, mikä johtuu niiden suuresta energiantuotantopotentiaalista ja perityistä porttimaksuista.

Taulukko 11. Laitoksen kannattavuus ilman investointiavustusta. Suluissa olevat luvut kuvaavat Sika ja Nauta 70 -laitoksia ilman elintarviketeollisuuden sivuvirrasta (10 % syöteseoksen massasta) saatavaa porttimaksua.

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	20 0000	300 000
Laitoksen kuvaus	Euroa per tonni massavirta			
Sika 100	-19,6	-11,0	-9,5	-6,2
Nauta 100	-26,4	-16,4	-14,8	-11,0
Sika 70	-11,0 (-13,8)	-4,1 (-6,9)	-1,7 (-4,5)	1,2 (-1,6)
Nauta 70	-13,9 (-16,9)	-6,4 (-9,4)	-3,8 (-6,8)	-0,7 (-3,7)
Porttimaksullinen laitos (100 % porttimaksullinen syöte)	19,2	26,1	-	-

-, ei tarkastelussa

5.1.1. Investointiavustus ja metaanin tuotannon tuki

Suuria biokaasulaitoksia tuetaan jo nykyisellään investointiavustuksella (työ- ja elinkeinoministeriön myöntämä energiatuki). Raportin kirjoittamisen aikaan maksimituki on 30 % investointiavustus. Investointiavustus on hallinnollisesti hyvin toimiva tukimuoto ja sen myöntämisen ehdoilla voidaan vaikuttaa hankkeen suunnitteluun. Investointiavustus parantaa kannattavuutta huomattavasti, mutta tarjolla oleva 30 % tukitaso ei kuitenkaan vielä riitä nostamaan lantaan perustuvia laitoksia kannattaviksi (Taulukko 12). Porttimaksullisessa laitoksessa tuki nostaa kannattavuutta entisestään.

Taulukko 12. Esimerkkilaitosten kannattavuus investointiavustuksen jälkeen. Suluissa olevat luvut kuvaavat Sika ja Nauta 70 -laitoksia ilman elintarviketeollisuuden sivuvirrasta saatavaa porttimaksua).

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	200 000	300 000
Laitoksen kuvaus	Euroa per tonni			
Sika 100	-14,4	-7,7	-6,8	-4,3
Nauta 100	-20,3	-12,6	-11,7	-8,8
Sika 70	-6,3 (-9,1)	-1,1 (-3,9)	0,6 (-2,2)	3,0 (0,2)
Nauta 70	-8,8 (-11,8)	-3,2 (-6,3)	-1,4 (-4,4)	1,2 (-1,8)
Porttimaksullinen laitos (100 % porttimaksullinen syöte)	23,9	29,1	-	-

-, ei tarkastelussa

Tässäkin raportissa esiteltyjen Suomen naapurimaiden esimerkkien mukaisesti biokaasun energiaa on mahdollista tukea ja sillä on ilmeinen laitoksen kannattavuutta parantava vaikutus. Kun tuotantoa ohjaavan vaikutuksen tavoite on tukea nimenomaan lantaravinteiden kierrätyksen tehostamista, tuen tulisi kohdistua vain lannasta peräisin olevan biokaasun tuotantoon.

Jos tuki kohdistuisi kaikkeen biokaasun tuotantoon, olisi laitoksen kannattavaa käyttää biokaasuprosessissa esimerkiksi paremman metaanintuottopotentiaaloin omaavaa kasvibiomassaa, kuten kävi Saksassa, kun biokaasun tuotantoa tuettiin korkeiden sähköntuotannon tariffien avulla 2000-luvulla. Seurauksena alkuperäinen tavoite tehokkaammasta lannankäsittelystä ja lannan päästöjen hallinnasta jäi sivurooliin ja biokaasua tuotettiin esimerkiksi maissisäilörehusta, jota oli kannattavaa viljellä voimaperäisesti. Seurauksena esimerkiksi maatalousmaan markkinat vääristyivät. Samalla eroosio ja kasvihuonekaasupäästöt maatalousmaista kasvoivat nurmen viljelyn vähentyessä. Myöskään muodostunutta mädätettä ei vuosien huomioitu lannoitteena maan ravinnetaseissa eikä sen käyttöä säädelty, minkä katsotaan johtaneen kasvaneisiin vesistöpäästöihin. Syntyneisiin haittoihin reagoitiin tariffeja alentamalla, mikä puolestaan johti korkeimmilla riskillä toteutettujen laitoksen konkurssihin. Myös lannan käyttöä biokaasuprosesseissa pyrittiin tukemaan aiempaa voimakkaammin, jotta se korvaisi laitosten maissin käyttöä. Vastaavia virheitä tukitoimissa ei luonnollisesti Suomessa haluta tehdä.

Lantaa mädättävien esimerkkilaitosten kannattavuuteen tarvittava tuen tarve laskettiin jakamalla biokaasuntuotanto laskennallisesti lannan ja muiden komponenttien osuuksiin. Tämän jälkeen laskettiin, kuinka paljon lannasta peräisin olevaa osuutta tulisi yhtä tuotettua metaanikiloa kohden tukea, jotta laitoksen tappio tulisi kompensoitua (Taulukko 13). Investointituki oli laskennassa mukana. Kannattavissa suurimmissa esimerkkilaitoksissa tukea ei tarvita kannattavuuden saavuttamiseksi. Negatiivinen tuen tarve on poistettu taulukosta ja korvattu viivalla (-). Porttimaksullinen esimerkkilaitos ei käsittele lantaa, joten se ei ole myöskään oikeutettu lantabiokaasun tukeen.

Taulukko 13. Tarvittava tuki biokaasulle nollatulokseen pääsemiseksi investointiavustuksen jälkeen, vain lannan osuus energiasta huomioitu. Suluissa olevat luvut kuvaavat 'Sika ja Nauta 70'-laitoksia ilman elintarviketeollisuuden sivuvirrasta (10 % syötemassasta) saatavaa porttimaksua.

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	200 000	300 000
Laitoksen kuvaus	Euroa per CH ₄ kg			
Sika 100	1,2	0,7	0,6	0,4
Nauta 100	2,0	1,2	1,1	0,8
Sika 70 (lannan osuus energiasta 48 %)	0,9 (1,4)	0,2 (0,6)	- (0,3)	- (-)
Nauta 70 (lannan osuus energiasta 41 %)	1,6 (2,2)	0,6 (1,1)	0,3 (0,8)	- (0,3)

Tarvittava tukitaso vaihtelee esimerkkilaitoksen koon ja syötteiden mukaan 0,3 euron ja 2,3 euron välillä. Suuremmilla laitoksilla tarvittava tukitaso on pienempi, koska kaasuntuotannon yksikkökustannus on alhaisempi. Laskelman puutteena on, ettei siinä huomioida logistiikan kustannuksia. Suuremmalla laitoksella etäisyydet raaka-aineiden lähteisiin ja lopputuotteiden toimituksiin ovat väistämättä suuremmat. Tästä syystä kustannuserot suurempien ja pienempien laitosten välillä voivat todellisuudessa olla esitettyä pienemmät.

5.1.2. Laitoksen kierrättämä fosfori ja kierrätyksen tukeminen

Ravinnekierron edistämiseksi tärkeintä olisi saada laitokseen lantafosforia tiloilta, joiden fosforitase on ylijäämäinen. Koska fosfori ei häviä biokaasuprosessissa mihinkään, yhtä tärkeää on saada prosessin läpi kulkenut, kuivajakeeseen tai konsentraattiin sitoutunut fosfori levitettyä mahdollisimman monelle sellaiselle viljelyhehtaarille, jossa fosforille saadaan satovastetta.

Suuremmilla laitoksilla levitysalat alkavat olla niin suuria, että etäisyydet levityspelloille väistämättä kasvavat. Etäisyyksistä aiheutuvia kustannuksia voitaisiin kompensoida ympäristökorvauksen kautta, mikäli Ravinteiden ja orgaanisen aineksen kierrättämisen toimenpidettä kehitettäisiin kuutiomääräisen minimilevitysmäärän sijaan fosforikiloja koskevaksi. Tällöin saataisiin vahvistettua kierrätyslannoitteiden vastaanottamisen halukkuutta ja kompensoitua levittämisestä aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia.

Taulukko 14. Esimerkkilaitoksissa käsitellyn fosforin levitysalat, jos levitysmäärä on 15 kg/ha.

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	200 000	300 000
Laitoksen kuvaus	Hehtaaria vuodessa			
Sika 100	6067	12067	24200	36267
Nauta 100	2940	5927	11807	17780
Sika 70	3593	7187	14373	21560
Nauta 70	2707	5413	10780	16240
Porttimaksullinen laitos	11733	23333	*	*

* ei laskettu

Laitoksen tukemisen muotona fosforin kierrättämisen tukeminen olisi erityisesti ravinnetavoitteisiin kohdistuvana tukimuotona oikeudenmukainen. Fosforiin kohdistuvan toimenpiteen muotoilu on kuitenkin vaikeaa. Jos laitoksen tappio kompensoitaisiin käsiteltyjen fosforikilojen perusteella, tulisi tukea maksaa taulukossa 15 esitetty summa fosforikiloa kohden vuosittain. Tukitarve on laskettu koskien kaikkea laitokseen syötettyä fosforia kohden, ei pelkästään lantafosforia koskien. Positiivista tulosta tekevien laitosten (suuremmat 'Sika70' ja 'Nauta70' laitokset elintarvikelietteiden porttimaksulla, sekä kokonaan porttimaksulliset laitokset) osalta tukea ei tarvita kannattavuuden saavuttamiseksi. Negatiivinen tuen tarve on poistettu taulukosta ja korvattu viivalla (-).

Taulukko 15. Esimerkkilaitosten tappio fosforikiloa kohden kohdennettuna. Suluissa olevat luvut kuvaavat 'Sika ja Nauta 70' -laitoksia ilman elintarviketeollisuuden sivuvirrasta saatavaa porttimaksua.

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	200 000	300 000
Laitoksen kuvaus	Euroa/kg fosforia			
Sika 100	9,7	5,2	4,6	2,9
Nauta 100	24,7	15,2	14,1	10,5
Sika 70	8,9 (12,9)	1,6 (5,6)	- (3,2)	- (-)
Nauta 70	15,3 (20,6)	5,7 (10,9)	2,4 (7,7)	- (3,2)
Porttimaksullinen laitos	-	-	*	*

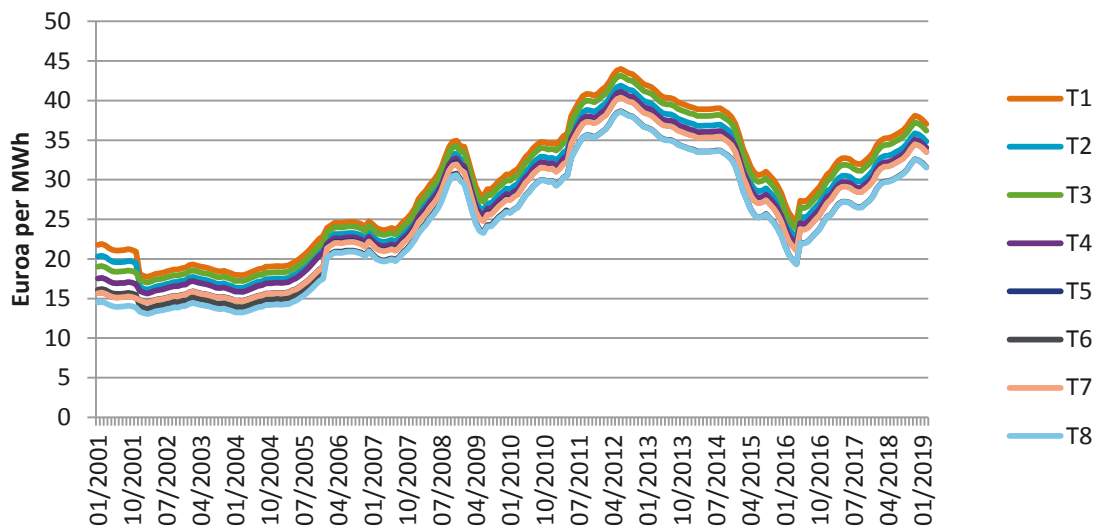
* ei laskettu

5.1.3. Herkkyystarkastelu laitokselle 'Sika 70'

Herkkyystarkasteluun valittiin 100 000 tonnin kapasiteetin laitokselle, joka käyttää syötteenä sianlietettä (70 %) täydennettynä kasvibiomassalla (20 %) ja elintarviketeollisuuden sivuvirroilla (10 %). Laitostyyppi ja kokoluokka valittiin herkkyystarkasteluun, koska tämän tyyppisen laitoksen katsottiin olevan varsin realistinen kokoluokan, syötteiden ja massojen logistiikan sekä ravinteiden kierrätyksen tarpeen näkökulmasta. Esimerkkilaitoksella kannattavuuden haasteet ovat ennen orgaanisten lannoitevalmisteiden markkinoiden käynnistymistä merkittävät, mutta se voisi edustaa laitosta, jolle lantasyötteen hankintasäde ei muodostu liian suureksi. Lisäksi sikatuotannossa fosforin hyödyntämisen paine on mm. tämänhetkisen nurmituotannon vähäisyyden vuoksi usein naudantuotantoa suurempi.

Suurin osa esimerkkilaitoksen tuloista muodostuu biokaasun myyntituloista. Tästä syystä oletetulla biokaasun myyntihinnalla on olennaisin merkitys laitoksen kannattavuudelle. Biokaasun hintojen kehityksestä ei ole olemassa pitkiä aikasarjoja, mutta sitä voidaan verrata maakaasun hintasarjoihin.

Suomessa maakaasun hinta tilastoidaan megawattitunti-kulutuksen perusteella ja tyyppikäyttäjäryhmittäin. Suuremman kulutuksen tyyppikäyttäjille, kuten paljon energiaa kuluttavaan teollisuuteen, kaasun yksikköhinta on edullisempi. Tyyppikäyttäjäryhmien väliset erot ovat pysyneet melko vakioina vuosien varrella ja hintavaihtelu on ollut hyvin samansuuntaista. Vuoden 2010 jälkeen käyttäjäryhmien keskihinta on ollut 32,8 euroa/MWh. Maksimi oli 41,0 euroa (125 % keskiarvosta) ja minimi 21,7 euroa (66 % keskiarvosta). Alkuvuonna 2019 hinta on ollut noin 5 % keskiarvon yläpuolella.

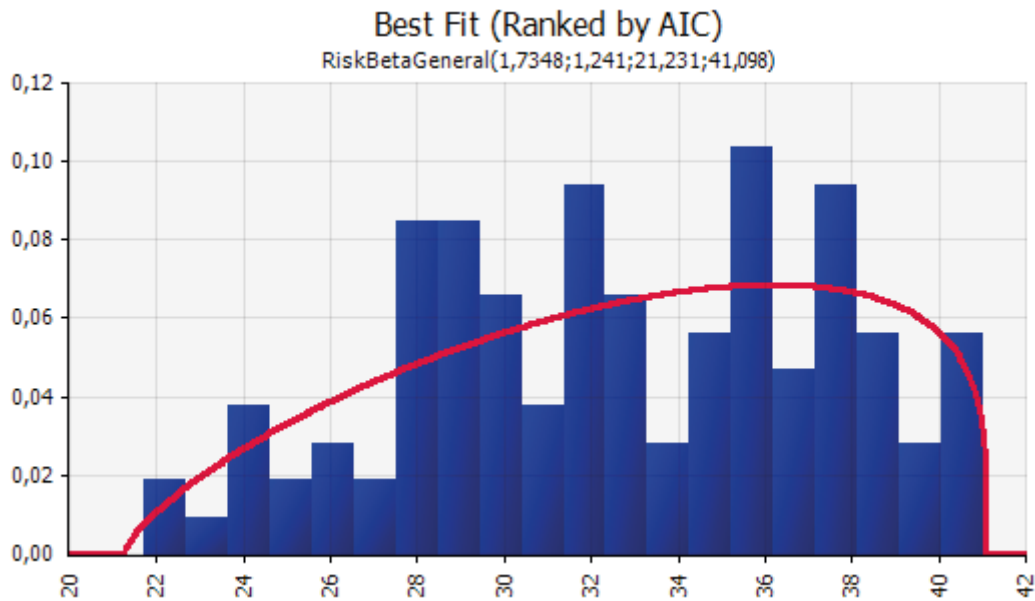


Kuva 15. Maakaasun hinta tyyppikäyttäjäryhmittäin T1-T8 (Tilastokeskus 2019).

Jos biokaasulaitoksen investointipäätöksen herkkyystarkastelussa sovelletaan vuoden 2010 jälkeen tapahtunutta maakaasun suhteellista hintavaihtelua, olisi biokaasun hinnan vaihteluväli 0,80–1,52 euroa/kg. Se, miten todennäköisiä tälle välille asettuvat hinnat ovat, voidaan ratkaista sovittamalla maakaasun toteutuneiden hintojen histogrammiin jakauma (Kuva 15). Tässä tapauksessa oikealle vino Beta -jakauma kuvaa parhaiten eri hintojen todennäköisyyksiä¹³. Oikealle vino jakauman muoto johtuu pitkälti siitä, että vuoden 2015 lopussa maakaasun hinta painui keskiarvoon nähden hyvin matalalle tasolle. Tämä on hintavolatiliteettia tyyppillisimmillään, jossa tavanomaisen hintavaihtelun

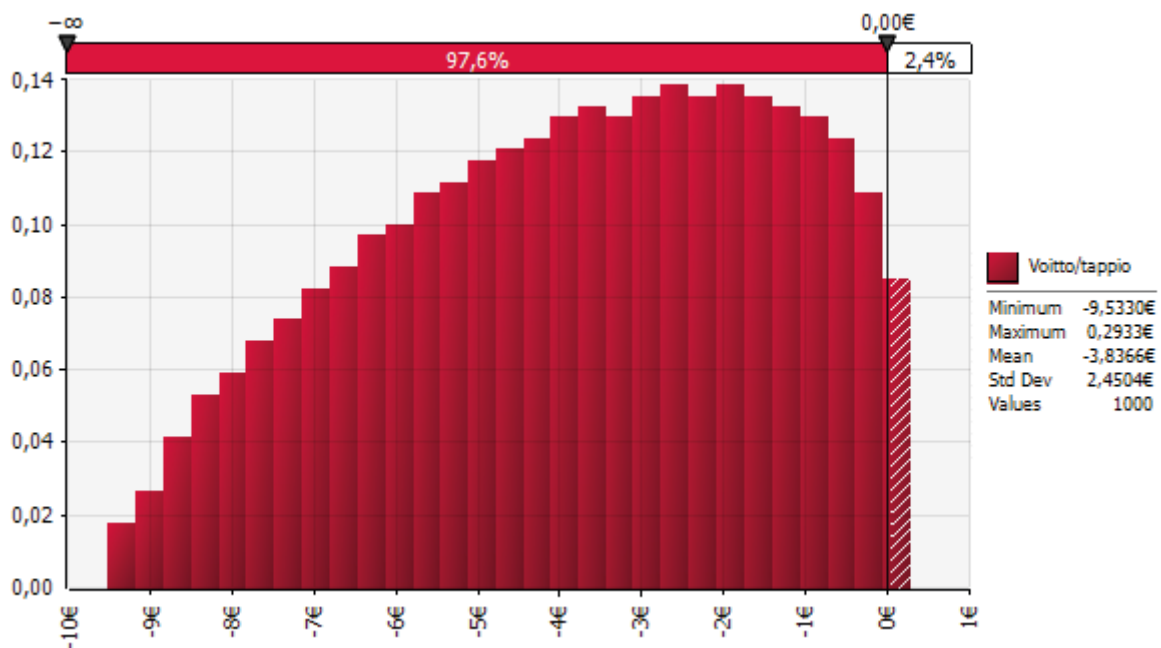
¹³ Jakauma sovitettiin @risk sovelluksen distribution fitting – sovelluksella käyttäen parhaan jakauman valinnassa Akaiken informaatiokriteeriä.

lisäksi aika ajoin nähdään hintapiikkejä ylös tai alaspäin, mutta ne ovat epätodennäköisiä. Tämänkaltaisiin hintashokkeihin varautuminen on tarpeellista investointilaskennan riskinhallintaa.

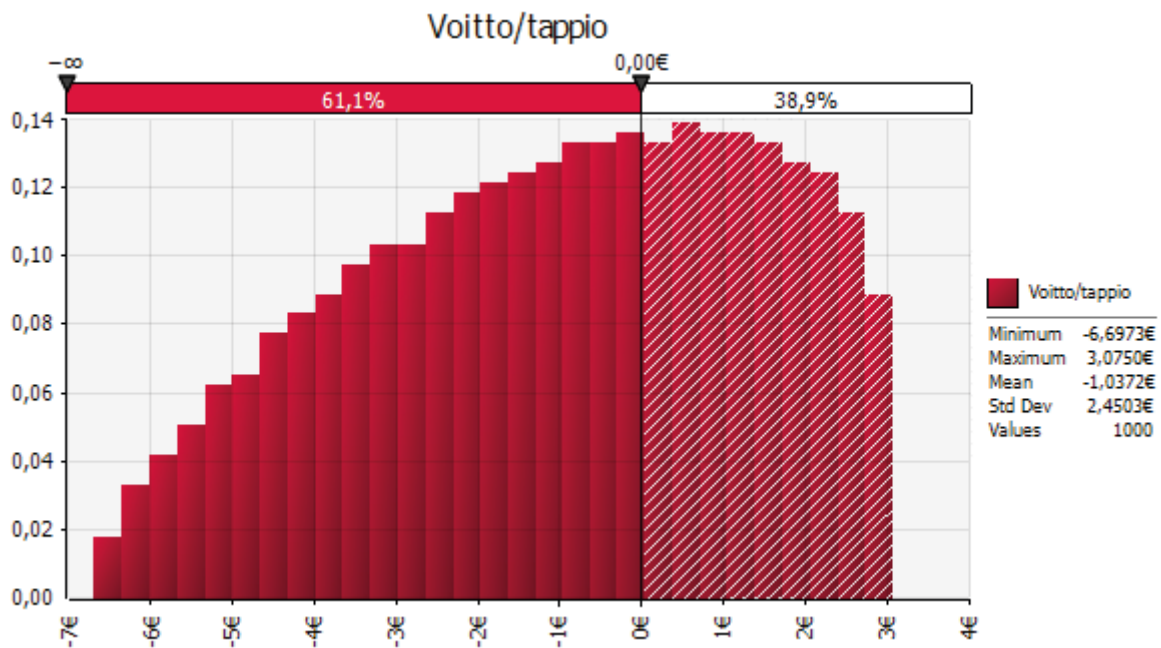


Kuva 16. Maakaasun hinnan vaihtelu ajanjaksolla 1/2010-2/2019 (vaaka-akseli €/MWh, pystyakselilla todennäköisyys).

Investointilaskennan herkkyytarkastelussa edellä sovitettua jakauman muotoa sovelletaan biokaasun hinnan todennäköisyysjakaumana. Jakauman minimi ja maksimi ovat vaihteluvälin ääripäät ja jakauman muodon parametrit yllä määritellyn jakauman mukaiset. Tällä jakaumalla on 2,4 % mahdollisuus että laitos pääsisi nollatulokseen tai sen ylitse (Kuva 16) ilman kaasun hinnan subventointia tai muita toimintiaan, kuten esimerkiksi fosforin kierrätykseen liittyviä tukia tai porttimaksuja. Investointiavustus on kuitenkin huomioitu.



Kuva 17. Laitoksen kannattavuuden todennäköisyys investointiavustus huomioituna ja ilman porttimaksua.

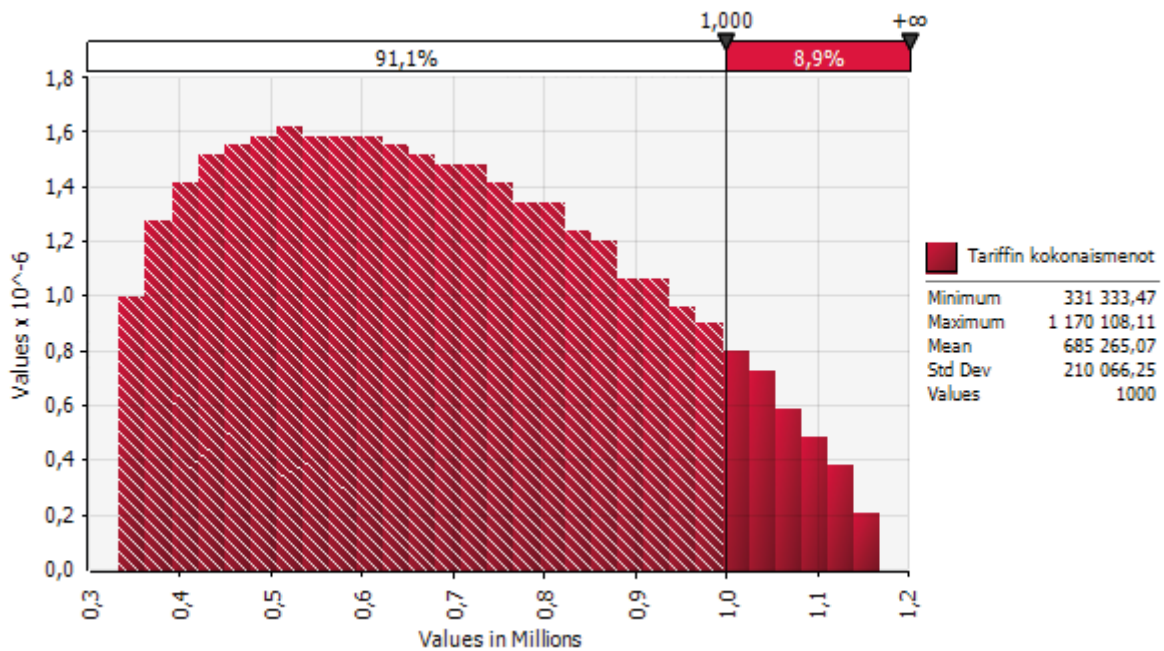


Kuva 18. Laitoksen kannattavuuden todennäköisyys investointiavustus huomioituna, kun 10 % syötteestä mak-
saa laitokselle porttimaksun.

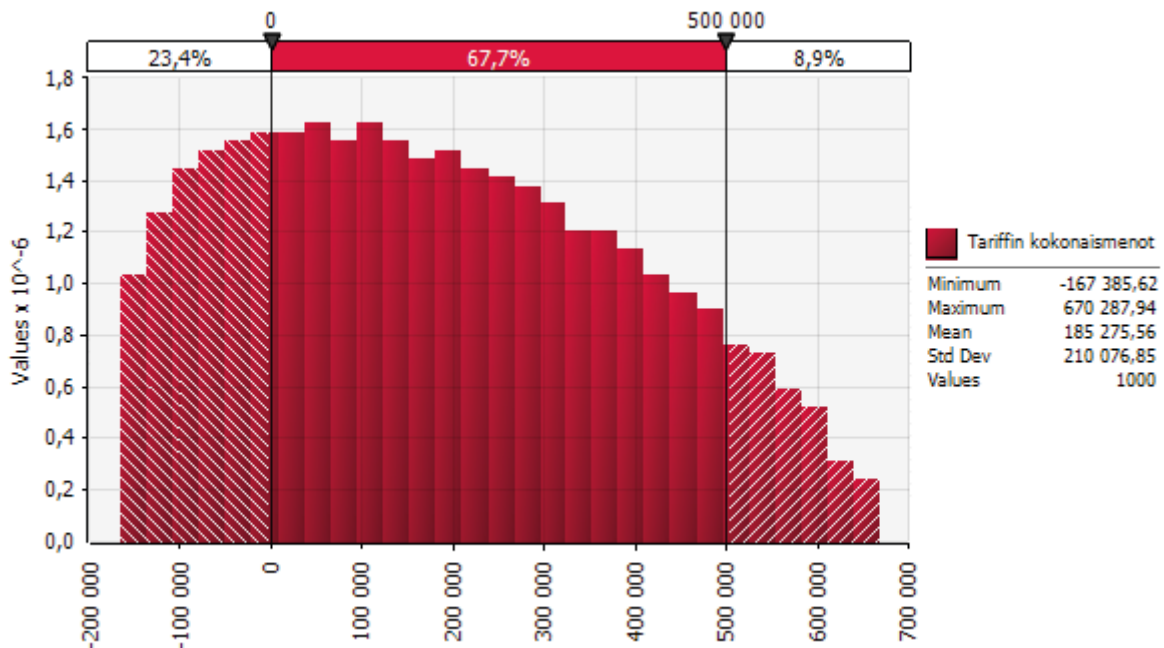
Jos laitos saa elintarvikeliikkeen (10 % syötevirrasta) vastaanottamisesta tyypillisen 50 euroa/tonni porttimaksun, muodostaa se laitokselle merkittävän ja vakaan lisätulojen virran, joka parantaa kannattavuutta merkittävästi. 100 000 tonnin laitoksen tapauksessa 10 % tarkoittaa 10 000 tonnin vastaanottoa, josta syntyy 500 000 euron vuotuinen tulovirta. Merkittäviä lisäinvestointeja syötteiden vastaanottoon ei tarvita, koska laitos käyttää muutenkin erilaisia syötteitä toiminnassaan. Porttimaksu siirtää todennäköisen kannattavuuden jakaumaa oikealle (Kuva 17), jolloin on jo lähes 40 % todennäköisyys että laitos kannattaa ilman tuotantotukea. Tämä todennäköisyys ei kuitenkaan vielä riitä investointipäätöksen tai investoinnin rahoituspäätöksen tekemiseen. Vaihteluväleihin ja jakaumiin perustelua riskitarkastelua on tehty esimerkiksi Alankomaissa toteutetussa biokaasulaitosten taloudellisia riskejä selvittäneessä hankkeessa (Gebrezgabher et al. 2012) laitosten kannattavuuden todennäköisyys oli 42–46 % riippuen laitostyyppistä.

Laitoksen nolla-kannattavuuteen riittävä keskimääräinen liikennepolttoaineen tukitaso oli taulukon 13 mukaan noin 0,6 euroa per CH₄ kg. Jos 'Sika 70' -tyyppiselle laitokselle määriteltäisiin tuki (vain lantabiokaasun osuudelle), jolla päästään nollatulokseen jakauman mukainen hintavaihtelu huomioi-
den, on subvention oltava väliltä 0,29 – 1,00 euroa, jotta saadaan kustannukset kattava biokaasun hinta 1,80 euroa/kg CH₄. Esimerkilaitoksen laitoskohtaisen (Sika 70) subvention tulisi olla keskimää-
rin 0,69 miljoonaa euroa vuodessa, vaihteluvälin ollessa 0,32 – 1,17 miljoonaa euroa vuodessa.

Tukisumman jakauman muoto on käänteinen kannattavuuden jakaumaan verrattuna, koska suu-
remmat korvaukset (matalimmat biokaasun markkinahinnat) ovat epätodennäköisimpiä. Kun laitok-
sen liikevaihto ilman tukia on noin 2,6 miljoonaa euroa vuodessa, olisi tarvittava tukisumma 11–31 %
liikevaihdosta tuet mukaan luettuna. Analyysin perusteella voidaan myös tarkastella kiinteähintaisen
subvention vaikutuksia. Jos laitoksen tukemiseen on käytössä esimerkiksi miljoona euroa vuodessa,
laitos on 91,1 prosentin todennäköisyydellä kannattava (Kuva 18).



Kuva 19. Kannattavuuteen riittävän biokaasun subvention budjettivaikutuksen jakauma ilman laitokselle maksettavia porttimaksuja.



Kuva 20. Kannattavuuteen riittävän biokaasun subvention budjettivaikutuksen jakauma tilanteessa, jossa laitos saa porttimaksun elintarvikeliitteiden osuudelta.

Porttimaksu elintarvikeliitteiden vastaanottamisesta siirtää valtion tariffimenojen jakaumaa oikealle vastaavasti kuin kuvassa 17. Tässä tilanteessa, jos valtio takaisi laitoksen kannattavuuden, olisi 23,4 prosentin todennäköisyys ettei menoja olisi ollenkaan (Kuva 19). Alle 500 000 euron menojen todennäköisyys on 91,1 %, koska laitos saa 500 000 euroa varmaa tuloa porttimaksuista.

Riskitarkastelun tarkoituksena on tuoda esiin se, että biokaasun hintavaihteluun tulee varautua. Hintavaihtelu voi aiheutua maakaasun hinnan vaihtelusta, joka voi aiheutua monenlaisista tekijöistä.

Vaihtelu voi aiheutua myös kysynnän epävarmuuden kautta, koska jos kysyntä jää heikoksi on kaasua myytävä edullisemmalla hinnalla. Tähän vaikuttaa myös esimerkiksi kaasua polttoaineena käyttävien autojen verotus.

Hintatariffi -tyyppisen tuen etuna on se, että valtion menot jäävät alhaisemmaksi mikäli biokaasun markkinahinta nousee. Skenaariossa, jossa kaasua käyttävien osuus sekä henkilöautoista että raskaasta liikenteestä kasvaa, johtaisi kysyntävetoiseen hintojen nousuun, johon tariffi automaattisesti reagoisi. Toisaalta vakiotuki on hallinnollisesti yksinkertaisempi ja sisältää yrittäjäriskin positiiviset ja negatiiviset puolet, eli laitos voi olla nollatulosta voitollisempi, mutta voi epäsuotuisten hintojen tilanteessa tehdä myös tappiota. Vakiotuenkin tapauksessa jonkinlainen kytkentä tuotantomäärään on tarpeen säilyttää, jotta tuotannossa säilyy paras mahdollinen kannustin tuottaa mahdollisimman paljon laadukasta polttoainekaasua ja teknologian kehittyessä mahdollisesti parantaa tuotantoprosessia jatkoinvestointien avulla.

5.2. Ammoniumsulfaatin markkinaehtoinen hyödyntäminen

Laitoksen ravinnevirrat jalostetaan kolmeen aggregaattiin: a) kuivajae, b) ammoniumsulfaatti ja c) ravinnekonentraatti. Ammoniumsulfaatti sisältää laitoksen syötteestä riippuen 7,4 - 9,2 % liukoista tyyppiä ja soveltuu hyvin tyypilannoitukseen. Tälle lannoitetuotteelle voisi syntyä aidot markkinat, mikäli sen levitykseen on tarjolla kohtuuhintaista urakointipalvelua ja jakeluun saadaan rakennettua soveltuvat koneketjut.

Kyseessä on nestemäinen tuote, jonka levitys onnistuu riittävästi kiintoaineesta puhdistettuna myös kasvinsuojeluruiskulla. Käytännössä kuitenkin esimerkiksi 9 % pitoisuudella ja 100 kg/ha tyypilannoituksen tasolla levitysmäärä olisi yli 1 m³/ha, joten realistisen työtehokkuuden omaavassa, levitykseen käytettävässä kalustossa tulisi olla säiliötilavuutta useita kuutioita. Lietekalustossa tilavuus on tyypillisesti riittävä tehokkaaseen levitykseen, mutta levitystarkkuus ei riitä ilman tarkkuuslevitykseen soveltuvia lisälaitteita.

Jakelu valmistetta hyödyntäville tiloille on oma lukunsa. Se olisi järkevää tehdä tilasäiliöihin, koska esimerkiksi 1 000 litran kontteja tarvittaisiin yksinkertaisesti valtava määrä. Käytännöllisin ketju voisi olla urakoitsijan tarjoama kokonaispalvelu laitoksen suuren tilavuuden varastosta pelloille, jossa rahti tapahtuisi tehokkaasti säiliöautoilla ja levityskalustossa olisi riittävästi kapasiteettia tehokkaaseen levitykseen. Koska tällaista palvelua on toistaiseksi niukalti tarjolla, tarvitaan myös huomiota palveluiden kehittymiseen. Joka tapauksessa varastointikapasiteettia tulisi olla noin 10 kuukauden tarpeisiin. Yhteensä ammoniumsulfaattia erikokoisista esimerkkilaitoksista eri syötteillä tulisi taulukon 16 mukaisesti.

Taulukko 16. Ammoniumsulfaatin tuotantomäärät eri esimerkkilaitoksissa.

Laitoksen kapasiteetti t/v	50 000	100 000	200 000	300 000
Laitoksen kuvaus	Kuutiota vuodessa			
Sika 100	1781	3561	7122	10683
Nauta 100	1524	3049	6098	9148
Sika 70	1579	3159	6318	9477
Nauta 70	1429	2859	5718	8577
Porttimaksullinen laitos	2282	4563	-	-

-, ei laskettu

Ammoniumsulfaatti on hyvä typpilannoite ja kompensoi suoraan nykyisiä epäorgaanisia typpilannoitteita. Edellä mainittujen levitysteknologisten haasteiden ja investointitarpeiden vuoksi taloudellinen kannattavuus, ts. laitoksen tuotteesta saama hinta on hyvin epävarma. Sen tulisi joka tapauksessa olla merkittävästi nykyisiä raemuotoisia typpilannoitteita alhaisempi kysynnän varmistamiseksi erityisesti laitoksen alkuvuosina ja tarvittavien palvelujen vielä kehittyessä. Tästä syystä minkään tuotteen saatavan hinnan varaan on hyvin epävarmaa laskea kannattavuutta. Jos levitykseen muodostuu edellä mainitun kaltaisia urakointiketjuja, voi laitos ajan myötä saada tuotteesta merkittävästi lisätuloja. Jos biokaasulaitoksen tuottamia lannoitetuotteita saa jatkossakin käyttää luonnonmukaisessa viljelyssä, kuten kirjoitushetkellä tulkitaan, on se merkittävä lisäarvotekijä. Tämä on syytä huomioida myös luomuehtojen valmistelussa, ettei säädöksillä suljeta tätä ravinnekierron kannalta olennaista virtaa pois.

5.3. Biokaasulaitosten rahoituksen haasteet

Kuten laskelmista ja herkkyystarkastelusta käy ilmi, on pelkästään tai pääasiassa lantaa prosessoivan biokaasulaitoksen kannattavuus alhainen ja epävarma. Suuremmissa laitoksissa kannattavuus on parempi, mutta toiminnan marginaali on silti väistämättä niukka ja voi vaihdella erityisesti liikennebiokaasun hinnan ja kysynnän mukaan. Rahoituksen saanti toimialalle on haastavaa.

Jos kannattavuusongelma saadaan korjattua valtion rahoittaman tukijärjestelmän avulla, on edelleen ongelmana kysynnän epävarmuuteen liittyvät haasteet. Julkisessa, palvelu- ja henkilöautoliikenteessä biokaasuun liittyy epävarmuus autokannan uusiutumisesta. Liikenteen käyttövoimarakenne voi muuttua hitaasti tai se voi tapahtua liikennebiokaasumarkkinoiden kannalta epäedullisesti. Jos sähköautoilussa tapahtuu teknisiä innovaatioita ja sähköautoilua tuetaan poliittisesti, voi biokaasuautojen kanta jäädä alhaiseksi. Liikennebiokaasun kysyntä voi kuitenkin syntyä myös useiden markkinoiden kautta. Raskaassa liikenteessä mahdollisuudet sähköön käyttöön voimalähteenä ovat suuren energiantarpeen vuoksi rajalliset ja biokaasun tarjonta esimerkiksi vakioireittejä liikennevoimille kuljetuksille mahdollista toteuttaa pienelläkin määrällä asemia. Kaasuasemien verkosto täydentyy jatkuvasti. Koska kyseessä on pitkän takaisinmaksuajan investointi, edellä mainittujen tekijöiden aiheuttamia riskejä jakamassa voisi olla useampia tahoja.

Rahoituksen saantia helpottaisi erityisesti valtion takauseräjärjestelmä biokaasulaitosten investoinneille. Lähes suoraan sovellettavissa oleva valmis järjestelmä on Pk-yritysaloite, joka on EIB-ryhmän (eli Euroopan investointipankki ja Euroopan investointirahastot) rahoitusinstrumentti. Sen tarkoituksena on kattaa osa luottolaitosten riskistä lainatakauksilla (Alho ym. 2019). Tavoitteena on yritysten rahoitusmahdollisuuksien paraneminen ja monipuolistuminen sekä yksityisen rahoituksen lisääntyminen markkinoilla. Rahoitusta suunnataan erityisesti yrityksille, jotka ovat uusia, voimakkaasti kasvavia, kansainvälistyviä tai innovatiivisia yrityksiä, joiden olisi muuten vaikea saada rahoitusta. Biokaasulaitos innovatiivisena toimijana voisi perustellusti kuulua takausten piiriin. Tällä hetkellä Pk-yritysaloitteen mukaisesti voidaan enintään 10 milj. euron lainoihin myöntää 50 %:n takaus (EAKR, Suomen valtio, Horisontti 2020, EIR). Finnvera voi täydentää riskinjakoa 30 %:n lisätakauksella. Takausten hyödyntäminen voikin olla yksi tärkeimmistä osatekijöistä biokaasun tarjonnan kasvattamisessa.

5.4. Yhteenveto taloustarkastelusta

Lantabiokaasulaitoksen talous perustuu kirjoitushetkellä biokaasun myyntiin, sillä orgaanisille lannoitevalmisteille ei vielä ole muodostunut toimivia markkinoita. Biokaasun hintavaihteluun tulee varautua, erityisesti hintatariffi -tyyppisten tukimuotojen tapauksessa. Vakiotuki on hallinnollisesti yksinkertaisempi ja sisältää yrittäjäriskin positiiviset ja negatiiviset puolet, eli laitos voi olla nollatulosta voitollisempi, mutta voi epäsuotuisten hintojen tilanteessa tehdä myös tappiota. Optimaalinen tukimuoto voisi olla jotakin näiden väliltä, jolloin valtion menot pysyisivät kohtuullisena kuten markkinahinnan mukaan säätyvän tariffin tapauksessa, mutta laitokselle tulisi kuitenkin mahdollisuus voittojen tavoitteluun mikäli markkinat toden teolla avautuvat.

Biokaasulaitosten käsittelemä fosforimäärä on merkittävän suuri ja siksi siihen on tukimuodon perustasta ja syötemassasta riippumatta kiinnitettävä huomiota. Lantaa mädätettäessä ravinteiden kierrätyksen olisi erityisen voimakkaasti perustuttava lantaravinteiden nykyistä tehokkaampaa hyödyntämiseen siellä, missä niitä tarvitaan. Tukea ei tulisi saada, mikäli ravinnekierrätyksen ratkaisuja ei ole todennettavasti esitetty.

Tässä työssä havaittiin, että on vaikeaa kehittää kannustin, joka kohdistuisi biokaasun sijaan suoraan ja pelkästään fosforin levitykseen ja riittäisi nostamaan laitoksen kannattavaksi. 'Sika 70' (100 000 t/v) -esimerkkilaitoksen tapauksessa tulisi fosforikiloa kohden tukea olla 5,6 euroa, jotta laitos saavuttaisi nollatuloksen. Tähän tukimuotoon tarvittaisiin myös valvontamenettely, jotta kierrätettävä fosfori todella päättyy pelloille, jolla siitä saadaan satovastetta. Se voisi muodostua esimerkiksi lohko-kirjanpitoon perustuvana työlääksi.

Toisaalta jokin seurantamekanismi kierrätetyn fosforin käytölle tarvitaan joka tapauksessa, jotta voidaan varmistaa, että lantabiokaasulaitos toimii toivotusti alueellisten lantaylijäämien purkamisessa ja fosforin käytön ohjaamisessa. Tässä olennaiseksi muutosta vauhdittavaksi tekijäksi voisi muodostua nykyisestä ympäristökorvauksen toimenpiteestä 'ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättäminen' uudelle ohjelmakaudelle (2021–2027) muokattu tuki, jonka ehdoissa tuki kohdentuisi erityisesti lantaylijäämän alueilta kierrätetyn fosforipitoisen lannoitevalmisteen käytölle. Laitosten kannattavuuteen tarvittaisiin kuitenkin tukea joko lannasta tuotettua metaania kohden kohdistettuna tai laitoksen käsittelemän ja asialliseen levitykseen päätyvän fosforin kautta.

Lopputulema on täten sama kuin Luostarinen ym. (2019) selvityksessä, jossa lantaravinteiden tehokkaamman hyödyntämisen ja orgaanisten lannoitevalmisteiden markkinoiden kehittämiseksi päädyttiin esittämään usean eri toimenpiteen yhdistelmää. Suuri systeeminen muutos ei yhdestä vivusta vääntämällä tapahdu.

6. Esimerkkilaskelmat laajamittaisen lantabiokaasutuotannon käyttöönotosta

Tässä kappaleessa esitetään esimerkki suurten lantabiokaasulaitosten verkostosta, jolla merkittävä osa lannan ravinteita saataisiin jalostettua ja biokaasutuotantoa verkostomaisesti eri puolille maa-seutualueita. Esimerkin laitosverkostossa lantaa käsitellään kokoluokan 100 000 t/v biokaasulaitoksissa niissä maakunnissa, joissa lannan jatkojalostuksella olisi saavutettavissa eniten ravinnekiertojen tehostamiseen liittyviä hyötyjä. Laitokset voisivat olla myös muun kokoisia saman lantamäärän prosessoinnin varmistamiseksi. Niiden on kuitenkin oltava varsin suuria koko prosessikokonaisuuden mahdollistamiseksi liikennebiokaasutuotannosta mädätteen jalostamiseen.

Esimerkkilaitostyyppinä käytettiin selvyyden vuoksi samoja laitosratkaisuja kuin tässä raportissa muutenkin ja niiden painotus sian tai naudan lantaan tehtiin perustuen kullakin alueella vallitsevaan kotieläintuotantoon. Tyyppilaitoksia on yhteensä 13 kpl ja ne sijoittuvat maakunnittain seuraavasti:

- Etelä-Pohjanmaa
 - 200 000 t/v 'Nauta 70', 2 laitosta
 - 200 000 t/v 'Sika 70', 2 laitosta
- Pohjanmaa ja Keski-Pohjanmaa
 - 300 000 t/v 'Nauta 70', 3 laitosta
- Pohjois-Savo
 - 200 000 t/v 'Nauta 70', 2 laitosta
- Satakunta
 - 200 000 t/v 'Sika 70', 2 laitosta
- Varsinais-Suomi
 - 200 000 t/v 'Sika 70', 2 laitosta

6.1. Biokaasulaitosverkoston vaikutus lantaravinteisiin

Esimerkin mukaisen biokaasulaitosverkoston laitoksiin päätyisi yhteensä 910 000 tonnia lantaa eli kaikkiaan 6,5 % Suomen kaikista lannoista ja 7,8 % kaikesta lantafosforista. Lisäksi esimerkkialueiden yhteenlasketusta lantafosforin ylijäämästä laitoksiin saadaan 39 %. Laitoksissa käsiteltävä lanta- ja fosforimäärä sekä alueen alkuperäisen lantafosforin ylijäämän ja laitosten lantafosforin erotus on koottu taulukkoon 17.

Taulukko 17. Laajamittaisen biokaasutuotannon käyttöönoton esimerkin mukaiset lanta- ja fosforimäärät esimerkkilaitoksissa sekä kyseisen alueen fosforiylijäämän ja laitoksissa käsiteltävän lantafosforimäärän erotus.

Alue	Lantamäärä laitoksissa (t)	Lantafosfori laitoksissa (t)	Alueen lantafosforin ylijäämän ja laitoksiin päätyvän lantafosforin erotus (t) ¹
Etelä-Pohjanmaa	280 000	431,8	485,8
Pohjanmaa & Keski-Pohjanmaa	210 000	266,5	1855,4
Pohjois-Savo	140 000	177,7	-126,5
Satakunta	140 000	25,4	-20,9
Varsinais-Suomi	140 000	254,1	-52,5

¹jäljelle jäävä yli-/alijäämä, jos laitoksiin päätyvä fosfori ohjataan alueelta pois

Etelä-Pohjanmaan lantafosforin ylijäämä (fosforilannoitustarve verrattuna saatavilla olevaan lantafosforiin) laskee esimerkkitarkastelussa 33 prosentista 17 prosenttiin, kun laitospasiteettia on alueella yhteensä 400 000 t/v (josta lantaa 280 000 t/v). Merkittävän fosforiylijäämän vuoksi alueelle voisi potentiaalisesti tulla lisääkin lantalaitoksia huomioiden myös, että alueella on paljon muutakin biomassaa ja ravinneylijäämä on kaikkiaan pelkkää lantaa suurempi. Kirjoitushetkellä Nurmon Bioenergia ja Valio omia lantaratkaisujaan alueella jo edistävät.

300 000 t/v laitospasiteetilla (lantaa 210 000 t/v) Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan maakuntien yhdistetty (= Pohjanmaan ELY-alue) fosforiylijäämä laskisi nykyisestä 70 prosentista 53 prosenttiin. Jos alueella muodostuvaa turkiseläinten lantaa ei huomioida, esitetty laitospasiteetti riittäisi ylijäämän poistamiseen, joka ilman turkiseläinten lantaa on 13,5 %. Kasvintuotannosta pääosin eriytyneen turkistuotannon lannan prosessoinnin ja hyödyntämisen tehostaminen vaatii erityishuomiota, jotta erityisesti lannan sisältämä fosfori saadaan muotoon, jossa sitä pystytään kuljettamaan. Aihetta selvitetään kirjoitushetkellä Suomen turkiseläinkasvattajien liiton, Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteisessä TURKISTEHO -hankkeessa. Lisäksi lantaa jo pääosin mädättävällä Jempuan biokaasulaitoksella ollaan jo lisäämässä turkiseläinten lannan hyödyntämistä biokaasutuotannossa. Mädätteen hyödyntämisen ratkaisuihin on alueella tarpeen kiinnittää erityishuomiota.

Pohjois-Savossa muodostuu runsaasti lantaa, mutta alueella on myös paljon kasvintuotantoa. Tuotanto painottuu maidontuotantoon, jonka rehuntuotannossa tarvitaan runsaasti myös lantafosforia. Tämän vuoksi alueen fosforiylijäämä on suuresta eläinmäärästä huolimatta nykyisellään 3,9 %. Esimerkinmukaisten biokaasulaitosten (kapasiteetti 200 000 t/v, josta lantaa 140 000 t/v) myötä 13 % alueen lantafosforista olisi pääasiassa jaettavissa uudelleen alueen sisällä eikä kaikkea fosforia olisi tarpeen viedä alueen ulkopuolelle. Lantafosforin ja -tyypin erottaminen toisistaan mädätteen jalostamisen myötä tehostaisi ravinteiden hyödyntämistä merkittävästi synnyttäen samalla liikennebiokaasun tarjontaa maakuntaan (Valve ym. 2019). Kirjoitushetkellä Itä-Suomessa liikennebiokaasua on saatavilla vain Mikkelissä.

Satakunnassa 200 000 t/v laitospasiteetilla (lantaa 140 000 t/v) siirryttäisiin nykyisestä lantafosforin ylijäämästä (20 %) pieneen alijäämään (-1,8 %). Alueella on toki muutakin kierrätettävää biomassaa, jolloin kaiken alueen biomassan fosforin ylijäämä on pelkkää lantaa suurempi. Esitetty biokaasulaitospasiteetti sopisi alueelle hyvin ja mahdollistaisi sekä ylijäämän purkamisen että alueen sisäisen lantafosforin uusjaon. Kirjoitushetkellä alueella muodostuvasta broilerin ja hevosen lannasta osa jo siirtyy prosessoitavaksi Biolanin toimesta. Myös sianlantaa mädätetään jonkin verran, mutta sen osuus laitoksissa on laskenut ja mädäte jää laitosten lähialueelle.

Varsinais-Suomessa esimerkin mukainen biokaasulaitospasiteetti (200 000 t/v, josta lantaa 140 000 t/v) tarkoittaa lannan suhteen alkuperäisestä ylijäämästä (11 %) alijäämään siirtymistä (-2,8 %). Varsinais-Suomessa tiettyjen alueiden peltolohkojen korkean P-luvun kannalta hieman alijäämäinen fosforitase voisi olla suotavakin ja vaikuttaa P-lukujen kääntymiseen laskuun. Huomioiden alueen lantafosforin voimakas kuntakohtainen painottuminen (jossa myös korkeimmat peltomaan fosforiluvut) ja itäosan voimakas kasvintuotanto ja fosforin sekä orgaanisen aineksen tarve (Kuva 2), alueen sisäisellä lantafosforin uusjaolla saisi jo merkittäviä hyötyjä orgaanisten lannoitteiden markkinoiden rakentumisessa ja maatalouden ympäristövaikutusten, kuten Saaristomeren ravinnekuormituksen, vähentämisessä. Alueella on aiemmin mädätetty sianlantaa, mutta sen osuus laitosten syötteistä on laskenut varsin vähäiseksi. Käytännössä lantakapasiteetti on siis kirjoitushetkellä kokonaan käytettävissä.

6.2. Biokaasulaitosverkoston vaikutus liikennebiokaasun tuotantoon

Yhden kapasiteetiltaan 100 000 t/v laitoksen (esimerkkinä 'sika 70'-laitos) tuottama metaanimäärä on vuosittain lähes 2,5 miljoonaa kiloa. Vuotuisia henkilöauton ajokilometrejä tällä kaasumäärällä on yli 61 miljoonaa kilometriä (kulutus 4 kg/100 km). Näin ollen keskimääräisellä suomalaisella 17 000 km/v ajokilometrimäärällä yksi 100 000 t/v kapasiteetin biokaasulaitos tuottaisi liikennebiokaasua 3640 henkilöautolle.

Vastaavasti raskaan liikenteen polttoaineena nesteytetty kaasu riittäisi noin 8,8 miljoonalle ajokilometrille (kulutus 28 kg/100km). Esimerkiksi Vantaan ja Oulun väliselle logistiikkareitille 100 000 t/v käsittelyä biokaasulaitos tuottaisi kaasua päivittäin 20 rekan tarpeisiin (Vantaa-Oulu-Vantaa 1180 km).

6.3. Laitosten lisäyötteen

Tarkastelussa mukana olleet 'Nauta 70' ja 'Sika 70' laitokset käyttävät 70 % lantasyötteen lisäksi syötteenä 20 % kasvibiomassaa, kuten nurmea, ja 10 % elintarviketeollisuuden sivuvirtaa (tai vastaavaa biomassaa tarjolla olevista massoista riippuen, Liite 7). Laskennassa oletetaan, että elintarviketeollisuuden sivuvirralla saa porttimaksun, mutta lannasta ja nurmesta ei makseta laitokselle eikä tilalle. Logistiikan kustannuksia ei myöskään huomioitu, sillä ne vaihtelevat tapauskohtaisesti merkittävästi.

Jätetyyppisten biomassojen vastaanotto oikeuttaa siis yleensä perimään porttimaksun biokaasulaitoksella. Tässä tarkastelussa elintarviketeollisuuden sivuvirralla (kaikkiaan 130 000 t/v) oletettiin tietyt ominaisuudet (Liite 1) ja porttimaksun hinnaksi 50 €/t. Käytännössä porttimaksut vaihtelevat ja laitosten niistä saama hinta voi olla tässä käytettyä pienempi, sama tai suurempi. Myös eri biomassojen ominaisuudet (ravinnepitoisuus, metaanintuottopotentiaali) ja siten niiden vaikutus laitoksen lopputuotteiden määrään ja laatuun vaihtelevat.

Yhteensä laitokset tarvitsevat 260 000 t/v nurmea (viljelyala 34 500–85 500 ha satotasosta riippuen, Taulukko 18) ja 130 000 t/v elintarviketeollisuuden biomassaa. Luvut jakautuvat eri alueille biokaasulaitosten sijoittumisen mukaisesti.

Taulukko 18. Laajamittaisen biokaasuntuotannon käyttöönoton esimerkin mukaiset nurmen tarpeet.

Alue	Laitoskuvaus ja määrä	Kapasiteetti yhteensä	Nurmisyötteen tuotanto-ala, ha ¹
Etelä-Pohjanmaa	Nauta 70, 2 laitosta	200 000	5 300–13 200
	Sika 70, 2 laitosta	200 000	5 300–13 200
Pohjanmaa & Keski-Pohjanmaa	Nauta 70, 3 laitosta	300 000	8 000–19 700
Pohjois-Savo	Nauta 70, 2 laitosta	200 000	5 300–13 200
Satakunta	Sika 70, 2 laitosta	200 000	5 300–13 200
Varsinais-Suomi	Sika 70, 2 laitosta	200 000	5 300–13 200
Yhteensä	13 laitosta	1 300 000	34 500–85 500

¹Laskettu Pulkkinen ym. 2019 satotasojen perusteella: hyvä nurmisato on 7530 kg/ha (tuorepaino), keskimääräinen sato 5550 kg/ha ja huonohko 3040 kg/ha.

Aiempien arvioiden mukaan Suomessa on lähes 500 000 ha nurmialaa, jota voitaisiin hyödyntää biokaasutuotannossa ruuantuotantoa vaarantamatta (Seppälä ym. 2013). Lisäksi Luken ja SYKE:n toteuttamassa Ravinlaskuri- laskentatyökalussa on arvioitu että vuosittain korjattavasta säilörehusta 5 % ohjautuu jo nyt rehuntuotannon ulkopuolelle. Yhdessä suojaväyhyke- ja luonnonhoitopeltonurmien kanssa säilörehun ylijäämä riittää esimerkin mukaisten lantabiokaasulaitosten lisäyötteenä (ks. Liite 7). Nurmen parempaa hyödyntämistä viljelykierrossa tavoitellaan paraikaa sen moninaisten hyvien vaikutusten vuoksi. Nurmen syvät juuret parantavat peltomaan rakennetta ja lisäävät sen orgaanista ainesta parantaen samalla sen veden ja ravinteidenpidätyskykyä. Näin nurmi voi vaikuttaa positiivisesti kasvintuotannon satoihin, vaihtelevien olosuhteiden sietokykyyn (kuivuus, märkyys), peltomaan hiilensidontaan sekä ravinteiden päättymiseen satoon hävikkien sijaan. Kasvintuotannossa sekä sika- ja siipikarjasektorilla nurmien tarve on vähäinen, mistä syystä ne ovat viljelykierroista väistyneet. Nurmirehua käyttävillä tuotantosuunnilla ja luomutuotannossa nurmi taas on olennainen osa kiertoa. Rehukäytön puuttuessa tämäntyyppisten ”maanparannusnurmien” käyttö biokaasutuotannossa olisi perusteltua.

6.4. Biokaasulaitosverkoston tuentarve

Merkittävin yhteiskunnan panostus 13 suuren kapasiteetin biokaasulaitoksen verkoston syntyymiseen on investointiavustus, joita tarvitaan 30 % intensiteetillä yhteensä 87 847 500 euroa. Yhteensä investoinnit olisivat 292 825 000 euroa (Taulukko 19), joten myös yksityisen rahoituksen määrä on huomattava ja vaatisi todennäköisesti lisäksi erityisiä vakuusjärjestelyitä rahoituksen aikaansaamiseksi. Myös takaukset täytyy arvioida valtiontukisääntöjen näkökulmasta, mikäli niihin katsotaan liittyvän tukea.

Taulukko 19. Laitosten tarvitsema erillinen lantabiokaasutuki (investointiavustus 30 % huomioitu kannattavuuslaskelmassa).

Alue	Laitoskuvaus ja määrä	Laitoksen tarvitsema tuki per CH ₄ (kg)	Laitosten tuottama CH ₄ (kg)	Lannan osuus biokaasutuotannosta (%)	Vuosittainen tukitarve (€)	Kertarahoitteinen investointituki (€)
Etelä-Pohjanmaa	Nauta 70, 2 laitosta	0,6	4 406 291	41	1 083 947	13 515 000
	Sika 70, 2 laitosta	0,2	4 954 194	48	475 603	13 515 000
Pohjanmaa & Keski-Pohjanmaa	Nauta 70, 3 laitosta	0,6	6 609 436	41	1 625 921	20 272 000
Pohjois-Savo	Nauta 70, 2 laitosta	0,6	4 406 291	41	1 083 947	13 515 000
Satakunta	Sika 70, 2 laitosta	0,2	4 954 194	48	475 603	13 515 000
Varsinais-Suomi	Sika 70, 2 laitosta	0,2	4 954 194	48	475 603	13 515 000
Yhteensä	13 laitosta		30 284 600		5 220 624	87 847 500

Tuotantotuen osuus jäisi vuosittain 5,2 miljoonan euron tasolle. Investointiavustus jaksoitettuna 15 vuodelle 2 % korkokannalla tarkoittaisi 6 836 773 euron vuosittaista menoaa, joten yhteensä vaadittava tukitaso tämän laitospesiteetin rakentamiseen olisi hieman yli 12 miljoonaa euroa vuodessa.

Laitosverkoston synnyttäminen edellyttää tuotantotuen lisäksi investointitukijärjestelmän säilyttämistä sekä takausmekanismien kehittämistä.

Tukitason suuruutta voidaan verrata toteutuneisiin ravinnekierrätyksen kehittämishjelmiin. Esimerkiksi Juha Sipilän hallituksen ravinnekierrätyksen kärkihankkeeseen sijoitettiin 34 miljoonaa euroa neljälle vuodelle. Tässä raportissa esitetty tukitaso olisi keskimäärin vuosittain vain 3,56 milj. euroa enemmän ja tuki myös kohdentaisi toimet käytännön ratkaisuihin, joilla ravinnekierrätyksen tavoitteiden saavuttamista voidaan edistää aiempaa huomattavasti tehokkaammin. Rahoitusta tutkimukseen, kehittämiseen ja neuvontaan tarvitaan silti edelleen. Samoin tarvitaan ympäristökorvausjärjestelmän uudistamista niin, että tuki edistää orgaanista alkuperää olevien lannoitevalmisteiden käyttöä (ks. esitetty toimenpidekokonaisuus raportissa Luostarinen ym. 2019).

Tällä hetkellä kaasun ja muiden polttoaineiden hintaero on ensisijainen syy valita kaasua käyttävä auto, joten jonkin asteisen hintaeron säilyttäminen on jatkossakin perusteltua kysynnän varmistamiseksi. Verotuksella on tässä olennainen rooli. Bensiinin verotus on ylivoimaisesti korkein, joskin käytännössä eroa tasoittavat muut autoiluun kohdistuvat veromuodot. Vuoden 2019 alussa voimaan tulleen lain mukaisesti eräiden polttoaineiden verojen osuudet ovat taulukon 20 mukaiset.

Taulukko 20. Eräiden nestemäisten polttoaineiden verotus (L 1225/2018)

Tuote	Tuoteryhmä	Energiasäiltövero	Hiilidioksidi-vero	Huoltovarmuusmaksu	Yht.
Moottoribensiini snt/l	10	52,19	17,38	0,68	70,25
Bioetanoli snt/l	20	34,25	11,4	0,68	46,33
Bioetanoli R snt/l¹	21	34,25	5,7	0,68	40,63
Bioetanoli T snt/l²	22	34,25	0	0,68	34,93
Dieselöljy snt/l	50	32,77	19,9	0,35	53,02
Biodieselöljy snt/l	52	30,04	18,24	0,35	48,63
Biodieselöljy R snt/l¹	53	30,04	9,12	0,35	39,51
Biodieselöljy T snt/l²	54	30,04	0	0,35	30,39

¹ R tarkoittaa, että biopolttoaine täyttää direktiivissä 2003/96/EY (eli energiaverodirektiivissä) määritellyt kestävyyskriteerit.

² T tarkoittaa, että biopolttoaine täyttää em. kestävyyskriteerit ja on tuotettu jätteistä tai tähteistä taikka syötäväksi kelpaamattomasta selluloosa-aineksesta tai lignoselluloosasta.

Kaasukäyttöiset autot saavat polttoaineverotuksessa merkittävää etua, sillä biokaasu on liikennekäytössä verotonta ja maakaasuakin verotetaan liikennekäytössä lämmityspolttoaineen verotasolla eli lievemmin kuin esimerkiksi bensiiniä. Sen sijaan käyttövoimaveroa kannetaan kaikilta ajoneuvoilta, joiden käyttövoimana on muu kuin moottoribensiini. Tällä hetkellä kaasukäyttöisiltä autoilta kannetaan lievennettyä käyttövoimaveroa, joka on jokaiselta kokonaisuudesta alkavalta sadalta kilogrammalta kaasuautolla 3,1 senttiä per päivä, kun taas esimerkiksi dieselautolla se on 5,5 senttiä per päivä. Biokaasuautoja ei kuitenkaan voida auto- ja ajoneuvoverotuksessa verottaa erityiskohtelulla, koska ei ole mahdollista erottaa, käytetäänkö ajoneuvossa tosiasiallisesti biokaasua vai maakaasua taikka muuta polttoainetta, jos kyseessä on hybridi ajoneuvo (vastaus kirjalliseen kysymykseen KKV 313/2018 vp).

Tässä tarkastelussa tuottojen laskennan perusoletuksena on 1,5 euron (1,31 € ALV 0 %) myyntitulo biokaasusta. Koska metaanin energiasäiltö on 50 MJ/kg, on energiasäiltöön suhteutettu kuluttajahinta noin 3 senttiä megajoulea kohden.

Suomessa henkilöautoliikenteessä kannetaan käyttövoimaveroa autoilta, jotka käyttävät muuta polttoainetta kuin bensiiniä. Biokaasuautoilussa bensa-autoa läheisempi vertailukohta onkin dieselpolttoaine. Dieselin tiheys on noin 0,85 kg/l ja energiasisältö 42,7 MJ/kg. Tilastokeskuksen polttonesteiden tilastoima dieselin keskimääräinen kuluttajahinta vuonna 2018 oli 1,389 euroa per litra (sis. alv), josta energiaverojen osuus on 53 % ja arvonlisäveron osuus 38 %. Megajoulea kohti dieselin kokonaiskuluttajahinta on 3,8 senttiä. Näin ollen, jos polttonesteiden verojen suhteet säilyvät ennallaan, on biokaasun hinnalla liikkumavaraa ylöspäin noin 26 %, jolloin sen hinta vastaisi energiasisältöön suhteutettuna dieseliä. Tämän lisäksi on toistaiseksi voimassa edellä mainittu edullisempi käyttövoimavero kaasuautoille, joka on toisaalta korvaus autoilijalle heikommasta tankkauspisteiden verkostosta. Jos biokaasun energiaverotukseen liittyvä verotuksellinen etu suhteessa dieseliin (ja bensiiniin) kapenee, vaikeutuu biokaasulaitosten kannattavuuden saavuttaminen.

Huomionarvoista on, että määräaikainen tuki lantabiokaasun tuotannolle on investointi uuden tuotannon ja uusien markkinoiden synnyttämiseksi ja että tapahtuva kiertotalousmurros tukee - ja on jopa edellytys - useiden ympäristötavoitteiden saavuttamiselle. Ympäristövaikutuksia tässä työssä ei ollut kuitenkaan mahdollista arvioida. Lisäksi huomiotta jäivät seuraavien hyötyjen arviointi:

- Aluetalousvaikutukset investoinneista ja laitosten käytöstä
- KHK-päästövähennysten nykyarvo päästökaupan hinnalla
- Ravinteiden kierrätyksen tuottama lisäarvo ja hyöty kauppataseessa
- Hajautetun energiatuotannon arvo huoltovarmuuden osana
- Aluetalousvaikutukset yritystoiminnasta (levitysurakointi ym.)
- Ravinneylijäämän purkamisen yhteiskunnallinen hyöty

7. Johtopäätökset

Suomessa lannan teoreettinen biokaasun energiapotentiaali on noin 3,4 TWh/v, josta 1,8 TWh/v voidaan arvioida käyttöön otettavaksi (teknis-taloudellinen potentiaali). Alueellisesti energiapotentiaali jakautuu kotieläintuotannon mukaisesti samoille alueille, joilla lantafosforia on runsaasti tai liikaa alueen kasvintuotannon tarpeeseen nähden.

Lannan ravinteiden, energiapotentiaalın ja sen sisältämän orgaanisen aineen hyödyntäminen on tärkeä osa kiertotalouden murrosta. Lannan prosessointia edistämällä voitaisiin tehokkaasti vähentää maatalouden haitallisia ympäristövaikutuksia ja lisätä ruuantuotannon materiaali- ja energiatehokkuutta. Lannan tehokas prosessointi olisi siksi mielekäästä nivoa osaksi biokaasun tuotantoa. Eniten lisäarvoa biokaasusta saataisiin, kun se jalostetaan liikennebiokaasuksi.

Jotta lanta on jalostettavissa väkevöidyksi ja kuljetettaviksi kierrätyslannoitevalmisteiksi ja lannasta on tuotettavissa merkittävät määrät liikennebiokaasua, prosessointi olisi toteutettava varsin suurissa biokaasulaitoksissa. Pienemmissä laitoksissa tarvittavat prosessi-investoinnit ja taakka niiden ope-roinnissa ovat turhan suuria suhteessa toiminnan kokonaisvolyyymiin.

Lantaa hyödyntävien laitosten kannattavuus on heikko. Primäärituotteista, kuten peltokasveista biokaasua muodostuu enemmän kuin lannasta, joka on jo kerran hyödynnettyä biomassaa. Sian lannan potentiaali on hieman parempi kuin nautojen lannan, joka näkyy sianlantaa hyödyntävien laitosten hieman parempana kannattavuutena. Mittakaavan suurentaminen pienentää tuotannon yksikkökustannuksia ja parantaa kannattavuutta kaikilla esimerkkilaitoksilla. Porttimaksullisten laitosten ansaintalogiikka perustuu pitkälti porttimaksujen tulovirtaan ja niiden kannattavuus on biokaasun myyntiin perustuvia laitoksia vakaampi.

Biokaasumarkkinoiden kysyntä on riippuvainen tarjonnasta. Liikennekaasun tankkausverkosto täydentyy kaiken aikaa, mutta tulee vielä pitkään olemaan heikompi kuin liikennepolttonesteiden. Tässä selvityksessä muodostettiin biokaasulaitosten esimerkkiverkosto, jossa korkeimman ravinneylijäämän maakuntiin sijoitettiin kullekin alueelle tyypilliseen lannan tarjontaan perustuvia suurehkoja 100 000 tonnin kapasiteetin biokaasulaitoksia. Tällä laitosverkostolla pystyttäisiin käsittelemään jo huomattava määrä lantaa ja jalostamaan kuljetettavia kierrätyslannoitevalmisteita. Verkosto lisäisi biokaasun tuotantoa maakunnissa parantaen samalla tankkausasemaverkostoa. Laitosverkoston investointikustannukset sekä investointitukien tarve on arvioitu kannattavuuden, ja edelleen kompensaation tarpeen laskentaa varten.

Lantalaitosten lisäyötteenä voi käyttää muita korkeamman energiasisällön biomassoja, joiden energiasisältö ja ravinteet saadaan samalla hyödynnettyä. Lisäyötteen soveltuvuuteen yhteismädätykseen on kiinnitettävä huomiota, sillä turvallisuusriskejä (esim. hygienia, haitta-aineet) tai kestä-mättömyyttä tuotantoa (esim. erilliset energiakasvit) ei tule hyväksyä. Soveltuvat teollisuuden sivuvirrat ja esimerkiksi maanparannus-, vesiensuojelu- ja viherlannoitustarkoituksissa viljelty nurmi voisivat lisätä lantalaitoksen kaasuntuottoa merkittävästi jo pienempinä määrinä ja ainakin sivuvirroista on myös saatavissa porttimaksua laitoksen kannattavuuden tueksi.

Lannan suhteellisen alhainen metaanintuottopotentiaali, kierrätyslannoitevalmisteiden ja osin myös liikennebiokaasumarkkinoiden kehittymättömyys sekä lannasta saatavien porttimaksujen olemattomuus tarkoittavat sitä, että lantabiokaasun tuotantoa olisi tuettava tuotannon alkuvaiheessa. Tuen kohdentaminen nimenomaan lannan biokaasukäyttöön kohdistuisi ravinnekierätyksen ydinkysymykseen. Tuki olisi ratkaisevaa lantasyötteen käytön taloudellisen kannattavuuden rakentumiselle ja maatalouden kiertotalousmurroksen käynnistymiselle.

Lantabiokaasutuen rakentamisessa voidaan muiden maiden kokemuksia hyödyntää vain rajallisesti. Olemassa olevien järjestelmien merkittävin puute liittyy ravinnekierrätystavoitteiden ohittamiseen, joskin muissa Pohjoismaissa lantabiokaasun tukemisen lähtökohtana ovat olleet muut lannan biokaasutuotannon ympäristöhyödyt, lähinnä lannankäsittelyn vähäisemmät kasvihuonekaasujen päästöt. Niitä toki tavoitellaan myös tässä esitetystä toiminnasta, kun esimerkiksi lannan varastointi tilalla vähenee merkittävästi. Ravinnekierrätykseen sidottuna lannan biokaasutuotannon tukemisella voidaan kuitenkin tukea sekä lannan varastoinninaikaisten päästöjen vähentämistä että ravinnekierrätyksen tavoitteita. Tällöin voitaisiin varmistaa myös haitallisten vesistövaikutusten väheneminen. Ilman tuen sitomista ravinteisiin biokaasulaitokset voisivat jättää mädätteen loppukäytön kehittämisen nykyiselle, varsin tehottomalle tasolle. Tällöin suuri biokaasulaitos voisi toimia alueellisenä ravinnekeskittymänä, jonka tuottaman mädätteen ravinteet jäisivät väkeväimättöminä lähiseudulle. Ruotsin tukimalli tarjoaa kuitenkin hyödyllisiä oppeja muun muassa tuen vaikuttavuuden seurannan järjestämiseen.

Valtion tukimuotoja suunniteltaessa ensisijainen ehto on, ettei tuella saa sotkea markkinoita. Se tarkoittaa esimerkiksi sitä, ettei tuki saa lisätä jonkin toisen tuotannon kustannuksia. Tällainen negatiivinen vaikutus voisi olla esimerkiksi tilanne, jossa tuen avulla olisi kannattavaa tuottaa primäärituotteita, kuten peltokasveja biokaasuksi keinolannoitteiden avulla (energiakasvit). Tällöin syntyisi vaikutuksia myös maatalouteen, kun peltoalaa siirtyisi non-food tuotantoon. Tästä syystä on järkevää, että tuki kohdistuu vain lantaan, joka on sekundäärinen tuote.

Biokaasutuotannon tulisi toisaalta olla mahdollisimman itsenäistä suhteessa maataloustukijärjestelmään. Sika- ja siipikarjataloudessa tuotantoon sidottujen tukien osuus on hyvin alhainen ja turkiseläinten tuotannossa suoraan kytkeä maataloustukiin ei ole. Tästä syystä erityisesti näiden tuotantosuuntien lannan hyödyntäminen biokaasutuotannon syötteinä ei aiheuta markkinahäiriöitä maatalouteen eikä ole suoraan riippuvainen esimerkiksi maataloustaista.

Toisaalta biokaasulaitosten tuottamien kierrätyslannoitevalmisteiden käyttöä on alkuvaiheessa tuettava, jotta niille muodostuisi markkinat. On huomattava, että lantabiokaasutuen tehokkuus ravinnekierrätyksen edistämässä riippuu siitä, millaiseen politiikkatoimien yhdistelmään se nivoutuu (Luostarinen ym. 2019). Parhaiten tukijärjestelmä tukee kierrätyslannoitemarkkinoiden syntyä silloin, kun samalla uudistetaan sääntelyä tukemaan ravinnekierrätystä ja kierrätyslannoitteiden käyttöä.

Lantaan kohdistuva tuki joko tuotetun energian tai prosessoidun ja uudelle alueelle siirtyvän fosforin kautta kohdennettuna synnyttäisi biokaasulaitokselle kannustimen ottaa vastaan lantaa. Jotta lantaa saadaan laitoksiin, olisi sen käsittelyn ratkaisuihin ja ohjauskeinoihin myös kiinnitettävä huomiota (Luostarinen ym. 2019). Jos tiloille ei makseta lannan toimittamisesta laitokseen, olisi tilatasolla lannan toimittaminen laitokseen järkevää silloin, kun se on edullisempaa kuin peltolevitys (logistiikka- tai levityksen kustannus). Tiukempi keino olisi rajoittaa fosforipitoisten lantojen levitystä lainsäädännön kautta etenkin niille pelloille, joilla ravinneylijäämää on ennestään. Jos levitykseen kelpaavaa (ja ennen kaikkea levityksestä hyötyvää) peltoalaa on niukasti tilan lähellä, syntyisi kannustin lannan luovuttamiseen laitokseen helposti.

Oletettavaa on myös, että kierrätyslannoitevalmisteiden saatavuuden kasvaessa ja niiden kuljetuksen ja levityksen palveluiden kehittyessä tilat kiinnostuvat valmisteiden käytöstä enemmän. Myös kotieläintilat voivat nähdä lannan luovuttamisen biokaasulaitokseen olennaiseksi osaksi tilan toimia siten, että ne voivat keskittyä eläintuotantoon, välttyvät lannankäsittelyn vaatimilta investoinneilta ja työltä ja voivat säästöillä hankkia tilalle täsmällisemmässä lannoituksessa vaaditut kierrätyslannoite- tuotteet urakointeineen. Lantabiokaasutuen tavoite on olla määräaikainen tai automaattisesti markkinoiden syntymisen mukaan tarkentuva. Käytännössä kyse on siitä, että tuen avulla aikaansaatu tarjonta lisää ihmisten mahdollisuuksia siirtyä käyttämään biokaasua, joka puolestaan vahvistaisi

kysyntää. Käyttäjäkunnan laajentuminen mahdollistaisi edelleen tankkausasemien lisäämisen. Palvelutason lähestyminen bensiinin ja dieselin jakelun tasoa voisi mahdollistaa vähitellen polttonesteiden ja biokaasun kuluttajahintojen eron kaventamisen.

8. Suositukset

Tämän selvityksen tulosten mukaan on perusteltua esittää lantabiokaasutukea, kunhan sen haun ja valvonnan käytännöt on täsmennetty.

1. Tuki olisi kohdennettava suuren mittaluokan biokaasulaitoksille, koska vain niiden kautta voidaan varmistaa lantaravinteiden kuljetettavuus käytettäväksi niitä tarvitsevilla alueilla ja saavuttaa merkittävä kasvu liikennebiokaasun tarjonnassa positiivisine ilmasto- ja vesistövaikutuksineen.
2. Tuki kannattaisi kohdentaa hallinnollisen yksinkertaisuuden vuoksi tariffina lannasta tuotetulle biokaasulle. Olennaista kuitenkin on, että tuen ehdoissa edellytetään mädätteen jalostamista väkevöidyiksi, kuljetettaviksi kierrätyslannoitevalmisteiksi, joista fosforipitoisimmat hyödynnetään vain fosforia tarvitsevilla peltolohkoilla. Sama velvoite on oltava myös investointituessa.
3. Esitetty tuki ei kasva vuosittain kovin suureksi, jos biokaasulaitoksille muodostuu osittaista tulovirtaa myös porttimaksuista. Esimerkkinä lasketuille 13 biokaasulaitokselle sen vuosittainen tarve olisi suuruusluokaltaan 5,2 miljoonaa euroa. Sen sijaan vaadittu investointituki on merkittävä kertainvestointi. Yksityisen rahoituksen riskiä jakamaan tarvitaan todennäköisesti myös osittaisia vakuusjärjestelyitä esimerkiksi PK-yritysaloitteen kaltaisen järjestelmän kautta.
4. Biokaasun vähittäishintaan kohdistuvalla verotuksella on merkittävä vaikutus biokaasulaitoksen kannattavuuteen, koska kaasuautojen kanta on vielä suhteellisen vähäinen. Jos biokaasun veroetu dieseliin nähden kapenee, on laitoksen kannattavuuteen vaikuttava kysynnän lisääntymisen kaasuautojen kannan vahvistuessa vaikeampi saavuttaa. Toisaalta kysyntä voi tulla useiden markkinoiden kautta. Raskas liikenne on potentiaalinen liikennebiokaasun käyttäjä.
5. Tuen tulisi kohdentua vain lannan osuuteen tuotetusta biokaasusta ja sen todentamiseksi on luotava selkeät ja kaikille toimijoille yhtenäiset menettelyt. Kaikkeen biokaasuntuotantoon kohdistuva tuki kannustaisi korkeamman energiasisällön syötteiden kuin lannan käyttöön, millä voi olla negatiivisia vaikutuksia ympäristölle ja maatalousmarkkinoihin.
6. Lisäsyötteitä laitoksissa kuitenkin saa ja tulee käyttää laitoksen kannattavuuden parantamiseksi ja muidenkin biomassojen hyödyntämisen tehostamiseksi. Soveltuville lisäsyötteille on luotava kriteerit siten, ettei lantaan sekoitu turvallisuusriskejä (mm. hygienia, haitta-aineet) sisältäviä tai tuotannoltaan kestäättömiä (esim. energiakasvit) syötemassoja.
7. Porttimaksuihin nojaavat biokaasulaitokset osoittautuivat kannattaviksi jo ilman investointitukea. Niiden tukimuodot olisi syytä arvioida uudelleen. Kaikilta tuettavilta biokaasulaitoksilta on edellytettävä mädätteen jalostamista nykyistä käytäntöä huomattavasti pidemmälle.
8. Lantabiokaasun tukeminen hyödyttää maatiloja mm. tarjoamalla uusia kierrätyslannoitevalmisteita lannoittamiseen ja maanparannukseen, kohteen maanparannusnurmille ja mahdollisuuden keskittyä lannankäsittelyyn ja -levityksen sijaan pelkästään tilan päätuotantoon sekä luomalla uutta liiketoimintaa kierrätyslannoitevalmisteiden käytön ja jakelun palveluissa.
9. Lantabiokaasun tukemisen kannattavuus yhteiskunnalle muodostuu kokonaisuudesta, jossa olennaisia ovat aluetaloudelliset vaikutukset, hinnoittelemattomat ja hinnoitellut ympäristöhyödyt sekä energia- ja lannoitetuotannon huoltovarmuus. Kustannus-hyöty-analyysin tulisi kattaa kaikki osa-alueet. Lantabiokaasutuen vaikuttavuutta ravinnekierrätyksen murroksen edistämässä voidaan lisätä toteuttamalla se osana kierrätyslannoitemarkkinoiden syntyä tukevaa ohjauskeinojen kokonaisuutta (Luostarinen ym. 2019).

Viitteet

- Aakkula, J., Asikainen, A., Kohl, J., Lehtonen, A., Lehtonen, H., Ollila, P., Regina, K., Salminen, O., Sievänen, R., Tuomanen, T. 2019. Maatalous- ja LULUCF -sektorien päästö- ja nielukehitys vuoteen 2050. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 20/2019. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-650-8>
- Alho, E., Arovuori, K., Heikkilä, A.-M., Niskanen, O., Väre, M. & Yrjölä, T. 2019. Maatalouden asema rahoitusmarkkinoilla. PTT työpapereita 200. <http://www.ptt.fi/media/tp200yhdistetty1.pdf>
- Avfall Sverige 2017. Utredning och analys av lämpliga styrmedel för svenskproducerad biogas efter 2020. Rapport nr 2017: 33. <https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyhetsarkiv/artikel/styrmedel-for-biogas/>
- Avfall Norge 2017. Kart over biogassanlegg i Norge (2018). <https://www.avfallnorge.no/bransjen/nyheter/biogass-verdifulle-effektivt-og-kliman%C3%B8ytralt>
- Energimyndigheten 2018. Produktion och användning av biogas och rötresten år 2017. ES 2018:1. Energimyndigheten. Energigas Sverige. <https://www.svenskvatten.se/globalassets/organisation-och-juridik/vass/biogas/biogasstatistik-2017-ars-data---slutrapport.pdf>
- Gebrezgabher, S., Meuwissen, M., Oude Lansink, A. 2012. Energy-neutral dairy chain in the Netherlands: An economic feasibility analysis. *Biomass and Bioenergy* (36), 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.10.006>
- Jacobsen, B.H., Laugesen, F.M., Dubgaard, A. 2014. The economics of biogas in Denmark: a farm and socioeconomic perspective. *International Journal of Agricultural Management*, 3(3), 135–144. doi: (10)0.5836/ijam/2014-03-02
- Jordbruksverket 2017. Utvärdering av gödselgasstödet 2015–2016. Rapport 2017:11. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3a9fff8015d0a58556c7572f/1499259064453/ra17_11.pdf
- Lemola, R., Uusitalo, R., Hyväluoma, J., Sarvi, M., Turtola, E. 2018. Suomen peltojen maalajit, multavuus ja fosforipitoisuus. Vuodet 1996–2000 ja 2005–2009. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-558-5>
- Luostarinen, S., Tampio, E., Berlin, T., Grönroos, H., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Niskanen, O., Rasa, K., Salo, T., Turtola, E., Valve, H., Ylivainio, K. 2019. Keinoja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019/5. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-941-8>
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J., Munther, J. 2017a. Suomen normilanta - laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-441-0>
- Luostarinen, S., Perttilä, S., Nousiainen, J., Hellstedt, M., Joki-Tokola, E., Grönroos, J. 2017b. Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet. Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-439-7>
- Lybæk, R. 2016. The Danish biogas sector - Biogas technology & Policies & Way forward. http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seminar/2016/attach/pdf/170111_01.pdf
- Lyng, K.-A., Prestrud, K., Stensgård Elstad, A. 2019. Evaluering av pilotordning for tilskudd til husdyrgjødsel til biogassproduksjon. Rapport OR.04.19. Østfoldforskning. <https://www.ostfoldforskning.no/media/2124/or-0419-evaluering-av-pilotordning-for-tilskudd-til-husdyrgjoedsel-til-biogassproduksjon-v2.pdf>
- Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiahio, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., zu Castell-Rüdenhausen, M. 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa : Nykytila ja suositukset ohjaukeinojen kehittämiseksi Suomessa.

- Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 45 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3>
- Pulkkinen, H., Hietala, S., Virkajärvi, P., Järvenranta, K., Nousiainen, J., Huuskonen, A., Silvenius, F., Katajajuuri, J.-M. 2019. Environmental impacts of primary production of Finnish beef. Luonnonvarakeskus, Helsinki. *Käsikirjoitus*.
- 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 biokaasua liikennepolttoaineeksi. MTT Raportti 151. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 97 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/484391>
- Seppänen, A.-M., Laakso, J., Luostarinen, S. 2018. Sivuvirrasta väkilannoitteen korvaajaksi: Mädätysjäännöksen jalostusteknologioiden nykytila, tarpeet ja tulevaisuuden mahdollisuudet Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 31/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 49 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-590-5>
- Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S., Lohko-Soner, K. 2018. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki. 136 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-559-0>
- Tampio, E., Vainio, M., Virkkunen, E., Rahtola, M., Heinonen, S. 2018. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 73 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-606-3>
- Tilastokeskus 2019. Energian hinnat. <https://www.stat.fi/til/ehi/index.html>
- Valve, H., Lukkarinen, J., Matikka, V., Auvinen, H., Lähteenoja, S., Marttila, T. 2019. Kohti kestävän sinisen biotalouden murrosta Pohjois-Savossa: Murrospolut ja tarvittavat toimenpiteet. Savonia ammattikorkeakoulun julkaisuja 1/2019. https://blueadapt.fi/wp-content/uploads/2019/03/blueadaptweb_Pohjois-Savo.pdf
- Ylivainio, K., Sarvi, M., Lemola, R., Uusitalo, R., Turtola, E. 2014 Regional P stocks in soil and in animal manure as compared to P requirement of plants in Finland. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen, Finland. 35 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-505-9>

Liite 1. Biokaasulaitoksen massa- ja energiataseen laskenta

Biokaasulaitoksen massa- ja energiataseita tarkasteltiin neljässä eri kokoluokassa, jossa laitoksen syötemateriaalien määrä oli

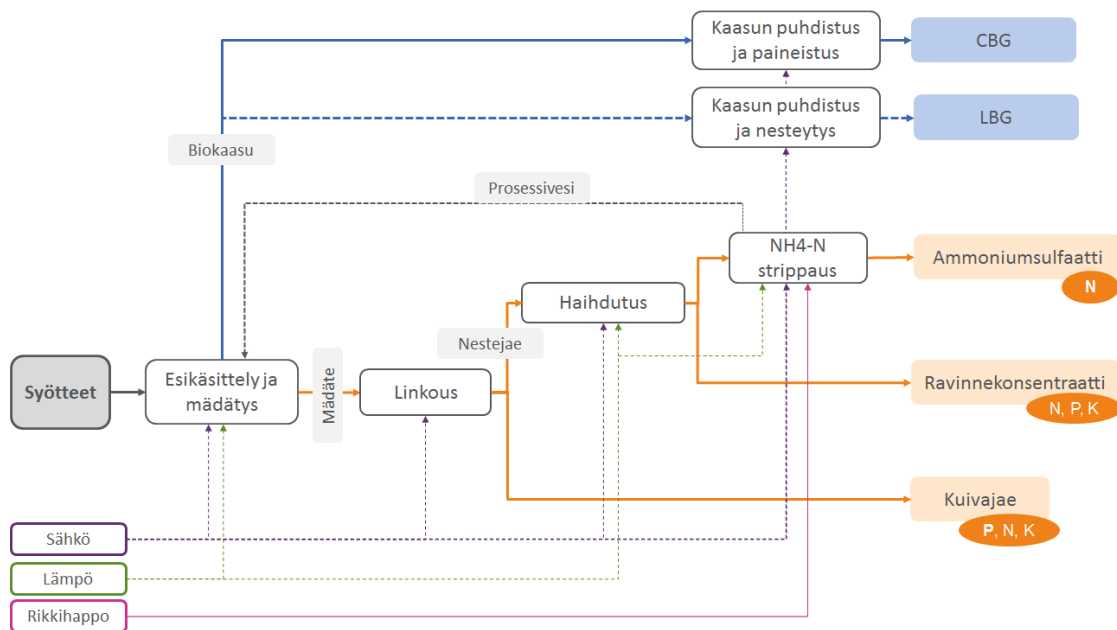
- 50 000 t/v
- 100 000 t/v
- 200 000 t/v
- 300 000 t/v

Lisäksi tarkastelussa oli mukana viisi erilaista syöteskenaariota, jotka painottuivat joko sian tai naudan lantaa tai porttimaksuja vastaanottavaan laitokseen. Lannankäsittelyn skenaariossa kotieläinten lannan yhteenlaskettu osuus laitoksen syötteistä on 100 % ja toisessa skenaariossa 70 % (taulukko L1.1). Lantaa käsittelevien laitosten lantasyötteiden koostumus perustui löyhästi Etelä-Pohjanmaan alueella muodostuviin lantamääriin joko sianlanta tai naudanlanta -painotuksella.

Taulukko L1.1. Kahden syöteskenaarion syötteiden osuus laitoksen käsittelemästä kokonaismassasta. Lantojen keskinäinen suhde on sama molemmissa skenaarioissa.

Syötemassa		Painotus sian lannassa		Painotus naudan lannassa		Porttimaksullinen laitos
		Lanta 100 %	Lanta 70 %	Lanta 100 %	Lanta 70 %	
Lannat	Nauta, lietelanta	25 %	18 %	75 %	53 %	
	Nauta, kuivat lannat	18 %	13 %	12 %	8 %	
	Sika, lietelanta	50 %	35 %	10 %	7 %	
	Muu siipikarja	2 %	1 %	2 %	1 %	
	Turkislanta	5 %	4 %	1 %	1 %	
Muut	Säilörehunurmi	-	20 %	-	20 %	
	Elintarviketeollisuuden massa	-	10 %	-	10 %	25 %
	Biojäte	-	-	-	-	25 %
	Puhdistamoliete	-	-	-	-	50 %

Biokaasulaitos koostui syötteen esikäsittelystä (murskaus, sekoitus ja hygienisointi), biokaasureaktoista sekä mädätteen ja biokaasun jatkokäsittelystä (kuva L1.1). Biokaasu jalostettiin paineistetuksi biometaaniksi (CBG) tai nesteytetyksi biometaaniksi (LBG). Mädäte separoitiin neste- ja kuivajakeisiin. Kuivajae oletettiin markkinoitavan maanparannusaineena sellaisenaan. Nestejake käsiteltiin laitoksella haihdutuksen ja strippauksen avulla konsentroiduiksi ravinnetuotteiksi (ravinnekonentraatti ja ammoniumsulfaatti).



Kuva L1.1. Biokaasulaitoksen prosessikaavio. Massa- ja energiavirrat.

Massataselaskennassa käytetyt syötemateriaalien laskennalliset ominaisuudet on kuvattu taulukossa L1.2. Syötemateriaalien lisäksi reaktoriin oletettiin syötettävän mädätteestä erotettavaa prosessivettä. Reaktoriin syötettävän seoksen kuiva-ainepitoisuus oletettiin tasolle 12 % ja prosessivettä käytettiin laimennukseen tähän tasoon vaadittava määrä. Prosessiveden ominaisuudet laskettiin olettamalla ensimmäinen massatase laskettavaksi vedellä, jonka kaikkien komponenttien pitoisuus on nolla. Tämän ensimmäisen taseen laskennan prosessiveden ominaisuustietoja (taulukko L1.3) käytettiin laitosten varsinaisen massa- ja energiataseen laskennassa.

Taulukko L1.2. Lantojen ominaisuudet perustuen Ravinnelaskuriin ja Normilanta-järjestelmään (Luostarinen ym. 2017a, Luostarinen ym. 2017b). Naudan ja sian lietalantojen metaanipotentiali ja tyypin muutos perustuu julkaisuihin Marttinen ym. (2015) ja Paavola ym. (2016), turkiseläinten lantojen tiedot TURKISTEHO- ja siipikarjanlannan tiedot TEHOLANTA-hankkeen tuloksiin. Säilörehunurmen ominaisuudet perustuen Luken satotilastoon ja Mavin ravinnetaseohjeeseen (Mavi 2008). Elintarviketeollisuuden sivuvirran, biojätteen ja puhdistamolietteen ominaisuudet perustuvat Ravinnelaskuri-hankkeen laajaan koontiin eri materiaalien ominaisuuksista Suomessa.

Biomassa		TS (%)	VS (%)	Ntot (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	Ptot (g/kg)	CH ₄ - potentiaali (m ³ /tVS)	NH ₄ -N- lisäys
Lannat	Nauta, lietalanta	9,0	7,2	5,0	2,9	0,9	210	20
	Nauta, kuivat lannat	30,1	25,6	5,4	1,9	1,0	200	15
	Sika, lietalanta	8,2	7,0	4,6	2,9	1,0	320	30
	Sika, kuivat lannat	21,2	18,0	8,2	3,6	2,9	300	20
	Muu siipikarja	68,2	58,0	27,3	6,7	12,0	190	100
	Turkiseläinten lanta	32,5	25,4	29,5	20,6	13,4	230	20
Muut	Kasvimassa	30,0	27	7,7	0,3	0,9	300	250
	Elintarviketeollisuuden sivuvirta	20,0	17	6,0	0,3	1,0	350	1 000
	Biojäte	28,0	26	6,0	0,3	1,0	450	800
	Puhdistamoliete	20,0	14	11,0	2,4	6,0	300	250

Taulukko L1.3. Laitosten laimennukseen käytettävän prosessiveden ominaisuudet taselaskennan perusteella.

	TS (g/kg)	VS (g/kg)	Ntot (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	Ptot (g/kg)
Sika 100	0,8	0,8	0,1	0,1	0
Sika 70	0,7	0,8	0,0	0,0	0
Nauta 100	0,8	0,9	0,0	0,0	0,0
Nauta 70	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0
Porttimaksu	0,6	0,5	0,0	0,0	0

Biokaasulaitoksen tuottama energiamäärä laskettiin syötemateriaalien metaanintuottopotentiaalini (m^3/tVS) ja orgaanisen aineen (VS) pitoisuuden avulla. Metaanintuotto kerrottiin kertoimella 90 %, jotta tuotto vastaisi potentiaalini sijaan jatkuvatoimisessa reaktorissa todennäköisimmin saavutettavaa metaanintuottoa. Syötteistä biokaasuksi muuttuva massamäärä laskettiin metaanin ja hiilidioksidin tiheyden sekä oletetun biokaasun koostumuksen avulla (60 % CH₄, 40 % CO₂). Käsitteilyjäännöksen massa laskettiin syötteiden kokonaismäärän ja biokaasuun menevän massan määrän erotuksena. Liikennepolttoaineen tuotannossa huomioitiin prosessin hyötysuhteet (Taulukko L1.4).

Taulukko L1.4. Energiataseen laskennassa käytetyt kertoimet. CBG:n hyötysuhde perustuu Marttinen ym. 2015 ja Biogas Regions 2012 ja LBG:n Fasihi ym. 2015.

	Arvo	Yksikkö
CH₄ pitoisuus	60	%
1 m³ CH₄	9,97	kWh
Metaanin tiheys	0,66	kg/m ³
Hiilidioksidin tiheys	1,82	kg/m ³
Metaanintuoton korjauskerroin	90	%
Paineistetun kaasun (CBG) hyötysuhde	98	%
Nesteytetyn kaasun (LBG) hyötysuhde	92	%

Energiankulutuksessa huomioitiin lämmitykseen tarvittava energia ja sähkönkulutus eri yksikköprosesseissa (Taulukko L1.5). Biokaasuprosessin lämpöenergian tarve arvioitiin syötteen lämmittämiseen kuluvaan energian avulla (Marttinen ym. 2015, Tampio ym. 2016). Koska biokaasuprosessia edelsi hygienisointi, syötemateriaaleja (pl. prosessivesi) lämmitettiin 12 asteesta 75 asteeseen, ja lämpöenergian tarve laskettiin veden ominaislämpökapasiteetin avulla (kaava 1). Laskennallisesti massaa lämmitettiin hieman yli tavoitelämmön (70 °C), ja näin lämpötilan oletettiin pysyvän tavoitteessa käsittelyn ajan. Prosessissa kierrätettävälle vedelle ei huomioitu erillistä lämmitystarvetta, vaan hygienisoinnin lämmön oletettiin riittävän myös prosessiveden lämmitykseen sekä reaktorin lämpöhäviöiden kattamiseen. Lämmönvaihtimien käyttöä ja niiden vaikutusta lämpötaseeseen ei huomioitu.

Hygienisoinnin ja biokaasuprosessin sähkönkulutus perustui kirjallisuuteen ja se sisälsi myös syötemateriaalien murskauksen, seulonnan, sekoituksen sekä pumppauksen (Taulukko L1.5).

$$\Delta E = c \times m \times \Delta t, \quad (\text{kaava 1})$$

missä ΔE = lämmittämiseen tarvittava energia

c = aineen ominaislämpökapasiteetti, kJ/kg°C ($c_{\text{vesi}} = 4,18$ kJ/kg °C)

m = massa, kg

Δt = lämpötilan muutos, °C

Mädätteen jatkojalostus koostui separoinnista sähkökäyttöisellä lingolla, nestejakeen haihduttamisesta lämpöenergian avulla ja haihtuneen kaasun sisältämän ammoniakkin talteenotosta rikkihappopesurin avulla. Jatkojalostuksen energiankulutuksen taustatiedot on esitetty taulukossa L1.5 ja tekniikoiden massan- ja ravinteiden erotustehokkuus taulukossa L1.6. Haihdutusprosessin lämmön oletettiin riittävän myös strippaukseen. Rikkihapon kulutus laskettiin rikkihapon ja ammoniumsulfaatin moolimassojen suhteen avulla.

Taulukko L1.5. Energiankulutuksen laskennassa käytetyt lähtöarvot. Hygienisoinnin, biokaasureaktorin ja lingon kulutus perustuen aiempaan kirjallisuuskatsaukseen (Tampio ym. 2017). Haihdutuksen ja strippauksen energiankulutus perustuen aiempiin laskelmiin (Marttinen ym. 2015, Flotats ym. 2011, Tampio ym. 2016). Liikennebiokaasun valmistus sisältää kaasun pesun ja paineistuksen (Marttinen ym. 2015, Biomethane Regions 2012).

	Sähkönkulutus	Lämmönkulutus	Lämpöhäviö
Hygienisointi	150 kWh/tTS	Laskennallinen, 12 -> 75 °C	-
Biokaasureaktori	3 %	-	15 % lämmitystarpeesta
Mädätteen linkous	3,5 kWh/t	-	-
Nestejakeen haihdutus ja strippaus	27 kWh/t	Laskennallinen, 40 -> 80 °C	-
Liikennebiokaasun valmistus	0,75 kWh/m ³ CH ₄	-	-

Taulukko L1.6. Mädätteen jatkojalostustekniikoiden erotustehokkuudet (%) perustuen aiempaan kirjallisuuskatsaukseen (Tampio ym. 2017 ja Ravinlaskuri). Strippauksessa tavoitteena oli muodostaa ammoniumsulfaattia, jonka NH₄-N pitoisuus on n. 10 %, minkä vuoksi erotustehokkuutta tarvittaessa hieman muokattiin.

Erotustehokkuus, % käsiteltävästä	Massa	TS	VS	Ntot	NH ₄ -N	Ptot
Linkous (kuivajakeessa)	17	70	70	25	15	90
Haihdutus (konsentraatissa)	20	98	97	-	0	100
NH ₄ -N strippaus (ammoniumsulfaatissa)	4 (3)	0	0	-	99	0

Liitteen 1 viitteet

- Biomethane Regions 2012. Introduction to the Production of biomethane from biogas a guide for England and Wales. http://www.severnwyke.org.uk/fileadmin/Resources/SevernWye/Projects/Biomethane_Regions/Downloads/BMR_D.4.2.1.Technical_Brochure_EN.pdf
- Fasihi, M., Bogdanov, D., Breyer, C. 2015. Economic of global LNG trading based on hybrid PV-wind power plants. Neo-Carbon Energy 4th Researcher's seminar, October 19-20, 2015. http://www.neocarbonenergy.fi/wp-content/uploads/2016/02/09_Fasihi.pdf
- Flotats, X., Foged, H.L., Bonmati Blasi, A., Palatsi, J., Magri, A., Schelde, K.M., 2011. Manure processing technologies. Technical Report No. II concerning "Manure Processing Activities in Europe" to the European Commission, Directorate-General Environment. 184 pp. http://agrotechnologyatlas.eu/docs/21010_technical_report_II_manure_processing_technologies.pdf
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J., Munther, J. 2017a. Suomen normilanta –laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-441-0>
- Luostarinen, S., Perttilä, S., Nousiainen, J., Hellstedt, M., Joki-Tokola, E., Grönroos, J. 2017b. Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet. Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-439-7>
- Marttinen, S., Tampio, E., Sinkko, T., Timonen, K., Luostarinen, S., Manninen, K., 2015. Biokaasulaitokset - syötteistä lopputuotteisiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2015. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-013-9>
- Mavi 2008. Ravinnetaseet. Ympäristötuen lisätoimenpide lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan. Maaseutuvirasto. 13 p.
- Paavola, T., Winquist, E., Pyykkönen, V., Luostarinen, S., Grönroos, J., Manninen, K., Rankinen, K. 2016. Lantaravinteiden kestävä hyödyntäminen tiloilla ja keskitetyssä biokaasulaitoksessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2016. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-258-4>
- Pöschl, M., Ward, S., Owende, P., 2010. Evaluation of energy efficiency of various biogas production and utilization pathways. Appl. Energy 87, 3305-3321.
- Rapport, J.L., Zhang, R., Jenkins, B.M., Hartsough, B.R., Tomich, T.P., 2011. Modeling the performance of the anaerobic phased solids digester system for biogas energy production. Biomass Bioenergy 35, 1263-1272.
- Tampio, E., Marttinen, S., Rintala, J. 2016a. Liquid fertilizer products from anaerobic digestion of food waste: mass, nutrient and energy balance of four digestate liquid treatment systems. J Clean Prod 125, 22-32.

Liite 2. Esimerkkilaitoksissa muodostuvat kierrätyslannoitevalmisteet

Skenaario	Ravinnetuote	TS (%)	VS (%)	Ntot (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	Ptot (g/kg)
Sika 100	Kuivajae	34,4	25,9	8,2	3,5	8,1
	Konsentraatti	14,8	11,0	4,8	0,0	0,9
	Ammoniumsulfaatti	-	-	-	91,7	-
Nauta 100	Kuivajae	36,3	27,1	8,1	3,2	6,5
	Konsentraatti	15,6	11,6	6,3	0,0	0,7
	Ammoniumsulfaatti	-	-	-	115,7	-
Sika 70	Kuivajae	31,5	24,3	6,8	2,2	5,6
	Konsentraatti	13,6	10,4	8,1	0,0	0,6
	Ammoniumsulfaatti	-	-	-	80,8	-
Nauta 70	Kuivajae	32,3	24,9	6,7	2,0	4,5
	Konsentraatti	13,9	10,6	9,0	0,0	0,5
	Ammoniumsulfaatti	-	-	-	94,2	-
Porttimaksullinen	Kuivajae	26,6	15,8	8,1	3,6	12,4
	Konsentraatti	11,4	6,7	3,8	0,0	1,4
	Ammoniumsulfaatti	-	-	-	94,7	-

-, ei lukuarvoa

Liite 3. Esimerkkilaitosten investointi- ja käyttökustannusten lähtötiedot

Luvut on koottu yhteistyössä Nurmon Bioenergia Oy:tä edustavien Jyrki Heilän ja Teija Paavolan kanssa.

Kapasi- teetti (t/v)	Investointi biokaasulai- tos (€)	Investointi kaasunpuhdis- tus ja paineis- tus (€)	Investointi kaasunpuh- distus ja nes- teytys (€)	Investointi: rakennuk- set, pohja- työt, piha- alueet, suunnittelu ym. (€)	Investointi ravinteiden jalostus (€)	Laitoksen käyt- tökustannus (€)
Sika 100, Nauta 100						
50 000	4 500 000	2 000 000		7 200 000	2 500 000	1 300 000
100 000	6 000 000	3 000 000		8 400 000	3 000 000	2 200 000
200 000	7 000 000		8 800 000	13 510 000	3 500 000	4 530 000
300 000	8 500 000		9 000 000	14 000 000	4 500 000	6 300 000
Sika 70, Nauta 70, Porttimaksullinen						
50 000	5 000 000	2 500 000		8 080 000	2 600 000	1 460 000
100 000	6 500 000	3 500 000		9 275 000	3 250 000	2 650 000
200 000	8 000 000		9 000 000	13 700 000	4 000 000	5 170 000
300 000	11 000 000		10 000 000	14 500 000	5 000 000	7 000 000

Liite 4. Esimerkkilaitosten investointikustannus ja energiantuotanto

Investointi laskettu liitteen 3 mukaisesti, energia liitteessä 1 esitetyn taselaskennan mukaisesti.

Kapasiteetti (t/v)	Investointi yhteensä (€)	Tuotettu metaani (m ³ /v)	Myytävä metaani (kg/v)	Tuotettu energia (MWh/v)	Energia myyntiin (MWh/v)
Sika 100					
50 000	16 200 000	1 316 723	846 495	12 904	12 904
100 000	20 400 000	2 633 464	1 693 001	25 808	25 808
200 000	32 810 000	5 266 928	3 386 003	51 616	51 616
300 000	36 000 000	7 900 392	5 079 004	77 424	77 424
Nauta 100					
50 000	16 200 000	1 012 352	650 821	9 921	9 921
100 000	20 400 000	2 024 704	1 301 642	19 842	19 842
200 000	33 000 000	4 049 408	2 603 283	39 684	39 684
300 000	36 500 000	6 074 112	3 904 925	59 526	59 526
Sika 70					
50 000	18 180 000	1 926 562	1 238 548	18 880	18 880
100 000	22 525 000	3 853 125	2 477 097	37 761	37 761
200 000	34 700 000	7 706 249	4 954 193	75 521	75 521
300 000	40 500 000	11 559 374	7 431 290	113 282	113 282
Nauta 70					
50 000	18 180 000	1 713 496	1 101 572	16 792	16 792
100 000	22 525 000	3 426 993	2 203 145	33 585	33 585
200 000	34 700 000	6 853 985	4 406 290	67 169	67 169
300 000	40 500 000	10 280 978	6 609 435	100 754	100 754
Porttimaksullinen					
50 000	18 180 000	2 503 688	1 609 571	24 536	24 536
100 000	22 525 000	5 007 375	3 219 141	49 072	49 072

Liite 5. Esimerkkilaitoksissa muodostuvat ravinnetuotteiden määrät

Tilavuus laskettu olettaen seuraavat tilavuuspainot: kuivajae 0,7 t/m³, ammoniumsulfaatti, 1,2 t/m³, konsentraatti 1,0 t/m³.

Kapaciteetti	Massa (t/v)			Tilavuus (m ³ /v)			Fosfori (t/v)			Kokonaistyyppi (t/v)			Liukoinen tyyppi (t/v)			
	Kuiva	AMS	Kons.	Kuiva	AMS	Kons.	Kuiva	AMS	Kons.	Yht.	Kuiva	AMS	Kons.	Kuiva	AMS	Kons.
Sika 100																
50 000	10 001	2 137	9 766	14 287	1 781	9 766	82	0	9	91	82	196	47	35	196	0
100 000	20 003	4 273	19 532	28 576	3 561	19 532	163	0	18	181	164	393	95	70	393	0
200 000	40 005	8 546	39 064	57 150	7 122	39 064	327	0	36	363	328	785	190	140	785	0
300 000	60 008	12 819	58 596	85 726	10 683	58 596	490	0	54	544	492	1 178	285	210	1 178	0
Nauta 100																
50 000	8 746	1 829	8 540	12 494	1 524	8 540	57	0	6	44	71	158	54	28	158	0
100 000	17 492	3 659	17 081	24 989	3 049	17 081	114	0	13	89	142	317	107	56	317	0
200 000	34 985	7 318	34 162	49 979	6 098	34 162	228	0	25	177	285	634	215	113	634	0
300 000	52 477	10 977	51 243	74 967	9 148	51 243	343	0	38	267	427	950	322	169	950	0
Sika 70																
50 000	12 341	1 895	12 051	17 630	1 579	12 051	69	0	8	54	84	154	97	27	154	0
100 000	24 682	3 791	24 102	35 260	3 159	24 102	139	0	15	108	168	307	195	55	307	0
200 000	49 365	7 581	48 203	70 521	6 318	48 203	277	0	31	216	337	615	390	110	615	0
300 000	74 047	11 372	72 305	105 781	9 477	72 305	416	0	46	323	505	922	585	164	922	0

Nauta 70																
50 000	11 480	1 715	11 210	16 400	1 429	11 210	52	0	6	41	77	127	102	23	127	0
100 000	22 959	3 431	22 419	32 799	2 859	22 419	104	0	12	81	153	253	204	45	253	0
200 000	45 919	6 861	44 838	65 599	5 718	44 838	208	0	23	162	306	507	408	90	507	0
300 000	68 878	10 292	67 257	98 397	8 577	67 257	313	0	35	244	460	760	612	135	760	0
Porttimaksullinen																
50 000	12 652	2 738	12 355	18 074	2 282	12 355	158	0	18	176	103	260	47	46	260	0
100 000	25 305	5 475	24 709	36 150	4 563	24 709	315	0	35	350	207	521	94	93	521	0

Liite 6. Esimerkkilaitosten kannattavuus

Kannattavuus on laskettu seuraavilla oletuksilla: Laskentakorkokanta: 2,0 %, investoinnin kesto: 15 vuotta, laitoksen jäännösarvo: 10 % hankintahinnasta, investoinnin avustus: 30 %, kaasun vähittäishinta: 1,50 euroa (sis alv.), kaasun tuottajahinta 1,21 euroa (Alv 0 %). Taulukon arvot ovat euroa (alv 0 %). Erilaiset kompensatiomallit (lannasta peräisin olevan kaasun tuotantotuki tai fosforin käsitte- lyn tuki) on laskettu kompensoimaan negatiivista nykyarvojen erotusta vuositasolla.

Sikapainotteinen lantaseos 100 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50 000	14 777 463	-2 8044 043	-13 266 580
100 000	28 355 105	-42 548 380	-14 193 275
200 000	55 911 210	-81 174 164	-25 262 953
300 000	82 545 316	-106 150 360	-23 605 045
Sikapainotteinen lantaseos 70 % + kasvibiomassa 20 % + elintarvikeliete 10 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50 000	21 069 329	-31 485 925	-10 416 596
100000	40 755 168	-49 818 048	-9 062 880
200000	80 475 326	-90 720 692	-10 245 367
300000	119 557 993	-118 294 845	1 263 149
Sikapainotteinen lantaseos 70 % + kasvibiomassa 20 % + porttimaksullinen elintarvikeliete 10 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50000	24 281 645	-31 485 925	-7 204 280
100000	47 179 800	-49 818 048	-2 638 249
200000	93 324 589	-90 720 692	2 603 897
300000	138 831 889	-118 294 845	20 537 044
Porttimaksullinen laitos (puhdistamoliete 50%, biojäte 25%, elintarvikeliete 25%)			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50000	58 959 462	-31 485 925	27 473 537
100000	116 535 423	-49 818 048	66 717 375

Nautapainotteinen lantaseos 100 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50000	11 736 010	-28 044 043	-16 308 032
100000	22 272 021	-42 548 380	-20 276 359
200000	43 764 042	-81 307 164	-37 543 122
300000	64 346 063	-106 500 360	-42 154 297
Nautapainotteinen lantaseos 70 % + kasvibiomassa 20 % + elintarvikeliete 10 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50000	18 940 249	-31 485 925	-12 545 675
100000	36 497 009	-49 818 048	-13 321 039
200000	71 959 008	-90 720 692	-18761685
300000	106 783 517	-118 294 845	-11511328
Nautapainotteinen lantaseos 70 % + kasvibiomassa 20 % + porttimaksullinen elintarvikeliete 10 %			
kapasiteetti t/v	Tuottojen nykyarvo	Kustannusten nykyarvo	Erotus
50000	22 152 565	-31 485 925	-9 333 359
100000	42 921 641	-49 818 048	-6 896 408
200000	84 808 271	-90 720 692	-5 912 421
300000	126 057 412	-118 294 845	7 762 567

Liite 7. Suurten biokaasulaitosten verkoston tarvitsemat lisäsyötemateriaalit

Elintarviketeollisuuden sivuvirrat

Kappaleessa 6 tarkasteltujen alueellisten lantaa käsittelevien laitoskokonaisuuksien lisäsyötteenä käytettävien elintarviketeollisuuden sivuvirtojen (10 % lantabiokaasulaitosten syötteestä) määrä ja koostumus eri alueilla on riippuvaista alueella vallitsevasta teollisuudesta. Tässä liitteessä esitetyt jaottelut ja määrät eri sivuvirroille perustuvat Luken ja SYKE:n laatimaan Ravinnelaskuriin. Ravinnelaskurin mukaan kaikilla esimerkin mukaisilla biokaasulaitoskonseptien tarkastelualueilla muodostuu eläinperäisiä lietteitä, kasvijätteitä sekä rasvajätteitä. Juomien valmistukseen liittyviä jätteitä sekä meijeri- ja maitojätteitä muodostuu vain muutamilla alueilla.

t/v	Etelä-Pohjanmaa	Pohjanmaa & Keski-Pohjanmaa	Pohjois-Savo	Satakunta	Varsinais-Suomi
Eläinperäiset lietteet	8 092	976	326	146 833	491
Juomien valmistuksen jätteet	713	0	0	0	0
Kasvijätteet	90 683	10 537	44	13 883	2 765
Meijeri- ja maitojätteet	315	0	439	0	0
Rasvajätteet	2	60	3	65	55
Yhteensä	99 805	11 573	812	160 781	3 311
<i>Esimerkin tarve</i>	<i>40 000</i>	<i>30 000</i>	<i>20 000</i>	<i>20 000</i>	<i>20 000</i>

Ravinnelaskurin mukaiset jätemäärät perustuvan vuoden 2015 tietoihin. Tiedot eivät kuitenkaan välttämättä täysin vastaa alueilla kokonaisuudessaan muodostuvia erilaisia elintarviketeollisuuden jäte- ja sivuvirtoja. Luvuissa ei ole mukana teurasjätteitä, eivätkä ne sisällä lainkaan kuntien ympäristöluvitettavia laitoksia. Näin ollen erityisesti pienempien teollisuuden alojen sivuvirtoja voi aineistosta puuttua. Lisäksi sivuvirtojen ilmoittamiseen liittyy massojen seurannan kannalta epätarkkuuksia eikä kaikkia sivuvirtoja välttämättä raportoida jätteinä, jolloin niiden jäljittäminen jätetilastoista on mahdotonta.

Elintarviketeollisuuden sivuvirroista eläinperäiset lietteet koostuvat erilaisista lihatuotannon lietteistä, jotka tällä hetkellä päätyvät pääsääntöisesti jätevedenpuhdistamoille. Hyvin pieni osuus näistä lietteistä päätyy tällä hetkellä biokaasuntuotantoon. Eläinperäiset lietteet -kategoria ei sisällä varsinaisia teurasjätteitä, joiden kertymälle alueittain ei ollut saatavilla tietoja. Renderöivät teurasjätteet päätyvät suurimmaksi osaksi Honkajoki Oy:lle käsittelyyn, mutta muita teurastuksen sivujakeita, kuten mahalantaa käsitellään biokaasulaitoksissa. Juomien valmistuksen jätteet ovat virvoitusjuoma-, mehu- ja alkoholijuomateollisuuden jakeita, jotka päätyvät tällä hetkellä eri kohteisiin, esimerkiksi etanolintuotantoon, polttoon sekä rehukäyttöön. Kasvijätteistä erityisesti perunan soluneste päätyy sellaisenaan maatalouden käyttöön, muita kasvijakeita, esimerkiksi kuorimassoja ja lietteitä ohjautuu sekä rehuksi että polttoon, kompostointiin ja jonkin verran myös mädätykseen. Meijeri- ja maitoteollisuuden jätteitä käsitellään sekä biokaasulaitoksissa että etanolintuotantolaitoksissa. Rasvajätteitä muodostuu sekä ravintoloissa että ruuanjalostusteollisuudessa ja sitä päätyy mm. biodieselin tuotantoon, mädätykseen ja osin myös kompostointiin.

Vaikka kaikilla lantabiokaasulaitosten esimerkin mukaisilla alueilla ei muodostu Ravinnelaskurin tietojen mukaan tarpeeksi biomassaa lantabiokaasulaitosten lisäsyötteiksi, voidaan biomassaa myös kul-

jettaa. Jäteperäisiä porttimaksullisia biomassoja usein kuljetetaan käsittelyyn pitkiäkin matkoja. Lisäksi on erittäin todennäköistä että alueella muodostuville elintarviketeollisuuden sivuvirroille on jo tällä hetkellä käsittely, mutta käsittelysopimukset ovat määräaikaista. Jätteen tuottaja näin ollen kilpailuttaa biomassojen käsittelyn tietyin edellytyksin. Tässä työssä valittiin sivuvirtojen keskimääräiseksi porttimaksuksi 50 e/t.

Nurmibiomassat

Kappaleessa 6 tarkasteltujen alueellisten lantaa käsittelevin laitoskokonaisuuksien vaatimat nurmimäärät (20 % lantabiokaasulaitosten syötteestä) voitaisiin kattaa alueella muodostuvilla suojavyöhyke- ja luonnonhoitonurmilla sekä säilörehunurmen ylijäämällä. Määrät vastaavat sitä nurmien osuutta, joka tälläkin hetkellä päättyy jollain tavoin ravinnekiertoon/prosessointiin, jolloin ulkopuolelle jää rehu- ja kuivikekäyttö. Säilörehunurmeen sisältyy siis 5 % viljeltävistä säilörehu- ja tuorerehunurmista, ja suojavyöhykkeisiin ja luonnonhoitopeltoihin sisältyvät mm. erilaiset kesannot, viherlannoitusnurmet, ympäristönurmet ja suojakaistat (Lähde: Luke & SYKE Ravinnelaskuri).

t/v	Etelä-Pohjanmaa	Pohjanmaa & Keski-Pohjanmaa	Pohjois-Savo	Satakunta	Varsinais-Suomi
Suojavyöhyke- ja luonnonhoitonurmi	26 077	19 341	15 405	18 860	37 470
Säilörehunurmen ylijäämä	45 384	42 230	54 116	12 480	17 192
Yhteensä	71 461	61 571	69 521	31 340	54 662
<i>Esimerkin tarve</i>	<i>80 000</i>	<i>60 000</i>	<i>40 000</i>	<i>40 000</i>	<i>40 000</i>



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000