



# NAUDAN LIETELANNAN BIOKAASUPOTENTIALIAALI JA RAVINNETARKASTELU

– Kannus, Lestijärvi ja Toholampi



Centria. Raportteja ja selvityksiä, 44

Kari Jääskeläinen

# **NAUDAN LIETELANNAN BIOKAASUPOTENTIAALI JA RAVINNETARKASTELU**

– Kannus, Lestijärvi ja Toholampi

Centria-ammattikorkeakoulu 2020

**JULKAISIJA:**

Centria-ammattikorkeakoulu  
Talonpojankatu 2, 67100 Kokkola

**JAKELU:**

Centria kirjasto- ja tietopalvelu  
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria-ammattikorkeakoulun markkinointi- ja viestintäpalvelut  
Kannen kuva: Adobe Stock -kuvapalvelu

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 44  
ISBN 978-952-7173-52-7 (PDF)  
ISSN 2342-933X

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	4
KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT .....	5
1. JOHDANTO .....	6
2. LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT .....	8
2.1. Lannan ja biomassan käsittely maataloilla ja biokaasulaitoksissa .....	8
2.2. Laskennan eläintilastot .....	9
2.3. Biokaasulaskennan lähtöoletukset .....	10
2.4. Ravinnelaskennan lähtöoletukset .....	10
3. TEOREETTINEN LANNAN ENERGIASISÄLTÖ .....	12
4. RAVINNELASKENTA .....	14
5. PELTOLANNOITUKSEN ESIMERKKILASKELMA .....	18
6. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	20

LÄHTEET

LIITTEET

## TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Lestijokilaakson Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin nautakarjatiloiilla tuotetun lietalan ja peltobiomassan biokaasupotentiaalia. Selvitys on tehty Northern Periphery and Arctic Interreg -ohjelman rahoittamalle Community Based Energy Solutions for Remote Areas (LECo) -hankkeelle. Lisäksi selvityksessä on arvioitu, kuinka biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen separoinnissa fosfori, typpi ja ammoniumtyppi jakautuvat separoinnin kiintoaineeseen ja nestejakeeseen (rejektiin). Selvityksessä on edelleen suhteutettu em. kolmen kunnan eläinmäärät 100 lypsylehmän tilakokoon ja 200 000 lypsylehmän määrään, jolla arvioidaan koko Suomen nautakarjan biokaasupotentiaalia ja ravinteiden määrää. Laskennassa peltobiomassamäärä vaihtelee. Viimeisenä on arvioitu väkilannoitekustannus-säästöjä käytettäessä raakalietalantaa, mädätysjäännöstä tai separoinnin rejektiä hyödyksi lannoitteena.

Selvityksen perustana käytettiin viljelijöiden Ageragas Innovation Oy –toimintaryhmältä saatuja em. tilojen nautatilastoja ja lietalan sekä fosforin tuotantomääriä. Biokaasutuotannon laskentaperusteina on käytetty vastaavien suomalaisten tutkimusten laskentaperusteita biokaasun tuotantopotentiaaleista sekä ravinteiden määristä ja jakautumisesta mädätysjäännöksessä ja separoinnissa. Lisäksi on käytetty muuta tietoa lähtötietojen määrittämiseksi. Tulokset on tehty taulukkolaskentana lähtötietojen pohjalta.

Laskennan tuloksena saadaan huomattava potentiaalinen biokaasu- tai energiamäärä jo näiden kolmen kunnan alueelta. Tällaisen biokaasupotentiaalini hyödyntäminen on suositeltavaa etenkin, kun kansallinen energia- ja ympäristöstrategiaryhmäkin suosittelee sitä. Ravinnetarkastelu osoittaa, että ravinteiden arvo, joka voidaan hyödyntää lietalan ja biomassan mädätyksen jälkeen, on myös huomattava. Perusseparointilaitteella mädätysjäännöksen kuiva-aineeseen jää suurin osa fosforista ja vähän kasveille nopeasti hyödynnettävää liukoista tyyppiä. Rejekti on helposti käytettävissä typpilannoitukseen pienen fosforikuorman ansiosta ja kuiva-aine voidaan käyttää sellaisessa viljelyssä, johon tarvitaan korkea fosforipitoisuutta.

Lannoituslaskennan perusteella väkilannoitusta voidaan vähentää siten, että mädätysjäännöksen käyttö on edullisempaa kuin raakalietteen, ja separoinnin jälkeisen rejektin käyttö edullisinta liukoisen tyyppin saamiseksi kasvien käyttöön. Usein satomäärät sekä maan ja kasvin ravinnetasot ja –tarpeet vaativat jonkin lisäväkilannoitteen käytön. Erilaisten lantatuotteiden valmistus on kuitenkin suositeltavaa ravinteiden paremmaksi kierrätettävyydeksi ja hyödynnettävyydeksi. Niin biokaasun, separoinnin kuin ravinnetuotteidenkin valmistamisessa investointilaskemat kertovat erikseen toiminnan kannattavuuden.

Lannan kuljettaminen suuriin prosessointilaitoksiin johtaa yleensä korkeisiin raaka-aineiden siirtokustannuksiin ja siihen, että näissä laitoksissa valmistetut ravinnetuotteet pitää kuljettaa myös takaisin maatiloille. Vaihtoehtoisesti ne voidaan käsitellä maatilatasolla raaka-aineista lopputuotteiksi saakka. Maatilatason ratkaisujen ja teknologioiden kehittäminen on tärkeää lannan biokaasupotentiaalini hyödyntämiseksi. Maatilatasolla tarvitaan uutta teknologista ajattelua tuotantoon ja toimintaan lannan biokaasupotentiaalini hyödyntämiseksi. Biokaasun ja lannan käsittelyratkaisujen kehittäminen edistää siirtymistä tehokkaasti fossiilista poltto-aineista uusiutuviin.

## KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

biokaasupotentiaali (BMP, biological methane potential) – Orgaanisesta aineesta saatava biokaasumäärä, ilmoitetaan tavallisesti yksikössä normikuutiometriä metaania tonnia haihtuvaa ainetta kohti ( $\text{Nm}^3\text{CH}_4/\text{tVS}$ ). Eri orgaanisilla aineilla on oma biokaasupotentiaalinsa.

biokaasureaktori/laitos – Orgaanisen aineen hajottamiseen tarkoitettu reaktori, jossa orgaanista ainetta sisältävästä syötteestä tuotetaan biokaasua (pääosin metaania ja hiilidioksidia).

biomassa – Elollista alkuperää oleva aine esim. energiantuotannossa. Tässä raportissa biomassalla tarkoitetaan lähinnä pellolta saatavaa nurmirehua, jota käytetään lisäsyötteenä biokaasureaktorissa. Biomassan biokaasupotentiaali on tavallisesti suurempi kuin lietelannalla.

fossiilinen polttoaine – Uusiutumaton tai hyvin hitaasti uusiutuva polttoaineeksi sopiva orgaaninen maa- tai kallioperän materiaali, tavallisia fossiilisia polttoaineita ovat öljy, kivihiili, maa-kaasu ja turve.

hiilidioksidiekvivalentti ( $\text{CO}_2$ -ekv.) – Suure, joka kuvaa tuotettujen kasvihuonekaasujen määrää muutettuna vastaamaan hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Päästöistä puhuttaessa käytetään usein tonneja hiilidioksidiekvivalenteja ( $\text{t CO}_2$ -ekv.).

ilmakehän lämmityspotentiaalikerroin (GWP – global warming potential) – Suure, jolla arvioidaan, paljonko lämpöä kasvihuonekaasu vangitsee ilmakehään suhteessa hiilidioksidiin tietyllä ajanjaksolla, esim. 100 vuoden aikana. Metaanin GWP-kerroin on 28.

lantatuote – Tässä raportissa lantatuotteella tarkoitetaan kaikkia niitä lantamuotoja, joita käytetään lannoitteena ravinteiden saamiseksi käyttöön pellolle, lähinnä raakaliete, mädätysjännös ja separoinnin rejekti ja kiintoaine.

lietelanta – Sellainen eläimen tai ihmisen uloste, jota voidaan käsitellä nestemäisessä muodossa, tässä raportissa käytetään myös nimitystä raakaliete.

mineralisoituminen – Orgaanisen, huonosti kasvien käytettävissä olevan typen (ja fosforin) muuttuminen liukoiseen muotoon, pääosin ammonium- ja nitraattitypeksi, esim. biokaasureaktorissa tai pellolla.

mädätysjännös – Biokaasureaktorista ulostuleva jäännös.

(raaka)öljyekvivalenttonni (toe – tonnes of oil equivalent) – energiamäärä, joka saadaan tonnista raakaöljyä, noin 11,63 MWh tai 42 GJ.

rejekti – Biokaasureaktorista ulostulevan mädätysjäännöksen separoinnin nestejää.

separointi – Biokaasureaktorista ulostulevan mädätysjäännöksen erottelu yleensä korkeafosforipitoiseen kiintoaineeseen ja matalafosforiseen rejektiin, jossa on myös yleensä korkea liukoisien typen pitoisuus.

## 1. JOHDANTO

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin nautakarjatiloiilla tuotetun lietalannan ja peltobiomassan biokaasupotentiaalia. Selvityksessä on laskettu nautakarjan määrän perusteella noin 15 400 eläimen lietalannasta saatava biokaasumäärä biokaasulaitoksessa laskennassa esitettyjen lähtötietojen perusteella. Biokaasulaitoksen tuottama metaani ja hiilidioksidi on muutettu hiilidioksidiekvivalenttitonneiksi ja metaanin määrä fossiilisten polttoaineiden korvaajaksi raakaöljyekvivalenttitonneina ja euroina verotonta diesel-polttoainetta.

Edelleen lähtötietoina saatujen kolmen kunnan nautakarjamäärä on suhteutettu 100 lypsylehmän tilakokoon ja 200 000 lypsylehmän määrään. (Suomen lypsykarjan määrä vuoden 2019 lopussa oli noin 259 000 lypsylehmää ja koko nautakarja 841 000 eläintä (SVT 2020)). Peltobiomassan määrä biokaasureaktorissa on 10, 15 tai 20 % lietalannan määrästä.

Lisäksi selvityksessä on arvioitu, kuinka biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen separoinnissa fosfori, typpi ja ammoniumtyppi jakautuvat separoinnin kiintoaineeseen ja nestejakeeseen (rejektiin). Tällä perusteella laskettiin yhdelle esimerkkilannoitustilanteelle tarvittava väkilannoitemäärä euroina pelkällä väkilannoitteella, hyödynnettäessä raakalietteen ravinteet (liukoinen typpi ja fosfori) sellaisenaan tai hyödynnettäessä mädätysjäännöksen rejektin ravinteet.

Investointi- ja kustannuslaskelmia takaisinmaksuaikoinen esimerkiksi biokaasulaitukseen, lietteenkäsittelylaitteisiin tai lietteen levitykseen pelloille ei ole tehty.

Selvitys on tehty Ageragas Innovation Oy –toimintaryhmälle, joka on kuuden viljelijän muodostama toimintaympäristö maa- ja karjatalouden toiminnan kehittämiseksi Keski-Pohjanmaalla.

Selvityksen perustana on käytetty Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin alueen nautakarjatilojen nautatilastoja. Biokaasun tuotannon laskentaperusteina on käytetty vastaavien suomalaisten tutkimusten ja tutkimuslaitosten käyttämiä laskentaperusteita biokaasun tuotantopotentiaaleista lietalannalle ja peltobiomassalle sekä ravinteiden määrille ja niiden jakautumiselle mädätysjäännöksessä ja separoinnissa. Tällaisia tutkimuksia ovat julkaisseet muun muassa maa- ja metsätalousministeriö, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus, Luonnonvarakeskus ja ympäristöministeriö. On huomattava, että joissakin tutkimuksissa on tutkittu todellista maatilan lannan ja biomassan prosessointia ja joissakin tutkimuksissa on laskettu teoreettisia skenaarioita lannan prosessoinnille ja tuotteille. Tämä selvitys on myös teoreettinen skenaariolaskenta biokaasulle ja ravinteille. Selvityksessä käytettyjä muita perustietoja ovat julkaisseet viranomaistahojen lisäksi Eurofins, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Motiva ja Maaseudun Tulevaisuus –lehti (väkilannoitteen hinnat). Lisäksi käytettiin muuta tietoa tarpeen mukaan lähtötietojen määrittämiseksi.

Selvityksessä tehty laskenta on tehty taulukkolaskentana lähtötietojen pohjalta. Biokaasun tuotantolaskenta tehtiin nautakarjan lietalannan tietojen pohjalta olettamalla, että siihen sekoitetaan biokaasureaktorissa 10 %, 15 % tai 20 % peltobiomassaa. Biokaasumäärä laskettiin keskimääräisellä biokaasun tuotantopotentiaalilla ja lisäksi kirjallisuudesta arvioiduilla minimi- ja maksimiarvoilla. Ravinteiden määrän jakautuminen mädätysjäännöksessä ja separoinnissa kiintoaineeseen ja rejektiin tehtiin samoilla peltobiomassamäärillä.

Luvussa 2 on esitetty lannan ja biomassan käsittelyä maatiloilla, laskennan lähtökohtana olevat eläintilastot, biokaasulaskennan ja ravinnelaskennan lähtötiedot. Luvussa 3 on esitetty teoreettinen lannan ja biomassan energiasisältö eri vaihtoehdoille ja luvussa 4 ravinnelaskenta eri vaihtoehdoille. Luvussa 5 on esimerkkilaskelma yhdelle peltolannoitustilanteelle pelkällä väkilannoitteella, raakalietteellä ja separoinnin rejektillä. Laskelma esittää tarvittavat väkilannoitemäärät lannoitusvaihtoehdoille.



## 2. LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Tässä luvussa kuvataan prosessi, millä lietelantaa ja biomassaa prosessoidaan maatiloilla ja biokaasulaitoksissa (luku 2.1). Tarkoitus on antaa lukijalle käsitys kokonaisprosessista ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Laskennan pohjana oleva nautakarjamäärä eli eläintilastot Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin alueelta on esitelty (luku 2.2), samoin biokaasulaskennan alkuolettamukset ja niiden tausta (luku 2.3) ja ravinnelaskennan alkuolettamukset (luku 2.4).

Laskennassa on käytetty pääsääntöisesti yhtä laskentaa eri biomassamäärillä ja eri lypsykarjamäärillä. Perusolettamukset ovat keskimääräisiä eri tutkimuksissa esitettyjä lähtöarvoja.

### 2.1. Lannan ja biomassan käsittely maatiloilla ja biokaasulaitoksissa

Eläinten lantaa käytetään luonnollisesti peltolannoitteena lannan sisältämien ravinteiden hyödyntämiseksi. Lannan koostumus vaihtelee eläinakohtaisesti, eläimen iästä ja ravinnosta riippuen ja myös lietelannalla ja kuivalannalla on eri koostumus. Tärkeimmät ravinteet, joita tarkastellaan, ovat tavallisesti typpi ja fosfori. Typpi jaetaan usein myös liukoiseen tyypeen ja kokonaistyypeen liukoisen typen ollessa ammonium- ja nitraattityyppiä. Liukoisen typen katsotaan olevan helposti kasvien hyödynnettävissä, kun muu osa tyypestä hajoaa hitaasti (mineralisoituu) maaperässä tai prosessoinnissa. Myös fosforista osa on liukoista ja osa vaikeammin kasvien hyödynnettävissä, mutta sitä käsitellään usein kokonaisfosforina. Lanta sisältää myös orgaanista ainesta, josta voidaan tuottaa biokaasua anaerobisella hajottamisella biokaasureaktorissa.

Fosforin ja typen määrät lannassa voivat olla sellaiset, että sen käyttö suoraan lannoitukseen rajoittaa käyttömääriä. Lietelanta voidaan erotella (separoida) erilaisilla erottelulaitteilla siten, että tuotteina saatavissa nestejakeessa (rejekti) ja kuivajakeessa on edullinen ravinnejakauma siten, että fosforista suurin osa jää kuivajakeeseen ja tyypestä suurin osa nestejakeeseen. Liukoista tyyppiä päätyy hyvin paljon rejektiin. Ympäristöministeriön ohje (2010, 65) esittää Pietolan tietoihin (Pietola 2008) pohjautuen, että rejektissä on 75–80 % tyypestä, 20–30 % fosforista ja yli 95 % kaliumista. Fosforimäärän lisääntymistä maaperässä käytettäessä lietelantaa peltolannoituksessa pidetään haitallisena ja on edullista erottaa fosforia pois lietelannasta. Tällainen lietelannan erottelu voidaan tehdä joko raakalietteelle tai biokaasureaktorista ulostulevalle mädätysjännökselle eli separointivaihe voidaan sijoittaa eri kohtaan prosessia.

Rejektin ja kuiva-aineen erottelussa käytetään pääosin muutamia erottelulaitetyyppejä, kuten ruuvipuristin, dekantterierotin, linko ja nauhasuodin. Laitteiden käytettävyys maatiloilla vaihtelee. Osa laitteista on traktorikäyttöisiä ja ne voidaan siirtää paikasta toiseen, osa on kiinteästi asennettavia. Eri laitetyyppien hinta vaihtelee varsin paljon, dekantterierotin ja linko ovat tyyppillisesti melko kalliita verrattuna ruuvipuristimeen ja nauhasuodattimeen. Tällä hetkellä markkinoilla olevien laitteiden kapasiteetti voi olla yhdelle maatilalle liian suuri ja hankinnassa pitää miettiä, voiko useampi maatila hyödyntää samaa laitetta. Lisäksi eri laitetypit erottelevat lietettä erilaatuisiin jakeisiin. Joillakin laitteilla saavutetaan hyvin suuri fosforin erotus kuiva-aineseen (jopa yli 80 %). Rejektiin jää joka tapauksessa tietty kiintoainemäärä ja kuiva-aineseen tietty nestemäärä. Syötteen tilavuudesta 90 % päätyy rejektiin ja kuiva-aineen tilavuus on loput 10 %. Valtioneuvoston asetus (Vna 1250/2014) eli ns. nitraattidirektiivi esittää Hjorthin (2010) mukaan erotuslaitteiden erotustehoja, esim. dekantterilingolle 13–29 %, ruuvipuristimelle 5–25 %, lingolle 7–26 % ja nauhasuotimelle 29 % (prosentti ilmaisee syöteosuuden, joka muuttuu kuivajakeeksi).

Jos lietelantaa hajotetaan biokaasureaktorissa, orgaanisesta aineesta saadaan biokaasua, joka on metaania (noin 2/3 kaasutilavuudesta) ja hiilidioksidia (noin 1/3 tilavuudesta). Pieni määrä muita kaasumaisia yhdisteitä tulee myös biokaasuun. Metaani voidaan erottaa ja käyttää maatalan sähkön- ja lämmöntuotantoon tai fossiilisten polttoaineiden korvaajana.

Biokaasureaktorin syötteenä on tavallisesti lietelantaa, johon sekoitetaan lisäksi erilaista biomassaa, joka lisää kaasuntuottoa. Biomassaa voidaan lisätä jopa 20 % lietelannan määrästä ilman, että reaktorin prosessilaitteilla on ongelmia käsitellä syötettä. Biokaasumäärää, joka reaktorin syöttestä voidaan saada, lasketaan syötemassan eri osien biokaasupotentiaalilla. Biomassan biokaasupotentiaali on korkeampi kuin lietelannan ja siksi käytettävissä olevaa biomassaa kannattaa hyödyntää metaanintuotantoon. Eri lietelajeilla on erilainen biokaasupotentiaali ja samallakin lietelajilla on vaihtelua.

Biokaasureaktorissa noin 6 % orgaanisesta kiintoaineesta muuttuu biokaasuksi ja lannan hajuhaitat vähenevät huomattavasti (Luostarinen 2015, 92). Hajuhaittojen väheneminen parantaa maatalojen yhteisöystävällisyyttä. Kokonaistyyppiä muuttuu liukoiseen muotoon biokaasutuksessa ja siten reaktorista ulostulevan mädätysjäännöksen liukoisen tyypin määrä kasvaa, mutta kokonaistyyppimäärä pysyy teoreettisesti ennallaan. Liukoista tyyppiä voi olla 120–160 % mädätysjäännöksessä verrattuna reaktorin syötteeeseen (mm. Paavola 2011, Kymäläinen 2015). Muiden ravinteiden kokonaismäärät pysyvät myös ennallaan, niiden pitoisuudet mädätysjäännöksessä voivat kasvaa, koska massaa häviää kaasuna. Tyypillisesti liukoisen fosforin määrä pienenee 35–90 %:iin siitä määrästä, mikä on reaktorin syötteenä (Salo 2011, 29), mutta fosforin muuttuminen ei ole yleensä maatalan ravinteiden kannalta ongelma. Tässä selvityksessä ei ole keskitytty biokaasureaktorin sisäiseen prosessiin, mutta sillä, millainen prosessi valitaan reaktoriin, on myös vaikutusta ravinteiden jakautumiseen ja kaasuntuotantoon. Suomessa yleisin on jatkuvatoiminen märkäprosessi biokaasutuksessa (Haverinen 2014, 3).

Peltolannoituksessa fosforilannoitusraja voi rajoittaa lannan levitysmäärää raakalietettä käytettäessä. Mädätysjäännöstä voidaan levittää enemmän, koska liukoisen tyypin määrä on suurempi suhteessa fosforiin. Separoitua rejektiä voidaan levittää vielä enemmän, koska siinä fosforimäärä on muita tuotteita alhaisempi. Separoinnin kiintoainetta voidaan käyttää fosforiköyhillä palstoilla tai jos muuten tarvitaan paljon fosforia esimerkiksi perustettavalle uudelle nurmelle. Rejektiä on yleensä helppo käyttää yhtenä tai kahtena lannoituskertana viljakasveille päätyypitarpeen tyydyttämiseen ja täydentää lannoitusta väkilannoitteella. Yleisesti lannoitustarkoitukseen on edullista separoida lietelanta tai mädätysjäännös.

## 2.2. Laskennan eläintilastot

Laskennassa käytetyt eläintilastot ovat Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin nautakarjatilojen eläinmäärät vuodelta 2019. Eläintilastot ovat liitteessä 1. Eläimet ovat luokiteltua nautakarjaa, jonka tuottama vuosittainen lantamäärä ja nautojen lukumäärä ovat lähtötietoja. Eläimiä on 15 402. Kun suhteutetaan laskenta 200 000 lypsylehmän määrään ja muun karjan määrään, eläinten yhteismäärä on 534 806. Tämä on karkeasti 2/3 nykyisestä Suomen nautakarjasta.

Lietelannan tiheydeksi on oletettu 1 kg/m<sup>3</sup>. Lietelantaa tulee vuosittain laskentaan kuuluvien kolmen kunnan alueella 243 200 tonnia, joka käytetään biokaasulaitoksen syötteenä. Lisäksi biokaasulaitoksen syötteeeseen lasketaan peltobiomassaa, jolla biokaasun tuotantoa käytännössä aina nostetaan.

### 2.3. Biokaasulaskennan lähtöoletukset

Lietelannan biologiseksi metaanintuottopotentialiksi (BMP = biological methane potential) on valittu keskimääräinen arvo  $200 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{tVS}$  (normikuutiometri metaania per tonni haihtuvaa kiintoainetta) Luostarisen tutkimuksen mukaan (Luostarinen ym. 2019, 12). Väänttinen on tutkinut biokaasuntuottopotentialia Keski-Suomen alueella ja esittää Lehtomäen ja muiden tutkijoiden tutkimuksen perusteella BMP:n vaihteluväliksi  $100\text{--}250 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{tVS}$  käyttäen itse laskennassaan arvoa 175 (Väänttinen 2009, 17). Metaanin energiasisältö (ES) on 10 kWh eli 36 MJ per kuutiometri metaania (Kymäläinen 2015, 32). Kuiva-ainepitoisuuden (TS = total solids) ja haihtuvan kuiva-ainepitoisuuden (VS = volatile solids) arvioinnissa käytetään Luostarisen käytämiä vakioarvoja (2019, 22) eli kokonaiskiintoainemäärä on 8 % ja haihtuva kiintoainemäärä on 82 % kokonaiskiintoaineesta.

Peltobiomassan biologiseksi metaanintuottopotentialiksi voidaan arvioida  $300 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{tVS}$ , kuiva-ainepitoisuudeksi keskimäärin 30 % tuorepainosta ja orgaanisen aineen pitoisuudeksi 27 % tuorepainosta edelleen Luostarisen (2019, 13) mukaan.

Muutettaessa tuotettu biokaasu ekvivalenttitonneiksi hiilidioksidia käytetään metaanin ilma-kehän lämmityspotentialikertoimena (GWP = global warming potential) arvoa 28 ja hiilidioksidille arvoa 1 (Greenhouse Gas Protocol). Käytetään metaanin tiheytenä arvoa  $0,67 \text{ kg/m}^3$  ja hiilidioksidin tiheytenä arvoa  $1,976 \text{ kg/m}^3$ .

Laskettaessa tuotettua biokaasumäärää voidaan olettaa, että biokaasureaktorissa saadaan metaanin lisäksi hiilidioksidia, jota on arviolta 33 til-% biokaasusta (Motiva 2013, 3). Muutettaessa metaanimäärä öljykvivalenttitonneiksi arvioidaan, että yksi öljykvivalenttitonni (toe = ton of oil equivalent) sisältää 11,63 MWh energiaa (Motiva 2019). Raakaöljyn hintana on käytetty arvoa 65 USD/tyynyri (barrel) eli noin  $0,404 \text{ €/kg}$ . Laskettaessa metaanin arvoa liikennepolttoaineena (dieselinä), arvioidaan dieselin energiasisällöksi 11,53 MWh/tonni ja dieselin verotomaksi hinnaksi  $1,17 \text{ €/kg}$ . Arvioitaessa hiilidioksidipäästämäärää  $\text{CO}_2$ -päästökaupan hinnalla käytetään  $\text{CO}_2$ -päästötonnille hintaa 25 euroa (Gasum 2019).

### 2.4. Ravinnelaskennan lähtöoletukset

Lannan ja peltobiomassan typpi- ja fosforimäärät voidaan ottaa Eurofinsin lantatilastoista vuosilta 2011–2015, jonka mukaan naudun lietelannassa on kokonaistyyppipitoisuus  $2,8 \text{ gN/kg}$  lietelantaa, liukoinen typpi  $1,7 \text{ gNH}_4\text{-N/kg}$  lietelantaa ja kokonaisfosfori  $0,5 \text{ gP/kg}$  lietelantaa (Eurofins 2020). Vastaavat arvot peltobiomassalle ovat  $7,7 \text{ gN/kg}$  peltobiomassaa,  $0,3 \text{ gNH}_4\text{-N/kg}$  peltobiomassaa ja  $0,9 \text{ gP/kg}$  peltobiomassaa (Luostarinen ym. 2019, 63).

Laskennassa on oletettu, että ammoniumtyppi kuvaa kaikkea liukoista typpeä eli sekä ammonium- että nitraattityppeä eikä nitraattityppeä ole käsitelty tässä raportissa erikseen.

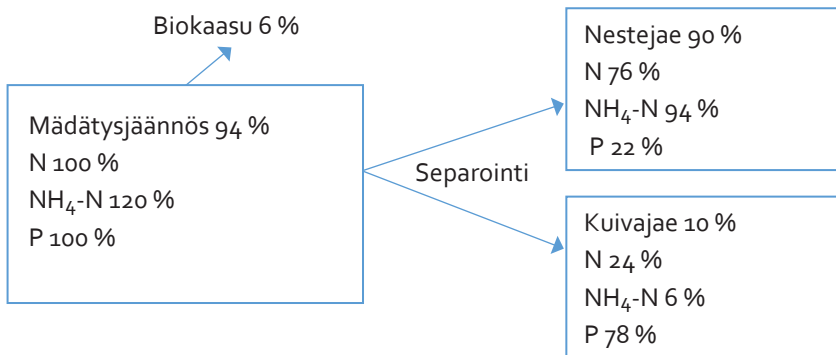
Typen ja fosforin kokonaismäärät voidaan löytää myös ympäristöministeriön Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohjeesta (Ympäristöministeriö 2010, 60), missä on eri karjaeläinten eläinkohtaiset typpi- ja fosforimäärät lietelannassa. Ohjeessa ei eritellä eläinkohtaista ammoniumtyppeä (tai liukoista typpeä), joten tätä laskentaperustetta ei käytetty.

Lannan ravinnepitoisuuksia on tutkittu paljon ja niistä on julkaistu tietoja eri lähteissä, niin kirjallisuudessa kuin viranomaisten ja hallinnon julkaisuissa ja ohjeissakin. Eroja lannan ravin-

teisiin aiheutuu siitä, minkä eläimen lannasta on kysymys, onko lanta lietalantaa vai kuivalantaa, minkä ikäisistä eläimistä se tulee, millaista rehua eläimet ovat syöneet ja niin edelleen. Pelkäästään naudan lietalannan kokonaistyyppi vaihteli tässä raportissa läpikäydyissä tutkimuksissa välillä 1,5–9,6 g/kg lantaa, ammoniumtyyppi välillä 1,1–6,1 g/kg lantaa ja kokonaisfosfori välillä 0,23–1,57 g/kg lantaa. Voidaan olettaa, että vastaavia vaihteluvälejä on peltobiomassalla, mutta niitä ei erikseen kartoitettu tässä raportissa.

Laskennassa oletetaan, että kokonaislantamäärä ja 10–20 %:n peltobiomassalisä menevät biokaasureaktoriin, 6 % massasta muodostaa biokaasua ja reaktorista saadaan mädätysjäännös, joka erotetaan sähkökäyttöisellä lingolla kuiva-aineeksi ja nestejakeeksi (rejektiiksi). Tällaisessa erottelussa suurin osa fosforista päätyy kuiva-aineeseen ja suuriin osaan tyypestä rejektiin. Rejekti voidaan käyttää helposti typpilannoitukseen ja kuiva-aines voidaan varastoida ja käyttää sellaisiin lannoituskohteisiin, joissa tarvitaan suurempaa fosforimäärää. Yleisesti ajatellaan, että fosforin määrä maaperässä on liian suuri ja sen käytön tehostamisella on suurempi ympäristövaikutus kuin tyypin käytön tehostamisella.

Biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen tyypin ja fosforin jakautumisesta separoinnissa on käytetty Paavolan ym. (2011, 128) esittämää ravinteiden jakautumista tyypillisessä märkäprosessoinnin mädätysjäännöksessä ja sen separoinnissa. Raaka-aineena tutkimuksessa oli naudan lietalanta ja biomassa. Separointilaitteella (sähkökäyttöinen linko) mädätysjäännöksen kuiva-aineeseen jää 78 % fosforista, 24 % kokonaistypestä ja noin 6 % ammoniumtypestä (kuva 1).



KUVA 1. Biokaasuprosessin mädätysjäännös ja ravinteiden jakautuminen separoinnissa

Kuvan 1 mukaan biokaasua muodostuu 6 % syötteen massasta, loppu on mädätysjäännöstä, jossa on kaikki lietalannan ja biomassan typpi ja fosfori mukana. Ammoniumtyypin määrä lisääntyy alkuperäisestä, joten sen määrä on 120 %.

Laskettaessa ravinteiden arvoa perustana on käytetty maanviljelijöiden lannoitekustannusta, kun määritetään, minkä arvoinen separoidun mädätysjäännöksen tyyppi ja fosfori ovat. Tähän voidaan käyttää perustana esimerkiksi Maaseudun Tulevaisuus –lehden julkaisemia lannoitehintoja (Maaseudun Tulevaisuus 2020, 8). Premium Typpi 27 on hinnaltaan 239 €/tonni ja Premium Startti P on hinnaltaan 525 €/tonni. Premium Startti P sisältää 12 % tyyppiä ja 23 % fosforia. Tyypin ja fosforin kilohinta voidaan arvioida edellä mainittujen tonnihintojen perusteella. Tyypin hinta on 0,885 €/kg ja fosforin 1,82 €/kg, jos fosforin hinta arvioidaan Premium Startti P –lannoitteen perusteella siten, että hinta koostuu vain tyypestä ja fosforista. Lannoitteiden hinnat vaihtelevat eri tuotteiden välillä ja tässä on käytetty kahta typpi- ja fosforilannoitetta, joista on laskennallisesti saatu näiden ravinteiden kilohinta.

### 3. TEOREETTINEN LANNAN ENERGIASISÄLTÖ

Teoreettinen lannan ja peltobiomassan energiasisältö (TES) voidaan laskea, kun tunnetaan lantamäärä, sen kuiva-ainepitoisuus (TS), haihtuva kuiva-ainepitoisuus (VS), biologinen metaanintuottopotentiali (BMP) ja metaanin energiasisältö yhtälöstä (Luostarinen ym. 2019, 21)

$$\text{teoreettinen energiasisältö [MWh]} = \text{TS} \cdot \text{VS} \cdot \text{BMP} \cdot \text{ES}. \quad (1)$$

Energiasisältö megawattitunteina saadaan laskennassa ensin normikuutiometreinä metaania. Metaanimäärä voidaan muuttaa kiloiksi ja edelleen raakaöljytonneiksi ja dieseliksi liikennepolttoainetta ja näiden hinnan avulla saadaan laskettua biokaasun arvo öljynä tai dieselpolttoaineena.

Metaanin ilmakehän lämmityspotentialikertoimen avulla lasketaan metaanin hiilidioksidi-ekvivalenttittonnimäärä. Lisäksi biokaasutuksessa muodostuu hiilidioksidia, joka voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön esimerkiksi puhdistamalla ja nesteyttämällä.

Laskennan tulokset on koottu taulukkoon 1 eri lypsylehmien määriille ja eri biomassamääriille. Lisäksi taulukkoon on laskettu vaihteluvälit metaanille ja hiilidioksidille kirjallisuuden perusteella arvioiduilla metaanintuottopotentialin (BMP) minimi- ja maksimiarvoilla.

Taulukon 1 vasemmat sarakkeet esittävät laskennan tulokset lähtötietoina olleille Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin nautakarjamäärille eri biomassalisäyksillä lietalantaan. Voidaan todeta, että näiden kolmen kunnan lietalannan ja peltobiomassan arvo biokaasuna vastaa 2,67–6,23 M€ (eli 2,29–5,33 miljoonaa litraa) dieselpolttoainetta vuodessa pienimmällä ja suurimmalla arvioidulla metaanintuottopotentialilla, kun karjaa on yhteensä noin 15 400 eläintä. (1 m<sup>3</sup> metaania vastaa noin yhtä litraa dieselpolttoainetta). Jos eläinmäärä suhteutetaan 100 lypsylehmän tilalle, tarkastellaan taulukon 1 keskimmäistä osaa ja biokaasun arvo dieselpolttoaineena on 46 500–109 800 € vuodessa. Edelleen voidaan tarkastella kaasun-, energia- ja euro-määriä vuositason 200 000 lypsylehmään suhteutettuna taulukon oikean reunan sarakkeista.

Huusko ja Jäppinen (2015, 5) arvioivat Kapuisen (2002) tietoihin pohjautuen karjanlannan vuosituotantomääräksi yli 18 Mt, josta 7,2 Mt on lietalantaa. Tässä laskennassa on arvioitu 200 000 lypsylehmän ja noin 535 000 karjaeläimen lietalantamääräksi 9–10 Mt, jossa on kuitenkin 10–20 % biomassaa eli karkeasti ottaen nämä luvut ovat yhtäpitäviä.

Lisäksi voidaan verrata Luonnonvarakeskuksen Maaningan biokaasulaitoksen lietalanta- sekä biokaasu- ja energiantuottomääriä tämän laskennan tuloksiin. Luostarisen (2015, 91) mukaan Maaningan biokaasulaitoksen koeajoissa syöte oli 3 623–3 723 tonnia lietalantaa, josta saatiin 45 700–49 700 Nm<sup>3</sup> metaania, jonka energia-arvo oli 457–497 MWh. Lietalannan suhde energiamäärään on 7,3–8,1 tonnia lietettä/MWh. Tässä laskennassa vastaava suhde on 7,6 tonnia/MWh, mikä pitää paikkansa Maaningan biokaasulaitoksen tuotannon kanssa. Maaningan laitoksen biokaasun tuotto on 12,3–13,7 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/tonni lietalantaa ja tässä laskelmassa saatiin 13,1 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/tonni lietalantaa. Laskelmaa voidaan vielä verrata Haverisen (2014, 7-9) selvityksessä esittelemään Huutolan tilan biokaasulaitoksen tuotantoon. Tilan 115 eläimen lannan ja rehun käyttö biokaasutuotantoon oli noin 2 200 tn/a, josta saatava energiamäärä oli 364 MWh, mistä saadaan suhteeksi 6,0 tonnia lietettä+biomassaa/MWh energiaa, mikä on hyvin linjassa Maaningan ja tämän laskennan kanssa. Toisin suhteutettuna taulukon 1 sadan lypsylehmän tilalla yhteensä 267 eläintä tuottaa 660–760 MWh energiaa biokaasuna eli 2,5–2,8 MWh/eläin ja Huutolan vastaava suhde on 3,2 MWh/eläin eli arvot ovat keskenään saman suuruiset biomassamäärästä riippuen.

Voidaan sanoa, että biokaasumäärän laskenta on yhtäpitävä muiden tutkimusten kanssa.

TAULUKKO 1. Naudan lietalannan ja biomassan biokaasulaskennan tulokset eri lypsylehmä- ja biomassamäärillä

lypsykarja/kaikki eläimet	5 761/15 402			100/267			200 000/534 806		
	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %
biomassa/%									
lanta+biomassa/(tn/a)	267 000	280 000	292 000	4 600	4 900	5 100	9 286 000	9 709 000	10 131 000
CH <sub>4</sub> /kg	2 533 000	2 731 000	2 929 000	44 000	47 400	50 900	87 956 000	94 828 000	101 700 000
CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	1 862 000	2 008 000	2 153 000	32 300	34 900	37 400	64 659 000	69 711 000	74 763 000
CH <sub>4</sub> :n CO <sub>2</sub> ekv./((tn/a)	63 300	68 300	73 200	1 100	1 200	1 300	2 199 000	2 371 000	2 543 000
energia/MWh	37 800	40 800	43 700	660	710	760	1 313 000	1 415 000	1 518 000
raakaöljyä/€	1 315 000	1 417 000	1 520 000	22 800	24 600	26 400	45 643 000	49 210 000	52 776 000
dieseliä/€	4 624 000	4 985 000	5 346 000	80 300	86 500	92 800	160 525 000	173 068 000	185 610 000
Vaihteluvälit: BMP = 100 - 250 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tVS									
CH <sub>4</sub> /kg	1 465 000 - 3 464 000			25 400 - 60 100			50 850 000 - 120 253 000		
CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	1 077 000 - 2 546 000			18 700 - 44 200			37 382 000 - 88 402 000		
raakaöljyä/€	760 000 - 1 797 000			13 200 - 31 200			26 388 000 - 62 404 000		
dieseliä/€	2 674 000 - 6 233 000			46 500 - 109 800			92 803 000 - 219 467 000		

metaanin tiheys = 0,67 kg/m<sup>3</sup>; hiilidioksidin tiheys = 1,976 kg/m<sup>3</sup>

## 4. RAVINNELASKENTA

Ravinnelaskenta tehdään tässä raportissa vain lannan ja biomassan sisältämien typen, ammoniumtypen ja fosforin määrien perusteella. Eläin kohtaista ravinne-eritysmäärää ei käytetä laskennassa, koska siitä ei voida eritellä suoraan liukoisen typen määrää kokonaistypestä.

Ravinnemäärät lietelannassa ja biomassassa kiloina saadaan lannan ja biomassan määristä kertomalla kunkin ravinteiden määrällä kilossa raaka-ainetta lähtötietojen mukaan. Ammoniumtypen ja fosforin arvo euroina on laskettu esimerkkiväkilannoitteissa olevan typen ja fosforin kilohinnoista lähtötietojen mukaan.

Ravinnelaskennan tulokset ovat taulukossa 2 ravinnemäärien mukaan (tonneina vuodessa) ja taulukossa 3 ravinteiden arvon mukaan (euroina vuodessa). Taulukosta nähdään, että fosfori siirtyy kokonaisuudessaan mädätysjäätöksi ja ammoniumtypen määrä lisääntyy biokaasutuksessa. Separoinnissa typestä suurin osa jää rejektiin ja fosforista suurin osa kiintoaineeseen. Kiintoaineen määrä separoinnin jälkeen on noin 10 % rejektin määrästä, mikä on tavallista. Typen ja fosforin suhde on lietelannassa + biomassassa ja mädätysjäätöksessä molemmissa 6–6,4, rejektissä 20–23 ja kiintoaineessa 1,9–2,2. Voidaan päätellä, että rejektissä typen osuus on huomattavasti fosforia suurempi ja kiintoaineessa pitoisuudet tasoittuvat. Rejektin typen osuus on niin suuri, että lannoituksessa typpitarve voidaan usein täyttää ilman, että fosforiraja tulee vastaan.

Verrattaessa eri biomassamääriä suhteessa ravinteisiin nähdään, että N:P-suhde kasvaa biomassan lisääntyessä biokaasulaitoksen syötteessä. Tämä johtuu siitä, että biomassassa on typpeä suhteessa enemmän kuin lietelannassa. Siten lisättäessä biomassaa bioreaktoriin typpeä tulee suhteellisesti enemmän kuin fosforia ja N:P-suhde kasvaa biomassamäärän kasvaessa. Tämä ei näy kaikissa taulukon 2 luvuissa tonnimäärien pyöristyksestä johtuen. Laskennassa lietelannan N- ja P-määrät otettiin Eurofinsin lantatilastoista ja biomassan ravinnemäärät Luostarisen tutkimuksesta, jossa biomassan ravinnemäärät ovat ehkä suhteellisesti korkeammat. Esimerkiksi Maaseutuviraston käyttämien (Maaseutuvirasto 2008) MTT:n rehautalukoiden ja ruokintasuositusten perusteella nurmirehulle voidaan laskea typpisällöksi 5,3 kgN/tonni nurmea ja fosforimääräksi 0,6 gP/tonni nurmea, kun tämän laskennan vastaavat arvot olivat 7,7 ja 0,9.

Jos verrataan typen ja fosforin määrää ympäristöministeriön ympäristönsuojeluohjeen esittämien eläin kohtaisen ravinne-eritysmäärien (Ympäristöministeriö 2010, s. 103) mukaisella laskennalla saatuihin arvoihin, niin kolmen kunnan alueella tuotettu fosforimäärä pelkästä lietelannasta on tässä laskennassa 122 tn/a ja ympäristöministeriön laskentaperusteella 170 tn/a. Vastaavat arvot kokonaistypelle pelkästä lietelannasta ovat 681 tn/a ja 1 141 tn/a. Eläin kohtaisilla ravinne-eritysmäärillä saadaan 1,3–1,7-kertaiset kokonaisravinnemäärät tulosten eron ollessa suurempi typen kohdalla. Samassa julkaisussa esitetään kuitenkin myös naudan lietelannalle korkeampi keskimääräinen typpipitoisuus kuin on käytetty tässä laskennassa, joten ympäristönsuojeluohjeen eläin kohtaiset ravinne-eritysmäärät ovat ehkä hieman keskiarvomäärien yläpuolella. Tulokset pitävät melko hyvin paikkansa keskenään.

Voidaan vielä verrata laskettua fosforimäärää Salon ym. (2011, 18) arvioon vuoden 2009 karjanlannan kokonaisfosforimäärästä, mikä on 9,1 miljoonaa kiloa. Tilastokeskuksen (SVT 2020) nautamäärän (918 000 eläintä v. 2009) ja Salon mukaan eläin kohtainen fosforituotto on 9,9 kgP/eläin vuodessa. Tässä laskennassa saatiin 534 806 eläimen lietelannan ja peltobiomassan

fosforimääräksi 5,7 miljoonaa kiloa. Jos tästä erotetaan biomassan fosfori, saadaan eläinkoh-  
taiseksi fosforituotoksi 7,9 kgP/eläin vuodessa eli tämä on myös hyvin yhtäpitävä tulos. Lisäksi  
ympäristöministeriön (2010, s. 103) nautakarjan eläinkohtaisten fosforieritysmäärien keskiarvo  
eri-ikäisillä tuotantoeläimillä on 7,4 kgP/eläin vuodessa.

Laskennan tuloksena saatujen typpi- ja fosforimäärien voidaan katsoa olevan linjassa muiden  
tutkimusten kanssa.



TAULUKKO 2. Naudan lietalannan ja biomassan sekä tuotteiden ravinnemäärät (tonnia/vuosi) eri lypsylehmä- ja biomassamäärillä

lypsykarja/kaikki eläimet	5 761/15 402			100/267			200 000/534 806		
	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %
biomassa/%									
lanta+biomassa	267 000	280 000	292 000	4 600	4 900	5 100	9 286 000	9 709 000	10 131 000
kok.P	140	150	170	2,5	2,7	2,9	5 000	5 400	5 700
kok.N	900	1 000	1 100	15,1	16,7	18,3	30 100	33 400	36 600
NH <sub>4</sub> -N	421	424	428	7,3	7,4	7,4	14 600	14 700	14 900
mädätysjäännös	251 000	263 000	274 000	4 400	4 600	4 800	8 729 000	9 126 000	9 523 000
kok.P	140	150	170	2,5	2,7	2,9	5 000	5 400	5 700
kok.N	900	1 000	1 100	15,1	16,7	18,3	30 100	33 400	36 600
NH <sub>4</sub> -N	505	510	515	8,8	8,8	8,9	17 500	17 700	17 800
rejekti	226 000	237 000	247 000	3 900	4 100	4 300	7 856 000	8 213 000	8 571 000
kok.P	32	34	36	0,5	0,6	0,6	1 100	1 200	1 300
kok.N	660	730	800	11	13	14	22 900	25 400	27 800
NH <sub>4</sub> -N	475	480	485	8,2	8,3	8,4	16 500	16 600	16 800
kiintoaine	25 000	26 000	27 000	500	500	500	873 000	913 000	952 000
kok.P	108	116	134	2,0	2,1	2,3	3 900	4 200	4 400
kok.N	240	270	300	4,1	3,7	4,3	7 200	8 000	8 800
NH <sub>4</sub> -N	30	30	30	0,6	0,5	0,5	1 000	1 100	1 000

TAULUKKO 3. Naudan lietalannan ja biomassan sekä tuotteiden ravinteiden arvo (€/vuosi) eri lypsylehmä- ja biomassamäärillä

lypsykarja/kaikki eläimet	5 761/15 402			100/267			200 000/534 806		
	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %	10 %	15 %	20 %
biomassa/%									
kok.P/€	261 000	281 000	301 000	4 500	4 900	5 200	9 069 000	9 761 000	10 453 000
kok.N/€	768 000	851 000	934 000	13 300	14 800	16 200	26 678 000	29 556 000	32 433 000
NH <sub>4</sub> -N/€	372 000	376 000	379 000	6 450	6 500	6 600	12 928 000	13 040 000	13 152 000
mädätysjäännös									
kok.P/€	261 000	281 000	301 000	4 500	4 900	5 200	9 069 000	9 761 000	10 453 000
kok.N/€	768 000	851 000	934 000	13 300	14 800	16 200	26 678 000	29 556 000	32 433 000
NH <sub>4</sub> -N/€	447 000	451 000	455 000	7 800	7 800	7 900	15 514 000	15 648 000	15 783 000
rejekti									
kok.P/€	57 500	61 900	66 200	1 000	1 100	1 150	1 995 000	2 147 000	2 300 000
kok.N/€	584 000	647 000	710 000	10 100	11 200	12 300	20 276 000	22 462 000	24 649 000
NH <sub>4</sub> -N/€	420 000	424 000	427 000	7 300	7 350	7 400	14 583 000	14 709 000	14 836 000
kiintoaine									
kok.P/€	204 000	219 000	235 000	3 500	3 800	4 100	7 074 000	7 613 000	8 153 000
kok.N/€	184 000	204 000	224 000	3 200	3 500	3 900	6 403 000	7 093 000	7 784 000
NH <sub>4</sub> -N/€	26 800	27 000	27 300	465	469	473	931 000	939 000	947 000

## 5. PELTOLANNOITUKSEN ESIMERKKILASKELMA

Peltolannoituksen esimerkkinä käytetään aiemmissa luvuissa laskettuja naudnan lietelannan + biomassan, mädätysjäännöksen ja rejektin ravinnepitoisuuksia ja verrataan sitä, kuinka paljon väkilannoitteita hehtaarille eri lannoiteraaka-aineita käyttämällä tarvitaan. Laskenta on yksinkertaistettu esimerkki väkilannoitteiden tarpeen vertailemiseksi eri lannoituserä-aineita käyttämällä. Laskennassa on oletettu säilörehunurmen lannoitus 3,37 hehtaarin alalle (esikasvina ohra) siten, että lannoitustarve on 160 kg typpeä/ha ja 14 kg fosforia/ha ja pellolta saadaan kaksi satoa. Esimerkkiväkilannoitteina ovat Premium Typpi 27 (27 % liukoista typpeä) ja Premium Startti P (23 % fosforia ja 12 % typpeä). Eri lannoiteraaka-aineiden ravinteet ovat taulukossa 4 aiempien lukujen laskennan perusteella. Ravinteet on laskettu 'lietelanta + 20 % peltobiomassaa'-tilanteen pohjalta.

TAULUKKO 4. Lannoituksen esimerkkilaskennan lähtöravinteet

	Lietelanta + 20 % biomassaa	Mädätys- jäännös	Rejekti
kok-N/(kgN/tonni)	3,6	3,8	3,2
liuk-N/(kgN/tonni)	1,5	1,9	2,0
kok-P/(kgN/tonni)	0,6	0,6	0,15

Lannoituksen esimerkissä käytetään lietelannalla ja mädätysjäännöksellä lannoituserä-ainetta niin paljon, että fosforitarve täyttyy 14 kg:aan hehtaarille ja lisänä tarvittava liukoinen typpi otetaan väkilannoitteesta. Rejektia käytettäessä liukoisen typen tarve täyttyy ensin 160 kg:aan hehtaarille ja lisäfosfori otetaan väkilannoitteesta, josta tulee pieni typpiylimäärä. Taulukkoon 5 on koottu ravinteiden arvot eri lannoitusvaihtoehdoissa. Lisänä on täysin väkilannoitteilla tehty lannoitteiden arvon laskenta.

Taulukon 5 tulosten perusteella naudnan lietelantaa käyttämällä täydennyslannoitus maksaa noin 30 €/ha, mikä on viidesosa pelkän väkilannoitteen arvosta. Mädätysjäännöstä käyttämällä lisälannoituksen arvo on hieman alhaisempi suuremman liukoisen typen määrän vuoksi ja rejektia käyttämällä typpitarve voidaan kattaa kokonaan, koska fosforiraja ei ylity. Lisälannoitteeksi tarvitaan siten hieman fosforia.

TAULUKKO 5. Lannoituksessa tarvittavat lannoitemäärät esimerkkipalstalle

	Väki- lannoite	Lietelanta + 20 % biomassaa	Mädätys- jäännös	Rejekti
lietemäärä/(m <sup>3</sup> /ha)		23	23	80,0
liuk-N/(kg/ha)	160	35,0	44,3	160,0
kok-P/(kg/ha)	14	14,0	14,0	12,0
PremiumN27-määrä/(kg/ha)	592,6	125,0	115,7	
PremiumStarttiP-määrä/(kg/ha)	14,0			2,0
Lisätyppi StarttiP:stä	1,7			0,2
PremiumTyppi27/kg	590,9	421,3	389,8	
StarttiP/(€/ha)	7			1,05
Typpi27/(€/ha)	141	29,88	27,64	0,0
<b>lannoite yhteensä/(€/ha)</b>	<b>149</b>	<b>29,88</b>	<b>27,64</b>	<b>1,1</b>

Käytännössä esimerkkilannoitus tällaiselle viljelmälle tehtäisiin yleisesti siten, että kevätlannoituksessa käytettäisiin osa lietelantaa, mädätysjäänöstä tai rejektia ja hieman väkilannoitteita. Näin väkilannoitteiden tyyppi saadaan ensimmäisen sadon ravinteiksi tehokkaammin, kuin pelkällä lietelannalla, mädätysjäänöksellä tai rejektillä. Lisäksi viljelijä lisäisi muita hivenaineita lannoituslaskelman mukaan. Syyslannoituksessa lantaraaka-aineen loppu tyyppi tulee kasvin käyttöön ja sitä täydennettäisiin edelleen pienellä määrällä väkilannoitetta.

Väkilannoitteiden arvojen erot voivat olla vielä suuremmat riippuen pellon ja lantaraaka-aineiden ravinneanalyyseistä sekä käytettävän lannoitteen hinnasta. Lisäksi fosforitarvetta ei joka tapauksessa tarvitse täydentää.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Biokaasu- ja ravinnelaskennan tulosten vertailu muihin tutkimuksiin osoittaa, että laskenta on oleellisesti oikein tehty. Vaihtelu muiden tutkimusten ja tämän kesken riippuu kaikista niistä tekijöistä, jotka raportin aiemmissa luvuissa mainitaan vaihtelutekijöiksi lannan ravinteiden ja kautumisessa ja biokaasun tuotannossa.

Keskeiset tulokset taulukoissa 1–3 osoittavat, että teoreettinen biokaasupotentiaali ja naudan lietalannan ravinnesisältö laskennan kolmen kunnan alueella on huomattava. Laskenta osoittaa, että lisättäessä biomassaa lietalantaan biokaasureaktoriin, suhteellinen biokaasupotentiaali kasvaa. Osa tuotetusta energiasta voidaan käyttää biokaasulaitoksen hyödyksi sähkön- ja lämmöntuotantoon ja fossiilisten polttoaineiden korvaajana. Kaikkea laskennan sisältämää lantamäärää ei missään tapauksessa saada biokaasuprosesseihin ja se vähentää jonkin verran kokonaisenergiasaantoa. Jokainen biokaasukuutiometri vähentää fossiilisten polttoaineiden tarvetta samalla litramäärällä öljyä tai dieseliä.

Ravinnemäärien arvo on suuri verrattuna Suomeen tuotavan typpi- tai fosforilannoitteen arvoon, kokonaisfosforin arvo noin 28 % ja liukoisen typen arvo noin 14 % tuontilannoitteiden arvoista (Aakkula 2019, 13). Tätä ravinnemäärää voidaan hyödyntää, mutta kysymys ei ole vain ravinteiden saamisesta kiertoon, vaan myös niiden oikeasta muodosta ja käytettävyydestä oikeaan aikaan oikeassa paikassa.

Käytettäessä biokaasua liikennepolttoaineen (dieselin) korvaajana fossiilisten polttoaineiden ilmakehään päästämä hiilidioksidimäärä pienenee, koska se korvataan uusiutuvalla energialla tuotetulla polttoaineella. Esimerkiksi kolmen kunnan alueelta saatava 2 929 tonnia metaania vastaa energiasisällöltään 4 569 000 litraa dieseliä, josta tulee poltettaessa 2,66 kg CO<sub>2</sub>/litra dieseliä (Tilastokeskus 2008) eli 12 153 tonnia CO<sub>2</sub>:a. Tämän verran pienemmät hiilidioksidipäästöt voidaan saada korvaamalla dieselpolttoaine biokaasulla.

Peltolannoituksen esimerkkilaskelma osoittaa sen, mitä yleisti ravinteiden ja niiden arvon ja kautumisesta biokaasutuksessa tiedetään. Kasvien helposti käytettävissä olevan liukoisen typen määrä mädätysjännöksessä tai rejektissä on sellainen, että typpiväkilannoitteen määrää voidaan usein pienentää, ei kuitenkaan poistaa kokonaan. Rejektin pieni fosforipitoisuus mahdollistaa sen hyödyntämisen vielä paremmin typpilannoitteena mädätysjännöstä paremmin. Eri lannoitetuotteiden käyttämisessä on luonnollisesti huomioitava se, millainen kasvin ja pelton ravinnetarve on ennen minkä tahansa lannoitteen käyttöä, mutta laskennassa esimerkiksi tuotteina saatuja matalafosfori- ja korkeatyppipitoisia lannoitetuotejakeita on hyödyllistä valmistaa. Investointilaskelmilla on tietysti tarkastettava valmistamisen kannattavuus.

Ruotsissa on 3,5-kertainen määrä biokaasulaitoksia Suomeen verrattuna (TEM 2017, 47) ja nautakarjaa 1,8-kertainen määrä Suomeen verrattuna (Svenskt Kött 2020). Tulevan vuosikymmenen aikana neljä suurta uutta biokaasulaitosta voisi prosessoida noin 500 000 tonnia lantaa vuodessa, mikä on 3 % Suomen vuotuisesta karjanlantamäärästä. Viisitoista maatilojen yhteisbiokaasulaitosta voisi prosessoida noin 300 000 tonnia (2 % Suomen vuotuisesta karjanlantamäärästä). Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan tulevan vuosikymmenen aikana voidaan perustaa useita satoja tilakohtaisia laitoksia. Esimerkiksi 300 maatilakohtaista laitosta voisi käsitellä 1,5 Mt lantaa, mikä vastaa 8 % Suomen vuotuisesta karjanlannan määrästä. (TEM 2017, 49) Edellä mainitut luvut osoittavat sen, että maatilakohtaisia biokaasun tuotantoratkaisuja kehittämällä voidaan siirtyä tehokkaasti fossiilisista polttoaineista uusiutuviin. Lannan

siirtäminen keskitettyihin prosessointilaitoksiin johtaa lisääntyneisiin raaka-aineiden siirtokustannuksiin. Näissä laitoksissa valmistetut ravinnetuotteet pitäisi kuljettaa myös takaisin maataloille, kun ne voidaan kuljetuskustannuksia säästään käsitellä maataloilla raaka-aineista lopputuotteiksi.

Jos ajatellaan Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin tuottamaa nautakarjan liettelantamäärää (+20 % biomassaa), 15:ssä maatalojen yhteisbiokaasulaitoksessa voidaan käsitellä kaikki nautan liettelanta biokaasuksi. Tässä laskennassa on kuitenkin oletettu saatavan kaikki liettelanta hyödyksi ilman mitään häviöitä. Luonnonvarakeskus arvioi kuitenkin, että tämä yhteisbiokaasulaitosmäärä perustettaisiin kymmenen vuoden sisällä koko Suomeen. (TEM 2017, 49)

Energia- ja ympäristöstrategian taustaraportissa Luonnonvarakeskuksen mukaan (TEM 2017, 47-49) Suomeen voitaisiin perustaa kymmenen vuoden sisällä joitakin satoja maatalakohtaisia laitoksia. Jos teknistaloudellinen biokaasupotentiaali on 2,5 TWh, tällaista laitoskehitystä näyttäisi olevan kannattava edistää. Maatilatason ratkaisujen ja teknologioiden kehittäminen on oleellista tämän biokaasupotentiaalin käyttöönotossa. Maatilatasolla tarvitaan uutta teknologista ajattelua tuotantoon ja toimintaan lannan biokaasupotentiaalin hyödyntämisessä.

## LÄHTEET

1. Aakkula J., Berlin T., Irz X., Jansik C., Karhula T., Kiviranta H., Latukka A., Mannio J., Niskanen O., Ovaska S., Salo T., Suomi J. 2019. Mahdollisuudet helpottaa epäorgaanisten lannoitteiden tuontia. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019: 9. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 86 s.
2. Eurofins. Lantatilastot 2011-2015 yhteenveto. 2020.
3. Gasum. Päästökaupan viikkokatsaus 25. 2019. Gasum.
4. Greenhouse Gas Protocol. Global Warming Potential Values. 2016.  
[https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29\\_1.pdf](https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf) (luettu 17.3.2020)
5. Haverinen, T. 2014. Maatilojen omatoimirakennetut biokaasulaitokset. Oulun ammattikorkeakoulu. Oulu. 16 s.
6. Hjorth M., Christensen K., Christensen M., Sommer S. 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 153-180.
7. Huusko J., Jäppinen T. 2015. Lietelannan separoinnin kannattavuus lypsykarjatilalla. Savonia-ammattikorkeakoulu. Kuopio. 59 s.
8. Kapuinen P. 2002. Lannan levitystekniikka, logistiikka ja talous 2002. Teoksessa: Alakukku L., Heikkilä K., Jalli H., Joki-Tokola E., Järvenpää M., Kapuinen P., Karttunen J., Kemppainen E., Känkänen H., Myyrä S., Peltonen M., Perälä M., Pietola K., Puurunen M., Remes K., Salo R., Serenius M., Tuomisto J., Uusi-Kämpä J., Uusitalo P.. Suurenevien tilojen haasteet. Jokiainen. S. 80 – 89.
9. Kymäläinen M. 2015. Biokaasutuotannon raaka-aineet. Teoksessa: Kymäläinen M, Parkarinen O. (toim.). Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen Biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna. S. 21-47.
10. Luostarinen S. 2015. Biokaasuprosessit ja laitostaseet. Teoksessa: Kymäläinen M, Parkarinen O. (toim.). Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen Biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna. S. 82 – 93.
11. Luostarinen S., Tampio E., Niskanen O., Koikkalainen K., Kauppila J., Valve H., Salo T. ja Ylivainio K. 2019. Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 75 s.
12. Maaseutuvirasto. 2008. Ravinnetaseet. Ympäristötuen lisätoimenpide lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan. 16 s.
13. Maaseudun Tulevaisuus. 17.2.2020.
14. Motiva. Biokaasun tuotanto maatilalla. 2013. Motiva Oy. Helsinki. 28 s.
15. Motiva. Teho- ja energiayksiköt. [https://www.motiva.fi/ajankohtaista/energiastasto\\_ja\\_yksikot/teho\\_ja\\_energiayksikot](https://www.motiva.fi/ajankohtaista/energiastasto_ja_yksikot/teho_ja_energiayksikot) (luettu 17.3.2020)

16. Paavola T., Sipilä I., Luostarinen S., Rintala J. 2011. Lannan ja muiden eloperäisten materiaalien prosessointi. Teoksessa: Luostarinen S., Logrén J., Grönroos J., Lehtonen H., Paavola T., Rankinen K., Rintala J., Salo T., Ylivainio K., Järvenpää M. (toim.). Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT-Raportti 21. MTT. Jokioinen. S. 41 – 54.
17. Pietola L. ym. 2008. Lietelannan kemiallinen fraktiointi: fosforipitoisuuden alentaminen. Tiivistelmä esitelmästä Maataloustieteen päivillä 10.-11.1.2008. Helsinki.
18. Salo T., Ylivainio K., Partanen K., Rinne M., Nousiainen J., Kapuinen P., Esala M., Peltonen S., Valaja J. 2011. Teoksessa: Luostarinen S., Logrén J., Grönroos J., Lehtonen H., Paavola T., Rankinen K., Rintala J., Salo T., Ylivainio K., Järvenpää M. (toim.). Lannan kestävä hyödyntäminen. MTT-Raportti 21. MTT. Jokioinen. S. 17 – 40.
19. Svenskt Kött. 2020. Nötkreatur i siffror – Sverige och världen. Saatavana: <https://svenskkott.se/om-kott/miljo-och-klimat/notkott-och-klimat/notkreatur-i-siffror-sverige-och-varlden/> (luettu 11.4.2020)
20. SVT 2020. Suomen virallinen tilasto: Nautojen lukumäärä [verkkopublication]. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, Tike. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/nalkm/index.html> (luettu 14.4.2020)
21. TEM. 2017. Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriö. 168 s.
22. Tilastokeskus. 2008. Autoilu vihertyy. [https://www.stat.fi/artikkelit/2008/art\\_2008-02-15\\_007.html?s=0](https://www.stat.fi/artikkelit/2008/art_2008-02-15_007.html?s=0). Luettu 17.4.2020.
23. Vna 1250/2014. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta.
24. Vänttinen V-H., Tähti H., Rasi S. ja Rintala J. 2009. Biokaasuteknologian alueellinen hyödyntämispotentiaali Keski-Suomessa. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 38 s.
25. Ympäristöministeriö. 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2010. Edita Prima Oy. Helsinki. 112 s.

## LIITTEET

1. Laskennan lähtötiedot: Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin naudan lietalannan vuosituotantomäärät, typen ja fosforin eläinokohtaiset ravinne-eritysmäärät ja 10 % peltobiomassa.



LIITE 1. Laskennan lähtötiedot: Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin naudan lietalan vuosituottomäärät, typen ja fosforin eläinkohtaiset ravinne-eritysmäärät ja 10 % peltobiomassamäärä

Kunta	Eläinkoodi	Eläin	Eläimiä	Naudan lietalenta n. 1 tn/m3		biomassa tn/a	lanta fosforia kg/vuosi	lanta typpi kg/vuosi
				m3/vuosi/ eläin	lanta tn/a			
217 KANNUS	11100	Lypsylehmä 24kk-	2 138	24	51312	5131	19	121,0
217 KANNUS	11200	Alle 24kk poikinet lypsylehmähieho	25	15	375	38	6,7	47,7
217 KANNUS	12100	Emolehmä 24kk-	135	15	2025	203	10	64,5
217 KANNUS	13110	Sonni alle 6kk, lihantuotantoon	274	15	4110	411	2,2	22,1
217 KANNUS	13210	Sonni väh. 6kk, alle 8kk, lihantuotantoon	204	4	816	82	7,1	58,7
217 KANNUS	13310	Sonni väh. 8kk, alle 12kk, lihantuotantoon	275	8	2200	220	7,1	58,7
217 KANNUS	13410	Sonni väh. 12kk, alle 16kk, lihantuotantoon	373	15	5595	560	8,8	57,8
217 KANNUS	13420	Sonni väh. 12kk, alle 16kk, jalostukseen	1	15	15	2	8,8	57,8
217 KANNUS	13510	Sonni väh. 16kk, alle 21kk, lihantuotantoon	241	15	3615	362	8,8	57,8
217 KANNUS	13610	Sonni väh. 21kk, alle 24kk, lihantuotantoon	14	15	210	21	8,8	57,8
217 KANNUS	13710	Sonni väh. 24kk, lihantuotantoon	48	15	720	72	10,1	67,2
217 KANNUS	13720	Sonni väh. 24kk, jalostukseen	7	15	105	11	2,3	20,9
217 KANNUS	14110	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lihantuot./emol.	51	4	204	20	2,3	20,9
217 KANNUS	14130	Lehmävasikat alle 6kk, emolehmäksi	17	4	68	7	2,3	20,9
217 KANNUS	14140	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lypsylehmiksi	364	4	1456	146	2,3	20,9
217 KANNUS	14210	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lihantuot./emol.	82	4	328	33	5,3	41,4
217 KANNUS	14230	Lehmävasikat 6kk-12kk, emolehmäksi	19	4	76	8	5,3	41,4
217 KANNUS	14240	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lypsylehmiksi	374	4	1496	150	5,3	41,4
217 KANNUS	14310	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lihantuot./emol.	36	15	540	54	6,7	47,7
217 KANNUS	14330	Hiehot 12kk-24kk (ei poikineet), emolehmäksi	34	15	510	51	6,7	47,7

217 KANNUS	14340	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lypsylehmiksi	714	15	10710	1071	6,7	47,7
217 KANNUS	14430	Hiehot 24kk- (ei poikineet), emolehmäksi	23	15	345	35	10	64,5
217 KANNUS	14440	Hiehot 24kk- (ei poikineet), maidontuotantoon	77	15	1155	116	10	64,5
				<b>Yht./v</b>	<b>87986</b>	<b>8799</b>	<b>163</b>	<b>1151,0</b>

Kunta	Eläinkoodi	Eläin	Eläimiä					
421 LESTIJÄRVI	11100	Lypsylehmä 24kk-	682	24	16368	1637	19	121,0
421 LESTIJÄRVI	11200	Alle 24kk poikunut lypsylehmähieho	7	15	105	11	6,7	47,7
421 LESTIJÄRVI	12100	Emolehmä 24kk-	80	15	1200	120	10	64,5
421 LESTIJÄRVI	12200	Alle 24kk poikunut emolehmähieho	3	15	45	5	6,7	47,7
421 LESTIJÄRVI	13110	Sonni alle 6kk, lihantuotantoon	154	4	616	62	2,2	22,1
421 LESTIJÄRVI	13210	Sonni väh. 6kk, alle 8kk, lihantuotantoon	74	4	296	30	7,1	58,7
421 LESTIJÄRVI	13310	Sonni väh. 8kk, alle 12kk, lihantuotantoon	113	15	1695	170	7,1	58,7
421 LESTIJÄRVI	13410	Sonni väh. 12kk, alle 16kk, lihantuotantoon	123	15	1845	185	8,8	57,8
421 LESTIJÄRVI	13510	Sonni väh. 16kk, alle 21kk, lihantuotantoon	92	15	1380	138	8,8	57,8
421 LESTIJÄRVI	13610	Sonni väh. 21kk, alle 24kk, lihantuotantoon	1	15	15	2	8,8	57,8
421 LESTIJÄRVI	13710	Sonni väh. 24kk, lihantuotantoon	5	15	75	8	10,1	67,2
421 LESTIJÄRVI	14110	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lihantuot./emol.	18	4	72	7	2,3	20,9
421 LESTIJÄRVI	14130	Lehmävasikat alle 6kk, emolehmäksi	32	4	128	13	2,3	20,9
421 LESTIJÄRVI	14140	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lypsylehmiksi	114	4	456	46	2,3	20,9
421 LESTIJÄRVI	14210	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lihantuot./emol.	60	4	240	24	5,3	41,4
421 LESTIJÄRVI	14240	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lypsylehmiksi	125	4	500	50	5,3	41,4
421 LESTIJÄRVI	14310	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lihantuot./emol.	55	15	825	83	6,7	47,7
421 LESTIJÄRVI	14330	Hiehot 12kk-24kk (ei poikineet), emolehmäksi	2	15	30	3	6,7	47,7
421 LESTIJÄRVI	14340	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lypsylehmiksi	222	15	3330	333	6,7	47,7
421 LESTIJÄRVI	14410	Hiehot 24kk- (ei poikineet), lihantuotantoon	7	15	105	11	10	64,5
421 LESTIJÄRVI	14430	Hiehot 24kk- (ei poikineet), emolehmäksi	16	15	240	24	10	64,5
421 LESTIJÄRVI	14440	Hiehot 24kk- (ei poikineet), maidontuotantoon	20	15	300	30	10	64,5
421 LESTIJÄRVI	19100	Muu nauta yli 24 kk	3	15	45	5	10	64,5
				<b>Yht./v</b>	<b>29911</b>	<b>2991</b>	<b>172,9</b>	<b>1207,6</b>

Kunta	Eläinkoodi	Eläin	Eläimiä						
849 TOHOLAMPI	11100	Lypsylehmä 24kk-	2 941	24	70584	7058	19	121,0	
849 TOHOLAMPI	11200	Alle 24kk poikinut lypsylehmähieho	22	15	330	33	6,7	47,7	
849 TOHOLAMPI	12100	Emolehmä 24kk-	62	15	930	93	10	64,5	
849 TOHOLAMPI	13110	Sonni alle 6kk, lihantuotantoon	364	4	1456	146	2,2	22,1	
849 TOHOLAMPI	13210	Sonni väh. 6kk, alle 8kk, lihantuotantoon	216	4	864	86	7,1	58,7	
849 TOHOLAMPI	13310	Sonni väh. 8kk, alle 12kk, lihantuotantoon	411	4	1644	164	7,1	58,7	
849 TOHOLAMPI	13410	Sonni väh. 12kk, alle 16kk, lihantuotantoon	621	15	9315	932	8,8	57,8	
849 TOHOLAMPI	13510	Sonni väh. 16kk, alle 21kk, lihantuotantoon	321	15	4815	482	8,8	57,8	
849 TOHOLAMPI	13610	Sonni väh. 21kk, alle 24kk, lihantuotantoon	56	15	840	84	8,8	57,8	
849 TOHOLAMPI	13710	Sonni väh. 24kk, lihantuotantoon	30	15	450	45	10,1	67,2	
849 TOHOLAMPI	13720	Sonni väh. 24kk, jalostukseen	2	15	30	3	10,1	67,2	
849 TOHOLAMPI	14110	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lihantuot./emol.	78	4	312	31	2,3	20,9	
849 TOHOLAMPI	14130	Lehmävasikat alle 6kk, emolehmäksi	9	4	36	4	2,3	20,9	
849 TOHOLAMPI	14140	Lehmävasikat ja hiehot alle 6kk, lypsylehmiksi	506	4	2024	202	2,3	20,9	
849 TOHOLAMPI	14210	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lihantuot./emol.	156	4	624	62	5,3	41,4	
849 TOHOLAMPI	14230	Lehmävasikat 6kk-12kk, emolehmäksi	8	4	32	3	5,3	41,4	
849 TOHOLAMPI	14240	Lehmävasikat ja hiehot 6kk-12kk, lypsylehmiksi	561	15	8415	842	5,3	41,4	
849 TOHOLAMPI	14310	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lihantuot./emol.	207	15	3105	311	6,7	47,7	
849 TOHOLAMPI	14330	Hiehot 12kk-24kk (ei poikineet), emolehmäksi	21	15	315	32	6,7	47,7	
849 TOHOLAMPI	14340	Lehmävasikat ja hiehot 12kk-24kk, lypsylehmiksi	1 075	15	16125	1613	6,7	47,7	
849 TOHOLAMPI	14430	Hiehot 24kk- (ei poikineet), emolehmäksi	9	15	135	14	10	64,5	
849 TOHOLAMPI	14440	Hiehot 24kk- (ei poikineet), maidontuotantoon	182	15	2730	273	10	64,5	
849 TOHOLAMPI	19100	Muu nauta yli 24 kk	4	15	60	6	10	64,5	
849 TOHOLAMPI	19200	Muu nauta 6-24 kk	6	15	90	9	10	64,5	
			<b>15 402</b>	<b>Yht./v</b>	<b>125261</b>	<b>12526</b>	<b>181,6</b>	<b>1268,5</b>	
<b>Yht. Toholampi, Lestijärvi, Kannus</b>					<b>243158</b>	<b>24316</b>	<b>517,1</b>	<b>3627,1</b>	
					lanta/(tn/a)	biom./(tn/a)	P/(kg/a/eläin) lanta	N/(kg/a/eläin) lanta	

# NAUDAN LIETELANNAN BIOKAASUPOTENTIAALI JA RAVINNETARKASTELU

– Kannus, Lestijärvi ja Toholampi

Tässä selvityksessä on tarkasteltu Lestijokilaakson Kannuksen, Lestijärven ja Toholammin nautakarjatiloiilla tuotetun lietelannan ja peltobiomassan biokaasupotentiaalia. Selvitys on tehty Northern Periphery and Arctic Interreg -ohjelman rahoittamalle Community Based Energy Solutions for Remote Areas (LECo) -hankkeelle. Lisäksi selvityksessä on arvioitu, kuinka biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen separoinnissa fosfori, typpi ja ammoniumtyppi jakautuvat separoinnin kiintoaineeseen ja nestejakeeseen (rejektiin). Selvityksessä on edelleen suhteutettu em. kolmen kunnan eläinmäärät 100 lypsylehmän tilakokoon ja 200 000 lypsylehmän määrään, jolla arvioidaan koko Suomen nautakarjan biokaasupotentiaalia ja ravinteiden määrää. Laskennassa peltobiomassamäärä vaihtelee. Viimeisenä on arvioitu väkilannoittekustannussäästöjä käytettäessä raakalietelantaa, mädätysjäännöstä tai separoinnin rejektiä hyödyksi lannoitteena.

Selvityksen perustana käytettiin viljelijöiden Ageragas Innovation Oy –toimintaryhmältä saatuja em. tilojen nautatilastoja ja lietelannan sekä fosforin tuotantomääriä. Biokaasutuotannon laskentaperusteina on käytetty vastaavien suomalaisten tutkimusten laskentaperusteita biokaasun tuotantopotentiaaleista sekä ravinteiden määristä ja jakautumisesta mädätysjäännöksessä ja separoinnissa. Lisäksi on käytetty muuta tietoa lähtötietojen määrittämiseksi. Tulokset on tehty taulukkolaskentana lähtötietojen pohjalta.

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 44

ISBN 978-952-7173-52-7 (PDF)

ISSN 2342-933X