

Bioenergiakeskuksen julkaisusarja
(BDC-Publications)
Nro 23



BIOKAASUN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET ELÄINTEN LANNASTA POHJOISEN KESKI-SUOMEN ALUEELLA

Liisa Karunen

**Opinnäytetyö
Toukokuu 2006**



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**
Luonnonvarainstituutti



Tekijä(t) KARUNEN, Liisa	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 48	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi BIOKAASUN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET ELÄINTEN LANNASTA POHJOISEN KESKI-SUOMEN ALUEELLA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) VESISENAHO, Tero		
Toimeksiantaja(t) Hajautetut biomassapohjaiset energiantuotantoratkaisut ja niiden käytäntöön soveltaminen - hanke		
Tiivistelmä <p>Biokaasun tuotanto eläinten lannasta tukee sekä uusiutuvien energialähteiden käyttöä että maatalouden ympäristövaikutuksien ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Hajautetut biomassapohjaiset energiantuotantoratkaisut ja niiden käytäntöön soveltaminen -hankkeen tilaaman työn tavoitteena oli selvittää pohjoisen Keski-Suomen alueella sijaitsevien maatilojen soveltuvuutta ja kiinnostusta biokaasun tuotantoon. Lisäksi selvitettiin kokonaiseläinmäärä kuntien alueella ja laskettiin alueen teoreettinen biokaasun tuotantopotentiaali. Työssä esitellään lisäksi biokaasun maatilatuotannon eri vaihtoehtoja ja hyödyntämismahdollisuuksia.</p> <p>Työssä selvitettiin kuntien maaseutuelinkeinoviranomaisilta kuntien eläinmäärät sekä biokaasun tuotantoon eläinyksikkömäärän perusteella soveltuvien karjatilojen määrä ja mahdolliset yhteystiedot. Biokaasun tuotannon kiinnostavuutta ja biokaasulaitoksen mahdollisia perustamisaikeita selvitettiin haastattelemalla maatalousyrittäjiä.</p> <p>Tyypillisesti suomalaisen maatilan lantamäärä on liian vähäinen biokaasun taloudellisesti kannattavaan tuotantoon. Karjatilojen keskikoon ja vuotuisten lantamäärien kasvaessa biokaasulaitosten määrä maataloilla kuitenkin yleistynee. Maatilakokoluokan laitosten yleistyessä niiden hinnan odotetaan laskevan ja toimivuuden paranevan. Tulosten perusteella voidaankin todeta, että biokaasulaitoksen rakentamisen esteenä on useimmiten investoinnin kallis hinta. Tuotantoa laajentavilla tai sitä suunnittelevilla maataloilla on kuitenkin kiinnostusta biokaasuprosessin käyttöä kohtaan, ja tulevaisuudennäkymät biokaasuteknologian saralla ovat valoisat.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Biokaasu, biokaasun maatilatuotanto, karjanlanta, lannan anaerobinen käsittely, pohjoinen Keski-Suomi, energiantuotanto		
Muut tiedot		

Author(s) KARUNEN, Liisa	Type of Publication Bachelor's Thesis	
	Pages 48	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until _____	
Title THE POTENTIALS OF PRODUCING BIOGAS OUT OF FARMYARD MANURE IN NORTHERN MIDDLE FINLAND		
Degree Programme Degree Programme in Agricultural and Rural Industries		
Tutor(s) VESISENAHO, Tero		
Assigned by Decentralized biomass-based solutions of power production and their application in practise - project		
Abstract <p>The production of biogas from farmyard manure nurtures the use of renewable sources of energy. It also cuts down agricultural waste and the greenhouse gases of the husbandry. The aim of the study, assigned by Decentralized biomass-based solutions of power production and theirs applications in practise - project, was to find out the aptitude of farms set on Northern Middle Finland for the production of the biogas. The overall volume of livestock in the municipalities was found out to assess the theoretical potential of biogas production in the area. Different ways and alternatives to exploit biogas on a farm scale were also considered.</p> <p>The volume of the animals in municipalities was established from rural authorities. The amount of the cattle farms large enough to product biogas, and the contact information, were also determined. The interest on producing biogas and potentiality of building a biogas plant were discovered by interviewing farmers.</p> <p>Typically the amount of manure yielded on a Finnish farm is too low to generate biogas profitably. When the size of the cattle farms increases, and they yield more manure, biogas plants may become more general and the cost of plants will reduce. At the same time the functionality of plants will improve. For the meantime, the most important issue limiting the volume of plants is the cost. Cattle farms extending their production are in any case interested in the biogas process, and the future of biogas technology seems to be bright.</p>		
Keywords Biogas, farm scale biogas production, farmyard manure, anaerobic digestion of manure, Northern Middle Finland, production of energy		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET.....	6
3 SUOMALAISET MAATILAT JA BIOKAASU	8
3.1 MAATALOUS YMPÄRISTÖNKUORMITTAJANA	8
3.2 MAATILOJEN MÄÄRÄN JA TILAKOON KEHITYS SUOMESSA	8
3.3 MAATALOUDEN TYYPPITILAT	10
3.4 TYYPPITILOJEN BIOKAASUN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET	11
4 BIOKAASUN MAATILATUOTANTO.....	13
4.1 ANAEROBINEN HAJOAMINEN JA BIOKAASU	13
4.2 MESOFIILINEN JA TERMOFIILINEN BIOKAASUPROSESSI	15
4.3 BIOKAASULAITOSVAIHTOEHDOT	16
4.3.1 <i>Maatilakohtainen biokaasulaitos</i>	16
4.3.2 <i>Keskitetty biokaasulaitos</i>	17
4.3.3 <i>Kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä</i>	18
4.3.4 <i>Tuotantosuunnan vaikutus soveltuvuuteen</i>	18
4.4 TOIMINTAAN VAIKUTTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	20
4.4.1 <i>Sähkömarkkinalaki</i>	21
4.4.2 <i>Sivutuoteasetus</i>	22
5 BIOKAASUN HYÖDYT JA KÄYTTÖ.....	25
5.1 KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENEMINEN	25
5.2 LOPPUTUOTTEEN HYÖDYNTÄMINEN	26
5.2.1 <i>Lannoitekäyttö</i>	26
5.2.2 <i>Lannan hygienisointi ja hajuhaitat</i>	26
5.3 SÄHKÖN- JA LÄMMÖNTUOTANTO.....	27
5.4 JALOSTUS LIIKENNEPOLTTOAINEEKSI.....	28
6 TULOKSIA	30
6.1 BIOKAASUN JA ENERGIAN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET KUNNITTAIN	30
6.2 BIOKAASUN JA ENERGIAN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET POHJOISISSA KESKI-SUOMESSA.....	38
6.2.1 <i>Biokaasun tuotanto</i>	38
6.2.2 <i>Energian tuotanto</i>	40

	2
6.3 HAASTATELTUJEN TILOJEN KIINNOSTUS BIOKAASUNTUOTANTOON.....	41
6.4 BIOKAASUN TUOTANTOMAHDOLLISUUDET HAASTATELLUILLA TILOILLA	42
7 POHDINTA.....	43
LÄHTEET	47

KUVIOT

KUVIO 1. Uusiutuvan energian, maaseudun ja kestävän kehityksen linkitys.....	5
KUVIO 2. Pohjoisen Keski-Suomen kunnat.....	7
KUVIO 3. Aktiivisten maatilojen määrä pohjoisen Keski-Suomen kunnissa.....	30
KUVIO 4. Teoreettinen lannasta saatavissa olevan biokaasun energiasisällön keskiarvo tiloilla kunnittain	38
KUVIO 5. Biokaasun tuotantopotentiaali eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen kunnissa	39
KUVIO 6. Energiantuotantopotentiaali eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen kunnissa	40

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Biokaasuteknologian edut maataloille ja yhteisöille.....	6
TAULUKKO 2. Eläinten keskikoot suhteutettuna nautayksiköihin	11
TAULUKKO 3. Tyypptilojen koot, lannan- ja biokaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	12
TAULUKKO 4. Biokaasun keskimääräinen koostumus	13
TAULUKKO 5. Maakaasun keskimääräinen koostumus	14
TAULUKKO 6. Eri tilatyypin soveltuvuus ainoastaan oman tilan raaka-aineita hyödyntävässä laitospäätöksessä	19
TAULUKKO 7. Pihtiputaan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	31
TAULUKKO 8. Kinnulan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	32
TAULUKKO 9. Kivijärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	33
TAULUKKO 10. Kyyjärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	33
TAULUKKO 11. Viitasaaren karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	34

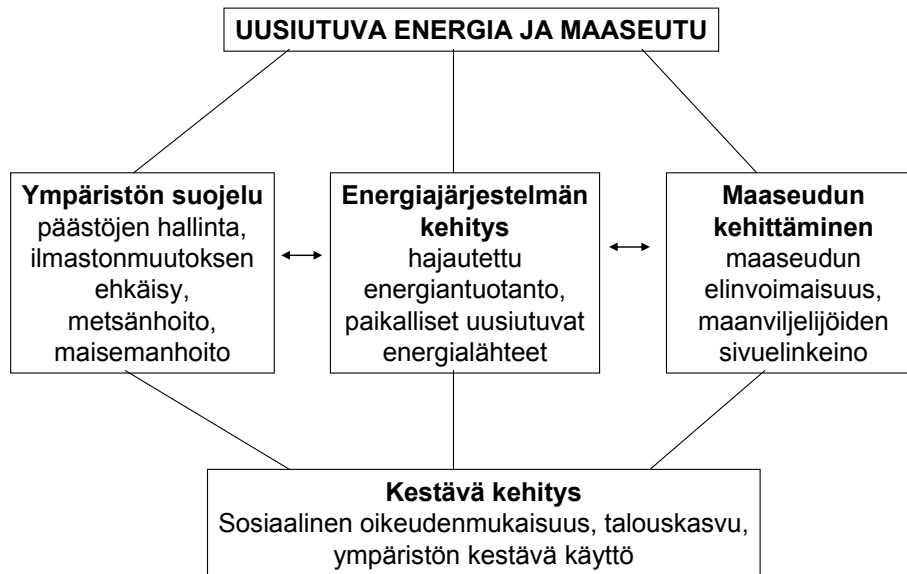
TAULUKKO 12. Kannonkosken karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	35
TAULUKKO 13. Karstulan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	35
TAULUKKO 14. Saarijärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	36
TAULUKKO 15. Pylkönmäen karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö	37

1 JOHDANTO

Seuraavien vuosikymmenien aikana kasvihuonekaasupäästöjen rajoittaminen tulee olemaan yksi suurimmista kansainvälisistä haasteista. Niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa yhdeksi tärkeäksi keinoksi kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisessä nousevat erilaiset uusiutuvat energialähteet. Suomessa uusiutuvista energialähteistä puuperäiseen bioenergiaan on panostettu jo pitkään, mutta viime vuosina myös muut bioenergian muodot ovat alkaneet kiinnostaa. (Hagström, Vartiainen & Vanhanen 2005, 5.)

Kiinnostus biokaasuteknologiaa kohtaan maataloudessa lähtee siis sekä energia- että ympäristötekniologian lähtökohdista. Energiaomavaraisuus on alkanut uudelleen kiinnostaa energian hinnan nousun ja vaihtelun sekä muiden taloudellisten ja ympäristöön vaikuttavien syiden johdosta. Tekniologian kehittyminen on lisäksi mahdollistanut sähkön ja liikennepolttoaineiden tuottamisen lämmön ohella. (Rintala, Lampinen, Luostarinen & Lehtomäki 2002, 1.)

Maatilojen biokaasuntuotanto tukee sekä lannasta aiheutuneen ympäristökuormituksen hallintaa että uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Biokaasuteknologiaa pidetään kestäväen kehityksen mukaisena siihen kuluien resursien (energia, kemikaalit, materiaalit) vähäisen määrän sekä tuotettavan energian vuoksi. (Rintala ym. 2002, 2.) Kestävällä kehityksellä tarkoitetaan yleisesti kehitystä, jossa nykyinen toiminta ei vaaranna tulevien sukupolvien elinmahdollisuuksia. Kestäväen kehityksen kannalta uusiutuvien energialähteiden, eli paikallisten energiaresurssien, hyödyntämistä maaseudulla voidaan perustella useilla seikoilla (kuvio 1). Se voidaan liittää ympäristöeettiseen pohdintaan luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja saastumisen ehkäisystä, jolloin keskeiselle sijalle nousee elinmahdollisuuksien säilyttäminen maapallolla myös tulevaisuudessa. Paikallisten energiaresurssien hyödyntäminen liittyy myös maaseudun kehittämiseen ja maaseudun elinvoimaisuuden säilyttämiseen sekä energiajärjestelmän kehittämiseen suuntaan, jossa energiaomavaraisuus ja hajautettu energiantuotanto ovat tärkeitä. (Huttunen 2004, 4.)



KUVIO 1. Uusiutuvan energian, maaseudun ja kestävän kehityksen linkitys (Huttunen 2004, 4)

Hagström ja muut (2005) muistuttavat, että biokaasun tuotantoon maaseudulla liittyy myös sen työllistävä vaikutus sekä muita yhteiskunnallisia hyötyjä. Maatalouden biokaasulaitokset tarjoavat helpotusta yhdyskuntien ja teollisuuden biojätteiden käsittelyyn, ja samalla edistetään paikallista yritystoimintaa sekä vilkastutetaan elinkeinoelämää maaseudulla (Hagström ym. 2005, 10). Biokaasuteknologian ympäristövaikutukset maataloudessa voidaan jakaa viljelijää ja yhteisöä koskeviin etuihin (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Biokaasuteknologian edut maataloille ja yhteisöille (Rintala ym. 2002, 11)

Edut tilalle:

- Energiaomavaraisuus
- Orgaanisen lannoitteen laadun paraneminen
- Kemiallisten lannoitteiden tarpeen pieneneminen
- Kasvitoksisten yhdisteiden väheneminen
- Tuholaistorjunnan tarpeen väheneminen
- Maaperän paraneminen ja sen köyhtymisen estyminen
- Lannan hygienisoituminen

Edut yhteisölle:

- Uusiutuvan energian tuotto
- Kasvihuonevaikutuksen hallinta
- Metaanipäästöjen vähentyminen
- Hajuhaittojen pieneneminen
- Raaka-aineiden säästymisen
- Lannan hygienisoituminen.

Biokaasun tuotanto on Suomessa toistaiseksi rajoittunut muutamille maataloille ja suurille kaatopaikoille (Mustonen 2004, 4). Hagström ja muut (2005, 5) toteavat, että maatilakokoluokan biokaasulaitosten vähäisyyden eräänä syynä Suomessa voidaan pitää luotettavan tutkimustiedon puutetta eri laitosratkaisuista ja niiden taloudellisesta kannattavuudesta.

2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää pohjoisen Keski-Suomen alueella sijaitsevat biokaasuntuotantoon parhaiten soveltuvat karjatilat ja niiden kiinnostusta biokaasuntuotantoon. Lisäksi tässä yhteydessä selvitetään teoreettiset biokaasuntuotantopotentiaalit alueen kunnissa.

Opinnäytetyön tilaaja on Hajautetut biomassapohjaiset energiantuotantoratkaisut ja niiden käytäntöön soveltaminen -hanke. Hankkeen yhtenä tavoitteena on siirtää tietoa biokaasuteknologiasta ja sen mahdollisuuksista suoraan potentiaalisille tiloille. Työn tilaajan edustajana toimii projektipäällikkö Jaakko Tukia ja ohjaavana opettajana yliopettaja Tero Vesisenaho.

Työssä ensimmäinen rajaus on maantieteellinen. Kohdealue kattaa pohjoisen Keski-Suomen yhdeksän kuntaa (kuvio 2), rajaus määräytyi tilaajahankkeen kohdealueen perusteella. Haastateltavat karjatilat valittiin eläinyksikkömäärän perusteella. Maatilan omaa raaka-ainetta käyttävän maatilan eläinmäärän tulee Hagströmin ja muiden (2005, 75) mukaan olla vähintään noin 100 lypsy-lehmää, 1 000 lihasikaa tai 60 000 broileria, jotta biokaasulaitoksen perustaminen olisi taloudellisesti kannattavaa. Tässä työssä haastateltavien karjatilojen kokonaiseläinyksikkömäärä rajattiin kuitenkin sataan tai yli, koska edellä mainitun kokoluokan maatilat ovat pohjoisessa Keski-Suomessa harvinaisia. Sadan (tai yli) eläinyksikön tiloja on kymmenen.



KUVIO 2. Pohjoisen Keski-Suomen kunnat

3 SUOMALAISET MAATILAT JA BIOKAASU

3.1 Maatalous ympäristönkuormittajana

Maatalous on merkittävä ympäristönkuormittaja niin paikallisesti kuin maailmanlaajuisesti. Lisäksi viime vuosina on Euroopassa todettu merkittäviä tautitapauksia liittyen maatalouteen ja elintarviketeollisuuteen. Ne ovat terveysriski sekä tuotantoeläimille että ihmisille. Lisäksi karjatilojen koon kasvaessa pistemäinen lannantuotanto on kasvanut niin suureksi, että lähialueen peltopinta-ala ei riitä lannan levitykseen.

Anaerobisesti eli hapettomissa olosuhteissa hajoavasta lannasta muodostuu metaania ja typpioksiduulia, jotka ovat kasvihuonekaasuja, sekä lisäksi terveydelle haitallista ammoniakkia. Maatalouden päästöjä muodostuu myös pelloilla, kun kemiallisista lannoitteista peräisin oleva typpi ja fosfori rehevöittävät vesistöjä huuhtoumien seurauksena. Nitraatit voivat lisäksi pilata pohjavesiä. Ympäristökuormituksen vähentämiseksi voidaan alueen eläinmäärää rajoittaa, jolloin peltopinta-ala riittää lannan levitykseen. Eläinten ruokinnan muuttaminen vähemmän tyypeä ja fosforia sisältäväksi muuttaisi pellolle levitettävän karjalannan koostumusta vähemmän ympäristöä kuormittavaksi. Yksi keino hallita maatalouden ympäristökuormitusta on maatalousjätteiden hallittu anaerobinen käsittely, mikä vähentää metaanipäästöjä ja samalla myös muut maatalouden kaasumaiset ja vesipäästöt todennäköisesti pienenevät. (Rintala ym. 2002, 8 - 9.)

3.2 Maatilojen määrän ja tilakoon kehitys Suomessa

Suomessa oli vuonna 2005 kaikkiaan 69 517 maatilaa, mikä on yli 2 500 tilaa vähemmän kuin vuonna 2004. Tilojen vähenemisvauhti on 2000-luvulla ollut varsin maltillinen, mutta nyt se näyttäisi ainakin hetkellisesti kiihtyneen lähelle 1990-luvun lopun lukemia, jolloin maatilojen määrä väheni yli 3 000 tilan vuosivauhdilla. (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2006.) Vuosi-

en 1995 - 2004 keskimääräisen maatalojen vähenemisvauhdin mukaan aktiivitulojen määrän voidaan arvioida vähenevän noin 53 000 tilaan vuoteen 2013 mennessä (Lehtonen & Pyykkönen 2005, 22).

Vuosina 1995 - 2004 maataloustukea saaneiden tilojen keskikoko on kasvanut 38 prosentilla 22,8 peltohehtaaria 31,5 hehtaariin. Tilojen keskikoko kasvaa sekä pienempien tilojen määrän vähenemisen että suurimpien tilojen lisääntymisen seurauksena. Suurten tuotantoyksiköiden osuus tuotannosta on kasvanut merkittävästi myös kotieläintaloudessa. Kotieläintaloudessa tilakoon kasvamisesta saatavat mittakaavaedut ovat selvemmat kuin kasvintuotannossa (kasvintuotanto kärsii suhteellisesti enemmän esimerkiksi huonon tilusrakenteen aiheuttamista haitoista). Tuotannon keskittäminen suuriin tuotantoyksiköihin näyttäisi olevan myös jalostavan teollisuuden edun mukaista sekä raaka-aineiden keräilykustannuksissa säästämisen että paremmin kohdenneetun sopimustuotannon etujen hyödyntämisen takia. Mikään ei siis viittaa siihen, etteikö suurten tilojen osuus tuotannosta kasvaisi jatkossakin voimakkaasti. (Lehtonen & Pyykkönen 2005, 28 - 29.)

Mikäli vuosien 1995 - 2004 kehitystrendi aktiivitulojen lukumäärässä ja rakenteessa jatkuu eivätkä tuotantomäärät oleellisesti muutu, keskimääräinen tilakoko kasvaa sikataloudessa 80 % vuodesta 2004 vuoteen 2013. Samoin maitotilojen keskikoon voidaan arvioida kasvavan 80 % samana ajanjaksona. Nautatilojen keskikoko kasvaa vastaavasti noin 90 % ja siipikarjatilojen yli 100 %. Maatalojen keskikoko voi kasvaa paitsi laajennusinvestointien, myös lähinnä pienten tilojen tuotannosta luopumisen vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tilakokojen kasvujen ei tarvitse todellisuudessa olla edellä mainittujen suuruisia, jos tilojen jatkamis- ja / tai laajentamishalukkuuteen vaikutetaan eritavalla kuin on tehty vuosina 1995 - 2004. (Lehtonen & Pyykkönen 2005, 30 - 31.)

3.3 Maatalouden tyyppitilat

Maatalous jaetaan seuraaviin päätuotantosuuntiin: lypsykarjatalous, muu nautakarjatalous, sikatalous, siipikarjatalous, lammas- ja vuohitalous, hevostalous, viljanviljely, erikoiskasvituotanto, puutarhakasvien viljely, muu kasvituotanto ja muu tuotanto (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 2006). Suomalaisia tyyppitiloja tarkasteltaessa vain alla luetellut tuotantosuunnat on huomioitu, koska muissa tuotantosuunnissa eläinten määrä jää verraten pieneksi eikä biokaasuntuotantoon ole edellytyksiä. Keskimääräiset tyyppitilat Suomessa voidaan jakaa karkeasti seuraavalla tavalla (Hagström ym. 2005, 12):

Maitotila:	19 lypsylehmää, 3 hiehoa, 8 nuorta hiehoa, 2 nuorta sonnia, 16 vasikkaa
Sonnitila:	3 sonnia, 22 nuorta sonnia, 16 vasikkaa
Emolehmättila:	17 emolehmää, 8 nuorta hiehoa, 6 nuorta sonnia, 16 vasikkaa
Emakkosikala:	2 karjua, 80 emakkoa, 220 porsasta
Lihasukkala:	180 lihasikaa, 140 nuorta lihasikaa
Yhdistelmäsiikala:	2 karjua, 80 emakkoa, 180 lihasikaa, 140 nuorta lihasikaa, 220 porsasta
Munakanala:	2 000 munivaa kanaa
Broilerikanala:	40 000 broileria

Kunkin eläinlajin keskikoko on ensin arvioitava, jotta voitaisiin määrittää kunkin tyyppitilan keskimääräinen koko nautayksiköissä. Seuraavassa taulukossa on arvioitu eläinten keskikokoja ja suhteutettu ne nautayksiköihin (ny). Yksi nautayksikkö (1 ny) vastaa 500 kg:n painoista lehmää. (Hagström ym. 2005, 12.)

TAULUKKO 2. Eläinten keskikoot suhteutettuna nautayksiköihin (Hagström ym. 2005, 12)

Eläin	Koko (kg)	Nautayksikköä
Lypsylehmä	500	1
Emolehmä	500	1
Hieho (> 2 v)	330	0,67
Nuori hieho (1 - 2 v)	200	0,4
Sonni (> 2 v)	500	1
Nuori sonni (1 - 2 v)	330	0,67
Vasikka (< 1 v)	100	0,2
Karju	200	0,4
Emakko	200	0,4
Lihasika (> 50 kg)	75	0,15
Nuori lihasika (20 - 50 kg)	35	0,07
Porsas (< 20 kg)	10	0,04
Lammas ja uuhi	50	0,1
Muu lammas	25	0,05
Vuohi	50	0,1
Muniva kana	2	0,004
Broileri	1	0,002
Hevonen	500	1

3.4 Tyypitilojen biokaasuntuotantomahdollisuudet

Edellä mainittujen tilojen keskikokojen perusteella voidaan tehdä laskelmia eri tyypitilojen lannan ja biokaasun tuotannosta. Eri eläinlajien tuottamiksi ilmoitetut lantamäärät saattavat vaihdella lähteestä riippuen, koska lantamäärät ilmoitetaan usein lietteenä, missä saattaa olla mukana myös pesu- ja sadevesiä. Lietteen kuiva-ainepitoisuus vaihtelee yleisesti noin 5 - 10 prosentin välillä (muilla kuin kanoilla). Laskelmat onkin siis syytä tehdä kuiva-aineyksiköissä. (Hagström ym. 2005, 13.) Hevosenlannan kuiva-ainepitoisuus on myös melko korkea, noin 35 - 40 %. Tässä yhteydessä on huomioitava, että tallien lantaloihin vietävässä tavarassa on yleensä kuiviketta 50 - 90 %. Valtaosalla hevosista käytetään kuivikkeena kutterin- tai sahanpurua (Kauppinen 2005, 3), mikä on biokaasuprosessin kannalta ongelmallista.

Taulukossa 3 on esitetty eri tyypitilojen koko nautayksiköissä, niiden vuotuisen lannan- ja biokaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö. Lannantuotannon laskemiseksi on käytetty seuraavia määräärvioita: lypsylehmä 1700 kg,

emolehmä 1400 kg, sonni 800 kg, hieho ja nuori sonni 450 kg, nuori hieho 250 kg, vasikka 150 kg, emakko 300 kg, karju 200 kg, lihasika 100 kg, nuori lihasika 50 kg, porsas 10 kg, muniva kana 6 kg ja broileri 3 kg orgaanista kuiva-ainetta (VS = volatile solids) vuodessa (Hagström ym. 2005, 13).

Kunkin tyyppitilan biokaasun tuotantopotentiaalin arvioimiseksi on otettava vielä huomioon, kuinka suuri osuus syntyvästä lannasta saadaan talteen. Esimerkiksi maitotiloilla lehmät tyyppillisesti laiduntavat noin 3 - 4 kuukautta vuodessa, jolloin lannasta saadaan talteen vain noin 70 %. Lisäksi on huomioitava lannasta saatavan biokaasun määrä, joka vaihtelee mm. lannan koostumuksen ja reaktorin olosuhteiden mukaan. Lehmänlannasta saatava biokaasun määrä on noin 200 - 600, sianlannasta 400 - 900 ja kananlannasta 300 - 800 m³ / t(VS). Lisäksi biokaasun sisältämän metaanin määrä vaihtelee välillä 55 - 75 %. Lehmänlannan biokaasuntuotannoksi voidaan olettaa 400, sianlannan 600 ja kananlannan 400 m³ / t(VS) sekä metaanin osuudeksi kussakin 60 %. Lypsy- ja emolehmätiloilla, joilla on kesälaidunnus, vain 70 % vuodessa tuotetusta lannasta saadaan tuotettua biokaasuksi. Metaanin lämpöarvo 0,0099 MWh / m³. (Hagström ym. 2005, 11 - 13.)

TAULUKKO 3. Tyyppitilojen koot, lannan- ja biokaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö. Muokattu Hagströmin ja muiden (2005, 14) raportista.

Tilatyyppi	Koko (ny)	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Maitotila	28,8	39,0	15600	92
- kesälaidunnus			10900	65
Sonnitila	20,9	14,7	5900	35
Emolehmätila	27,4	30,9	12400	74
- kesälaidunnus			8700	52
Emakkosikala	41,6	26,6	16000	95
Lihassikala	36,8	25,0	15000	89
Yhdistelmäsisikala	78,4	51,6	31000	184
Munakanala	8	12	4800	29
Broilerikanala	80	120	48000	285

Kuten Hagström ja muut (2005) mainitsevat, keskimääräisten tilojen biokaasun tuotantopotentiaalin energiasisältö jää alle 100 MWh vuodessa, lukuun

ottamatta yhdistelmäsikaloita ja broilerikanaloita. Biokaasun tuotanto maatilan omasta raaka-aineesta onkin oletettavasti taloudellisesti kannattavaa vasta keskimääräisiä tilakokoja huomattavasti suuremmilla tiloilla.

4 BIOKAASUN MAATILATUOTANTO

4.1 Anaerobinen hajoaminen ja biokaasu

Hapettomassa tilassa eli anaerobisesti tapahtuvan biokemiallisen ja mikrobiologisen hajoamisen lopputuotetta kutsutaan biokaasuksi (Lampinen 2004, 4). Biokaasua syntyy luonnossa muun muassa merten ja järvien pohjissa, soilla ja märehittijöiden ruoansulatuksessa. Biokaasua voidaan tuottaa hallitusti biokaasureaktoreissa. Biokaasun raaka-aineena voidaan käyttää peltohiomassaa eli energiakasveja ja kasvijätteitä, eläinten lantaa, jätevedenpuhdistamolietteitä sekä elintarviketeollisuuden ja yhdyskuntien orgaanista jätettä. (Tuomisto 2005, 19.) Biokaasu koostuu pääosin metaanista ja hiilidioksidista (taulukko 4), vrt. Suomeen tuotavan siperialaisen maakaasun koostumus (taulukko 5). Lisäksi biokaasussa on pienempinä pitoisuuksina muun muassa rikkivetyä ja typpeä. (Alakangas 2000, 144.) Biokaasun koostumus vaihtelee paljon riippuen mm. jätteen laadusta, mätänemismuodosta, bakteeritoiminnasta ja lämpötilasta (Biokaasu 2006).

TAULUKKO 4. Biokaasun keskimääräinen koostumus (Perustietoa biokaasusta 2006)

Aine	%
Metaani, CH ₄	55 - 75
Hiilidioksidi, CO ₂	25 - 45
Hiilimonoksidi, CO	0 - 0,3
Typpi, N ₂	1 - 5
Vety, H ₂	0 - 3
Rikkivety, H ₂ S	0,1 - 0,5
Happi, O ₂	jälkiä

TAULUKKO 5. Maakaasun keskimääräinen koostumus (Maakaasukäsikirja 2004, 5)

Aine	%
Metaani, CH ₄	98
Etaani, C ₂ H ₆	0,8
Propaani, C ₃ H ₈	0,2
Butaani, C ₄ H ₁₀	0,02
Typpi, N ₂	0,9
Hiilidioksidi, CO ₂	0,1

Lampinen (2004) toteaa biokaasuprosessin raaka-aineena olevan hiilihydraatit, proteiinit ja muut typpiyhdisteet sekä rasvat ja muut lipidit. Nämä jäteteknologiassa ja jätepolitiikassa nopeasti hajoavaksi biojätteeksi kutsuttavat aineet hajoavat luonnossa jo päivien tai viikkojen kuluessa ja soveltuvat hyvin biokaasuprosessin raaka-aineeksi. Prosessin kannalta hankalia yhdisteitä ovat hitaasti hajoavat orgaaniset yhdisteet kuten ligniini ja useimmat muovit. Biokaasuprosessin ensimmäinen vaihe on veden avulla tapahtuva lähtöainesten pilkkoutuminen eli hydrolyysi, jonka lopputuotteet ovat sokereita, aminohappoja ja rasvahappoja. Aminohapot hajoavat edelleen ammoniakiksi. Hydrolyysin edellytyksenä on, että syöttömateriaalin vesipitoisuus on yli 50 %, mikä esimerkiksi eläinten lietelannan kohdalla toteutuu. Prosessin toisessa vaiheessa hydrolyysituotteet hajoavat happokäymisen kautta lyhytketjuisiksi karboksyylihapoiksi, kuten etikka-, propioni- ja voihapoiksi. Happokäymistä kutsutaan myös happofermentaatioksi ja mätänemiseksi. Prosessin kolmannessa vaiheessa eli asetogeneesissä asetaattia tuottavat bakteerit hajottavat karboksyylihapot asetaatti-ioneiksi, vedyksi ja hiilidioksidiksi. Prosessin viimeisessä vaiheessa metanogeneettiset bakteerit tuottavat metaania asetaatti-ioneista tai vedystä ja hiilidioksidista. Metaanista noin 70 % muodostuu asetaatti-ioneista ja 30 % vedystä. Jos hajotettavassa materiaalissa on lisäksi sulfaatteja, muodostuu lopputuotteena myös rikkivetyä. (Lampinen 2004, 4 - 5.)

4.2 Mesofiilinen ja termofiilinen biokaasuprosessi

Biokaasuprosessit voidaan jakaa kolmeen ryhmään se mukaan, millä lämpötila-alueella prosessin mikrobit toimivat. Käytetyimmät prosessit anaerobisessa käsittelyssä ovat mesofiilinen ja termofiilinen. Mesofiilinen käsittely tapahtuu noin 35 °C lämpötilassa ja termofiilinen vastaavasti 55 °C lämpötilassa. Mahdollinen on myös psykrofiilinen käsittely (lämpötila alle 20 °C). (Rintala ym. 2002, 25.) Mesofiilisellä ja termofiilisellä prosessilla on kummallakin omat vahvuutensa ja heikkoutensa biokaasuprosessin toimintaa ja käytettävyyttä ajatellen.

Mesofiilisen prosessin etuna on sen vakaa ja häiriötön toiminta. Mesofiilinen prosessi ei ole yhtä herkkä pH:n ja lämpötilan muutoksille sekä inhibiittorien (toimintaa estävien aineiden) vaikutuksille kuin termofiilinen. (Rintala ym. 2002, 25, 53.)

Termofiilinen prosessi on nopeampi tapa hajottaa jätettä kuin mesofiilinen. Lisäksi kiinteä ja nestemäinen aine erottuvat nopeammin ja hygienisoituminen on tehokkaampaa, mikä kiinnostaa erityisesti maatalouden kannalta. Koska jätte hajoaa nopeasti, termofiilisessä prosessissa riittää pienempi reaktori, mikä puolestaan vaikuttaa laitekustannuksien alenemiseen. (Rintala ym. 2002, 25.) Hintikan (2004, 8) mukaan termofiilisestä prosessista on mahdollisuus saada paljon kaasua, jos saatavilla on sopiva määrä hyvää lisäsyötettä. Termofiilinen prosessi on maatilakäytössä harvinainen, sillä se vaatii jonkin lisäsyötteen lannan lisäksi; pelkällä lannalla toimivasta termofiilisestä reaktorista saatava kaasu riittäisi keskimäärin vain reaktorin lämmittämiseen, muistuttaa Hintikka (2005, 8).

Lampisen (2004) mukaan Suomessa käytössä on pääasiassa mesofiilinen prosessi. Tulevaisuudessa termofiilinen käsittely yleistyy nopean prosessin ja korkeatasoisen hygienisoinnin ansiosta (Lampinen 2004, 5).

4.3 Biokaasulaitosvaihtoehdot

4.3.1 Maatilakohtainen biokaasulaitos

Maatilakohtaisessa biokaasulaitoksessa nimensä mukaisesti käsitellään yleensä yhden maatilan tuottama lanta sekä lisäksi voidaan yhteiskäsitellä jotakin lähialueella tuotettua orgaanista materiaalia tai kasvibiomassaa (Hagström ym. 2005, 26). Yhteiskäsittelyn mahdollisia etuja ovat jätteiden yhdistämisestä aiheutuvat positiiviset vaikutukset ravinteiden ja inhiboivien aineiden pitoisuuksiin sekä kosteustasapainoon metaanintuoton lisäämiseksi. Käsitellyn materiaalin lannoitearvo mahdollisesti lisääntyy yhteiskäsittelyssä, ja jätteen tuottajan maksama käsittelymaksu, ns. porttimaksu, lisää biokaasulaitoksen kannattavuutta. (Rintala ym. 2002, 26.) Maatilakohtaisessa biokaasulaitoksessa tuotettu energia hyödynnetään tyypillisesti tilalla lämpönä ja sähköinä, ja käsitelty lanta käytetään yleensä lannoitteena tilan pelloilla.

Maatilakohtainen biokaasulaitoskonsepti koostuu yleensä neljästä osiosta, jotka ovat tuotantorakennus, raakalieteallas, biokaasureaktori ja jälkivarasto. Jotakin tilan ulkopuolista materiaalia käsiteltäessä laitteistoon voi kuulua myös varastotilaa, hygienisointiyksikkö, jätteen murskauslaitteisto sekä syöttösäiliö. Lisäksi laitokseen kuuluvat turvallisuus- ja kaasunpuhdistuslaitteet, kaasuvälikamero sekä laitteet kaasun ja lannan käyttöön. Kaikille eri osioille on olemassa monia erilaisia teknisiä ratkaisuja. Lainsäädäntö edellyttää monissa maissa, myös Suomessa, maataloille suuren lannan varastointikapasiteetin. Katettuna kyseistä lannan varastointisäiliötä voidaan käyttää biokaasureaktorissa käsitellyn lannan jälkivarastona, jossa pitkän viipymän (jopa 12 kk) aikana materiaali hajoaa edelleen myös biokaasuksi eli tapahtuu ns. jälkikaasuuntumista. (Rintala ym. 2002, 27.)

Prosessin kannalta merkittävin osio laitoskonseptissa on biokaasureaktori, jonka valinnassa on huomioitava käsiteltävän materiaalin ominaisuudet, erityisesti sen tasalaatuisuus eli homogeenisuus ja kuiva-ainepitoisuus. Maatilakohtaisissa biokaasureaktoreissa yleisimmin käytetty reaktorityyppi on jatkuva- ja jatkuvasekoitteinen. Materiaalia pumpataan reaktoriin ja reaktorista pois säännöllisesti siten, että tilavuus reaktorissa pysyy samana. Jatku-

vasekoitteinen reaktori pystyy käsittelemään epähomogeenista materiaalia kuten lantaa. Reaktorin sisältöä sekoitetaan yleensä useita kertoja tunnissa, tai sekoitus voi olla jatkuvaa. Sekoittaminen levittää bakteereita syötettyyn materiaaliin, tasoittaa lämpötilaeroja reaktorissa, estää laskeutumista ja pintalietteen muodostumista sekä vapauttaa biokaasukuplat käsiteltävästä materiaalista. (Rintala ym. 2002, 27 - 28.)

Jos maatilakohtaisessa biokaasureaktorissa yhteiskäsitellään jotakin muuta orgaanista materiaalia lannan seassa, tarvitaan esikäsitelyä. Esikäsitelyssä erotetaan käsittelyyn kelpaamaton aines, pilkotaan suuret kappaleet, sekoitetaan eri jätekomponentit ja hygienisoidaan ruokajäte. Maatilakohtaisiin laitoksiin työlästä erottelua vaativaa jätettä ei kannata ottaa käsiteltäväksi, mutta esimerkiksi elintarviketeollisuuden jätettä ja puutarhajätettä suositellaan. (Rintala ym. 2002, 28.)

4.3.2 Keskitetty biokaasulaitos

Keskitetyssä biokaasulaitoksessa käsitellään useammalta eri tilalta tullutta lantaa yhdessä teollisuuden tai yhdyskuntien orgaanisen jätteen kanssa (Tuomisto 2005, 19). Tuotettu biokaasu voidaan hyödyntää joko paikallisesti energiantuotantoon, myydä polttoaineena vaikkapa teollisuuteen tai energia-yhtiölle tai jalostaa liikennepolttoaineeksi. Koska tilat sijaitsevat erillään toisistaan, tuotettu sähkö joudutaan joko myymään laitoksen yhteydessä olevalle asiakkaalle tai siirtämään tiloille yleisen sähköverkon kautta. Tuotettu lämpö voidaan hyödyntää tehokkaimmin, jos laitoksen yhteydessä on lämpöä kuluttava asiakas. Periaatteessa lämpöä voidaan siirtää muillekin tiloille, mutta kaukaisemmissa kohteissa joudutaan turvautumaan paikallisiin ratkaisuihin. (Hagström ym. 2005, 31.)

Keskitetyssä biokaasulaitoksessa käsitellään yleensä 70 - 90 % lantaa ja loput elintarviketeollisuuden ja teurastamojen jätettä. Joissakin laitoksissa yhteiskäsitellään myös jätevedenpuhdistamon lietettä tai kotitalouksien biojätettä. Huonoimmat puolet keskitetyissä laitoksissa ovat lannan, muun materiaalin ja

lopputuotteen kuljetuskustannukset sekä tautien leviämiskahva. Keskitettyjen biokaasulaitosten piiriin kuuluvilla mautiloilla kuitenkin on mahdollista säästää lannan varastointi-, käsittely- ja levityskuluissa. (Rintala ym. 2002, 28.)

4.3.3 Kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Biokaasulaitoksen kannattavuutta arvioitaessa ei ole olemassa yhtä ns. yleistä sääntöä. Jokainen laitosratkaisu on yksilöllinen ja sen kannattavuus riippuu monesta eri tekijästä. Kannattavuuteen vaikuttavat ainakin prosessi, syöte, energian ja lopputuotteen hyödyntäminen, paikalliset olosuhteet ja laitoksen kustannukset. Lisäksi kannattavuutta arvioitaessa tulee miettiä laitoksen tavoitetta, eli rakennetaanko laitos ympäristöinvestoinniksi vai energiantuotantoratkaisuksi ja missä kokoluokassa laitos toimii.

Yleisesti voidaan arvioida, että joko suuren kokoluokan yksittäinen tai useamman pienemmän tuottajan yhteinen biokaasulaitos kannattaisi rakentaa, jos orgaanista ainetta on saatavilla 100 lehmän tai 1000 sian vuotuista lannantuottoa vastaava määrä orgaanista ainetta. Käytännössä tämä tarkoittaa noin 4000 kuutiometriä biohajoavaa materiaalia vuodessa. (Hatsala 2004, 21.)

4.3.4 Tuotantosuunnan vaikutus soveltavuuteen

Vain mautilan omia raaka-aineita käyttävän laitoksen soveltavuutta tarkasteltaessa eri tuotantosuuntien välillä on huomioitava lannantuotantopotentiaaliksi lisäksi tilan sähkön ja lämmön tarve eri vuoden- ja vuorokaudenaikoina. Kun sähköä ja lämpöä ei myydä tilan ulkopuolelle, olisi suotavaa, että tilan energiankulutus vastaisi kohtuullisen tarkasti tuotetun biokaasun energiasisältöä. Eri tuotantosuunnissa varsinkin lämpöenergian tarve on hyvinkin erilainen suhteessa tuotettuun lantamäärään, minkä vuoksi osa tilatyypeistä on paremmin soveltuvia mautilan omia raaka-aineita käyttävään laitokskonseptiin (taulukko 6).

Eri tilatyypeistä sikaloiden sähkö- ja lämpökuormat ovat hyvässä tasapainossa ja soveltuvat hyvin biokaasupohjaiselle sähkön ja lämmön tuotannolle. Tyypillisesti emakkosikalan lämmön tarve on lihasikalaa suurempi, jolloin sen soveltuvuus on hieman parempi. Maito- ja lihakarjatiloiilla soveltuvuus on kohtalainen, koska niiden lämmön tarpeet ovat selvästi vähäisemmät varsinkin nuorkarjan määrän ollessa vähäinen. Kiinnostava vaihtoehto on broilerikanala, etenkin jos käytössä on useampi halli, joiden kasvatusjaksot on vaiheistettu sähkön ja lämmön tarpeen tasaamiseksi. Broilerikanalan ongelmana ovat kuitenkin lähinnä prosessitekniset vaikeudet johtuen lannan korkeasta kuiva-aine- ja ammoniumpitoisuudesta. Kasvintuotantotiloilla sähkön ja lämmön tarpeet ovat vähäiset ja kulutushuiput ajoittaisia, joten soveltuvuutta voidaan pitää selvästi heikompana.

TAULUKKO 6. Eri tilatyyppien soveltuvuus ainoastaan oman tilan raaka-aineita hyödyntävässä laitoskonseptissa (Hagström ym. 2005, 28)

Tilatyppi	Arvio soveltuvuudesta	Huomioita
Emakkosikala	Hyvä	Sähkö- ja lämpökuormat merkittävät ja hyvässä tasapainossa; lämmön tarvetta lähes ympäri vuoden
Lihasikala	Melko hyvä	Sähkö- ja lämpökuormat hyvässä tasapainossa
Maitotila	Kohtalainen	Lämmölle rajoitetusti käyttöä, jos tilalla pelkästään lypsäviä; sähkökuorma varsin epätasainen → pohjakuormarajoitus tarpeen → tilakoon oltava suuri
Lihakarjatila	Kohtalainen	Lämmölle ei juuri käyttöä
Broilerikanala	Hyvä	Lämpökuormaa myös kesällä; tarvitaan useampi halli ja kasvatusjaksojen vaiheistamista sähkö- ja lämpökuormien tasoittamiseksi; prosessiteknisesti muita vaikeampi
Munakanala	Melko hyvä	Periaatteessa hyvä, mutta tilakoot Suomessa pieniä
Kasvintuotantotila	Heikko	Sähkö- ja lämpökuormat vähäisiä, kausivaihtelu suurta

Vaihtoehdossa, jossa hyödynnetään myös jotakin maatilán ulkopuolista raaka-ainetta, maatilán koko ei ole yhtä merkittävä kuin vain maatilán omia raaka-aineita käyttävässä vaihtoehdossa. Samoin maatilán tuotantosuunnalla ei ole niin suurta merkitystä. Ulkopuolisilla raaka-aineilla voidaan tasapainottaa raaka-aineen saantia ja tuotettua sähköä voidaan myydä tarvittaessa sähköverkkoon. Hagström ja muut (2005) muistuttavat, että tässäkin laitosvaihtoehdossa

olisi kuitenkin suotavaa, että maatilalla olisi merkittävää lämmön tarvetta, jotta tuotettu lämpö voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Erialaisten sika- ja siipikarjatilojen soveltuvuus on tässä mielessä tyypillisesti parempi kuin maito- tai lihakarjatilojen soveltuvuus. Tilatyypin ero on kuitenkin pienempi kuin maatilalla omia raaka-aineita käyttävässä laitospäätöksessä. (Hagström ym. 2005, 27 - 33.)

4.4 Toimintaan vaikuttava lainsäädäntö

Biokaasun maatilatuotantoon sekä erityisesti prosessin tuottaman lannoitteen ja energian hyödyntämiseen liittyy useita eri lakeja, asetuksia ja määräyksiä. Näiden taustalla ovat usein EU:n direktiivit, joista kansallinen lainsäädäntö on johdettu. Biokaasun maatilatuotantoon liittyvistä reunaehdoista tärkeimmät ovat sähkömarkkinalaki ja sivutuoteasetus. Sähkömarkkinalaki määrittää ne ehdot, joilla biokaasulaitoksessa tuotettua sähköä voidaan myydä sähköverkkoon. Lisäksi se antaa yleiset puitteet siirtopalvelujen hinnoittelulle. Sivutuoteasetuksessa on määritetty eläimistä saatavien sivutuotteiden hyödyntämisen ja sivutuotteena syntyvän mädätysjätteen lannoitehyödyntämisen ehdot.

Maatilan omia raaka-aineita käyttävässä ratkaisussa, jossa tuotettava sähkö ja lannasta saatava lopputuote käytetään itse, lainsäädäntö ja muut määräykset eivät aiheuta merkittäviä rajoitteita. On kuitenkin tuotu esille epäkohta, että jos biokaasulaitosta varten perustetaan osakeyhtiö ja omalla tilalla viljellylle reaktoriraaka-aineelle (esim. ruokohelppi) haetaan energiakasvien tukea, osakeyhtiö ei voi suoraan käyttää oman tilan energiakasvia raaka-aineena vaan pellot on vuokrattava ja energiakasvi ostettava osakeyhtiölle. Taloudellisesti kyseisellä menettelyllä ei liene ratkaisevaa merkitystä, mutta tarpeetonta byrokratiaa se lisää biokaasun tuottajan kannalta. (Hagström ym. 2005, 17 - 18, 28.)

4.4.1 Sähkömarkkinalaki

Sähkömarkkinalain (386/1995) ensimmäisessä luvussa todetaan lain tavoitteista seuraavalla tavalla:

Tämän lain tarkoituksena on varmistaa edellytykset tehokkaasti toimiville sähkömarkkinoille siten, että kohtuuhintaisen ja riittävän hyvälaatuisen sähkön saanti voidaan turvata. Sen saavuttamisen ensisijaisina keinoina ovat terveen ja toimivan taloudellisen kilpailun turvaaminen sähkön tuotannossa ja myynnissä sekä kohtuullisten ja tasapuolisten palveluperiaatteiden ylläpito sähköverkkojen toiminnassa.

Sähkömarkkinoilla toimivien yritysten tehtäviin kuuluu huolehtia asiakkaittensa sähkönhankintaan liittyvistä palveluista sekä edistää omassa ja asiakkaittensa toiminnassa sähkön tehokasta ja säästäväistä käyttöä. (1 luku 1 §.)

Kyseistä lakia sovelletaan sähkömarkkinoihin, joilla tarkoitetaan sähkön tuotantoa, tuontia, vientiä, siirtoa ja myyntiä. Lain mukaisesti sähköverkkotoimintaa saa harjoittaa vain sähkömarkkinaviranomaisen antamalla luvalla (sähköverkkolupa). Lupa myönnetään toistaiseksi tai erityisestä syystä määräajaksi. Lupa voidaan myöntää yhteisölle tai laitokselle.

Luvanvaraista ei ole sähköverkkotoiminta, jossa yhteisön tai laitoksen hallinnassa olevalla sähköverkolla hoidetaan vain kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäistä sähkönjakelua. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yhden maatilán sisällä sähköä voidaan jaella ilman sähköverkkolupaa, mutta esimerkiksi naapuritilalle sähköä myytäessä tarvitaan lupa (Hagström ym. 2005, 18).

Sähkömarkkinalain (386/1995) 3. luku määrää verkkotoiminnan yleisistä velvoitteista seuraavasti:

*Verkonhaltijan tulee ylläpitää, käyttää ja kehittää sähköverkkoaan sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin asiakkaiden kohtuullisten tarpeiden mukaisesti ja turvata osaltaan riittävän hyvälaatuisen sähkön saanti asiakkaille (verkon kehittämisvelvollisuus).
Verkonhaltijan tulee pyynnöstä ja kohtuullista korvausta vastaan liittää verkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkönkäyttöpai-*

kat ja sähköntuotantolaitokset toiminta-alueellaan (liittämisvelvollisuus). (3 luku 9 §.)

Verkonhaltijan on kohtuullista korvausta vastaan myytävä sähkön siirtopalveluja niitä tarvitseville verkkonsa siirtokyvyn rajoissa (siirtovelvollisuus) (3 luku 10 §).

Sähkön siirtopalvelujen hinnoittelusta laissa on annettu ohjeet yleisellä tasolla. Niiden mukaan verkkopalvelujen myyntihintojen ja -ehtojen sekä niiden määrätymisperusteiden on oltava tasapuolisia ja syrjimättömiä kaikille verkon käyttäjille. Lisäksi hinnoittelun on oltava kohtuullista. Verkkopalveluiden hinnoittelussa ei saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja tai rajauksia. Siinä on kuitenkin otettava huomioon sähköjärjestelmän toimintavarmuuden ja tehokkuuden vaatimat ehdot ja kustannukset sekä sähköntuotantolaitoksen verkkoon liittamisestä aiheutuvat hyödyt. (Hagström ym. 2005, 18.)

4.4.2 Sivutuoteasetus

1990-luvun elintarvikekriiseissä kävi ilmi muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden osuus tiettyjen tartuntatautien leviämisessä. Näitä sivutuotteita ei enää saa päästää rehutettuun. Tällä asetuksella vahvistetaan tämän vuoksi niiden käyttöä koskevat tiukat terveys säännöt terveyden ja turvallisuuden korkean tason takaamiseksi. Asetuksessa kielletään erityisesti eläinten ruokkiminen saman lajin eläimistä saatavilla tuotteilla (kannibalismi). (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1774/2002.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveys säännöistä tarkoituksena on luoda eläimistä saataville sivutuotteille säädöspuitteet, jotka suojaavat nykyistä paremmin sekä kansanterveyttä että eläinten terveyttä. Asetuksessa säädetään eläimistä saatavien sivutuotteiden keräämisestä, kuljetuksesta, varastoinnista, esikäsitteystä, käsittelystä, käytöstä ja hävittämisestä. Asetuksen täytäntöönpanoa ohjaa ja valvoo Suomessa Maa- ja metsätalousministeriö yhdessä Kasvituotannon Tarkastuskeskuksen (KTTK) kanssa. Työ-

hön osallistuvat myös alueelliset Työvoima- ja elinkeinokeskukset (TE-keskukset) sekä läänin- ja kunnaneläinlääkärit. (Hagström ym. 2005, 18 - 19.)

Sivutuotteet luokitellaan kolmeen luokkaan, joista luokan 1 sivutuotteet sisältävät terveydelle vaarallisimpia riskejä. Luokkaan 1 kuuluvat mm. sirkuseläimet ja koe-eläimet sekä luonnonvaraiset eläimet, joiden epäillään sairastavan jotakin tarttuvaa tautia. Luokan 1 sivutuotteita ei saa käsitellä kompostointi- eikä biokaasulaitoksessa. Lanta luokitellaan asetuksessa luokan 2 sivutuotteeksi. Lisäksi siihen kuuluvat mm. eläinperäiset tuotteet, jotka sisältävät eläinlääkkeiden ja saasteiden jäämiä (jos jäämät ylittävät yhteisön lainsäädännössä sallitun tason). Ennen käyttöä biokaasu- ja kompostointilaitoksissa luokkaan 2 kuuluvat sivutuotteet lantaa lukuun ottamatta tulee hygienisoida 133 °C:ssa, 20 minuutin ajan, 3 barin paineessa. Eloperäisen raaka-aineen maksimipartikkelikoko ei saa ylittää 50 millimetriä. Luokka 3 kattaa eläinperäiset sivutuotteet, jotka on saatu ihmisravinnoksi hyväksytyistä eläimistä, joita ei kuitenkaan enää käytetä elintarvikkeeksi tai sen raaka-aineeksi (kuten ruokajäte, entiset elintarvikkeet ja elintarviketeollisuuden eläinperäiset sivutuotteet). Luokkaan 3 kuuluvia sivutuotteita voidaan käsitellä ja tuotteistaa lannoitevalmisteiksi hyväksytyissä kompostointi- ja biokaasulaitoksissa. Yhteenvedona voidaan todeta, että sivutuoteasetuksen mukaisesti hyväksytyissä biokaasu- ja kompostointilaitoksissa voidaan käsitellä seuraavia eläinperäisiä sivutuotteita:

- lantaa
- kaikkia luokan 3 eläinperäisiä sivutuotteita
- luokan 2 sivutuotetta, jos se tulee hyväksytystä laitoksesta hygienisoituna (133 °C, 20 minuuttia, 3 barin paineessa partikkelikoon ollessa alle 50 mm)
- maa- ja metsätalousministeriön luvalla Suomeen käsittelyyn tuotuja luokan 2 ja 3 eläinperäisiä sivutuotteita (esim. sarvilastu ja lanta, mutta ei lihaluujauho). (Hagström ym. 2005, 19.)

Eläinperäisten sivutuotteiden keräilylle ja kuljetukselle on asetettu vaatimuksia, joiden tarkoituksena on ehkäistä kyseisissä tuotteissa mahdollisesti olevi-

en taudinaiheuttajien siirtyminen tuotantolaitoksesta tai yrityksestä toiseen, tilalta toiselle tai käsittelylaitoksiin. Kuljetettaessa eläinperäistä sivutuotetta käsittelylaitokseen, on mukana oltava kaupallinen asiakirja. Vastaavanlainen asiakirja on oltava myös kuljetettaessa valmiita tuotteita jatkojalostajalle. Lisäksi on huomioitava, että biokaasutuksessa muodostuva mädätysjäte on jatkokäsiteltävä (esimerkiksi jälkikypsytyksellä kompostoimalla), jotta siitä saadaan lannoitelain laatuvaatimukset täyttävä lopputuote. (Hagström ym. 2005, 19.)

Sivutuoteasetuksen vaatimusten mukaisesti toimivan biokaasu- tai kompostointilaitoksen tai lantaa käsittelevän teknisen laitoksen on

- haettava KTTK:lta laitoshyväksyntää.
- laadittava omavalvontasuunnitelma ja toimitettava se KTTK:een.
- noudatettava omavalvontasuunnitelmaa.
- oltava KTTK:n tarkastama ennen hyväksyntää.
- varmistettava, että tuotteet täyttävät Maa- ja metsätalousministeriön ja KTTK:n kompostointi- ja biokaasulaitoksille asettamat mikrobiologiset vaatimukset.
- oltava KTTK:n hyväksymä ennen lannoitevalmisteiden toimittamista maatalouteen tai viherrakentamiseen. (Hagström ym. 2005, 19 - 20.)

Poikkeuksena edellä mainittuun sivutuoteasetuksen vaatimuksia ei tarvitse noudattaa maatilalla tai tilojen yhteiskäsittelyssä silloin, kun

1. lantaa käsitellään ja käytetään omalla tilalla.
2. lantaa myydään tai luovutetaan sellaisenaan raakalantana joko tilalta toiselle tai kuormina ja / tai säkkiin pakattuna yksityisille henkilöille alle 100 m³ vuodessa. Jälkimmäinen vaihtoehto edellyttää, että toiminnanharjoittaja tekee elinkeinoilmoituksen KTTK:lle.
3. lanta käsitellään noudattaen nitraattiasetuksen ja ympäristötukiehtojen vaatimuksia (kompostoimalla, mädättämällä, patteroimalla, ilmastamalla tai muilla menetelmillä). Tämä kohta koskee ainoastaan tilan omaa lantaa.

4. lantaa käsitellään joko tilojen yhteisessä biokaasu- tai kompostointilaitoksessa tai jollakin tiloista tai tilojen ulkopuolella olevassa yhteislantalla tai kompostoidaan peltoaumoissa nitraattiasetuksen mukaisesti (käsittelyt vaativat kunnaneläinlääkärin ja kunnan ympäristöviranomaisen hyväksynnän). Suoramyynti tai luovutus lannanluovutus sopimusten ulkopuolisille tahoille ei ole sallittua.
5. tilalla kompostoidaan tai mädätetään tilan oman lannan kanssa tai yksinomaan teurastamolta peräisin olevaa lantaa ja suolilantaa, lopputuote käytetään tilan omilla pelloilla. Suoramyynti ja luovutus ulkopuolisille on kielletty. Toiminnanharjoittajien on toimitettava elinkeinoilmoitus KTTK:lle. (Hagström ym. 2005, 20.)

5 BIOKAASUN HYÖDYT JA KÄYTTÖ

5.1 Kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen

Biokaasun tuotanto vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä korvaamalla fossiilisia polttoaineita että vähentämällä lannan käsittelyn aiheuttamia metaanipäästöjä (Tuomisto 2005, 22). Metaania ja typpioksiduulia, jotka ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja, muodostuu lannan hajoamisprosesseissa, joita tapahtuu varastoinnin, käsittelyn ja peltokäytön aikana. Biokaasuteknologian kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus edellyttää, että tuotettu biokaasu hyödynnetään tai ainakin poltetaan, eli sitä ei saa päästää ilmaan, muistuttavat Rintala ja muut (2002, 10). Kalmarin (2006, 4) mukaan biokaasuinvestointia voidaan ajatella ympäristöinvestointina, jolla on oma ympäristöhaittoja pienentävä itseisarvonsa, vaikka laitos ei kassatuloa omistajalleen tuottaisikaan.

5.2 Lopputuotteen hyödyntäminen

5.2.1 Lannoitekäyttö

Kaasumaisen lopputuotteen lisäksi biokaasuprosessi tuottaa kiinteän mädätysjäännöksen, joka on erinomaista lannoitetta tai maanparannusainetta. Prosessi ja kaasun energiakäyttö eivät kuluta alkuperäisen materiaalin ravinteita (Lampinen 2004, 4), vaan loppumateriaalin lannoittavat ominaisuudet ovat yleensä jopa paremmat kuin käsittelemättömällä lannalla. Lopputuotteen lannoitekäyttö vähentää suoraan kemiallisten lannoitteiden käyttötarvetta.

Biokaasureaktorissa osa lannan orgaanisesta typestä muuttuu ammoniumtypeksi, joka on peltolevityksessä helposti kasvien hyödynnettävissä, jolloin loppumateriaalin lannoitekäytössä typen haihtuminen ja huuhtoutuminen vesistöihin vähenee. (Rintala ym. 2002, 3.) Lisäksi huuhtoutumista ja haihtumista lannanlevityksen yhteydessä voidaan minimoida levittämällä lanta pelloille keväällä, käyttämällä letkulevitintä ja multaamalla lanta välittömästi levityksen jälkeen (Rintala ym. 2002, 33).

Rintala ja muut (2002) muistuttavat, että orgaanista lannoitetta ei yleensä levitetä kasvien päälle, koska sen sisältämät fytotoksiset (kasveille myrkylliset) yhdisteet voivat aiheuttaa kasveihin tummentumia ja kovettumia. Anaerobinen käsittely vähentää lannan fytotoksisten yhdisteiden määrää sekä lisää lannan juoksevuutta ja tasalaatuisuutta, jolloin se on paremmin levitettävissä myös kasvien päälle. (Rintala ym. 2002, 34.)

5.2.2 Lannan hygienisointi ja hajuhaitat

Anaerobinen prosessi tuhoaa monia patogeeneja eli tauteja aiheuttavia bakteereita, viruksia ja loisia. Rintala ja muut (2002) muistuttavat, että orgaaninen, erityisesti ihmis- ja eläinperäinen jäte, sisältää miltei poikkeuksetta patogeenisiä organismeja. Eläinperäiset patogeenit voivat levitä tuotantosysteemiin, eläinkuljetuksien tai eläinperäisten tuotteiden mukana. Eri lähteistä tullei-

den lantaerien sekoittaminen keskenään sekä käsitellyn lannan jakaminen tilojen kesken muodostaa uusia leviämisreittejä patogeeneille. Tästä syystä varsinkin keskitetyissä ja eri materiaaleja yhteiskäsittelevissä biokaasulaitoksissa loppumateriaali olisi hygienisoitava ennen sen käyttöä.

Termofiilisen biokaasuprosessin hygienisoiva vaikutus on useimmiten riittävä sellaisenaan, mesofiilisen prosessin jälkeen lanta sen sijaan on hygienisoitava erikseen. Riittävä patogeenien tuhoaminen onnistuu esimerkiksi pastöroimalla lanta eli pitämällä se tunti 70 °C:ssa. (Rintala ym. 2002, 34 - 35, 37.)

Lannan epämiellyttävä haju johtuu useista erilaista yhdisteistä, mm. ammoniakista, haihtuvista rasvahapoista sekä rikkivedystä ja muista rikkihaitteisista haihtuvista yhdisteistä (Heinonen, Hartikainen, Aura, Jaakkola & Kemppainen 1996, 282). Anaerobisen käsittelyn seurauksena lietteiden ja ruokajätteiden hajuhaitat vähentyvät, mahdollisesti jopa 80 %. Varsinkin asutusalueiden läheisyydessä hajuhaittojen vähentymisellä on huomattava ympäristön viihtyvyyteen liittyvä merkitys.

5.3 Sähkön- ja lämmöntuotanto

Biokaasua on mahdollista käyttää energiantuotantoon sen sisältämän metaanin energiansisällön vuoksi (Kalmari 2006, 8). Biokaasu sopii maakaasulle suunniteltuihin sovellutuksiin, joskin se voi tarvita esikäsittelyä ennen käyttöä. Esikäsittely saattaa olla esimerkiksi paineistamista tai kaasun sisältämän kosteuden poistamista. Suurimpana etuna maakaasuun verrattuna on biokaasun uusiutuvuus ja ympäristövaikutukset. (Hatsala 2004, 18.)

Maatilan omia raaka-aineita hyödyntävässä laitospäätöksessä reaktorissa tuotettu biokaasu hyödynnetään ensisijaisesti sähkön ja lämmön yhteistuotantoon CHP-yksikössä (Combined Heat and Power) ja toissijaisesti lämmön tuotantoon kattilassa. (Rintala ym. 2005, 24 - 26.) Tuotetun biokaasun hyödyntämistapa ja menetelmän hyötysuhde vaikuttavat ratkaisevasti tuotetun energian määrään. Pelkässä lämmöntuotannossa hyötysuhde on 90 %, sähkön ja

lämmön yhteistuotannon hyötysuhde on 85 % (35 % sähköä ja 50 % lämpöä) ja pelkän sähkön tuotannon hyötysuhde on 35 %. (Perustietoja biokaasusta 2006.)

Biokaasun energiamäärän laskeminen:

Tuotetun biokaasun (metaanipitoisuus 65 %) lämpöarvon laskeminen:

$$65 \% \times 9,9 \text{ kWh} / \text{m}^3 = 6,435 \text{ kWh} / \text{m}^3$$

Jos esimerkiksi laitos tuottaa biokaasua 2000 m³ vuorokaudessa (metaanipitoisuus 65 %), saadaan sen sisältämä energiamäärä laskettua seuraavasti:

$$2000 \text{ m}^3 / \text{d} \times 65 \% \times 0,0099 \text{ MWh} / \text{m}^3 = 12,87 \text{ MWh} / \text{d}.$$

Jos edellä mainittu laitos käyttäisi kaiken tuottamansa biokaasun esimerkiksi sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, tuottaisi se hyötysuhteella korjattuna energiaa vuorokaudessa 12,87 MWh x 85 % = 10,94 MWh. (Perustietoja biokaasusta 2006.)

5.4 Jalostus liikennepolttoaineeksi

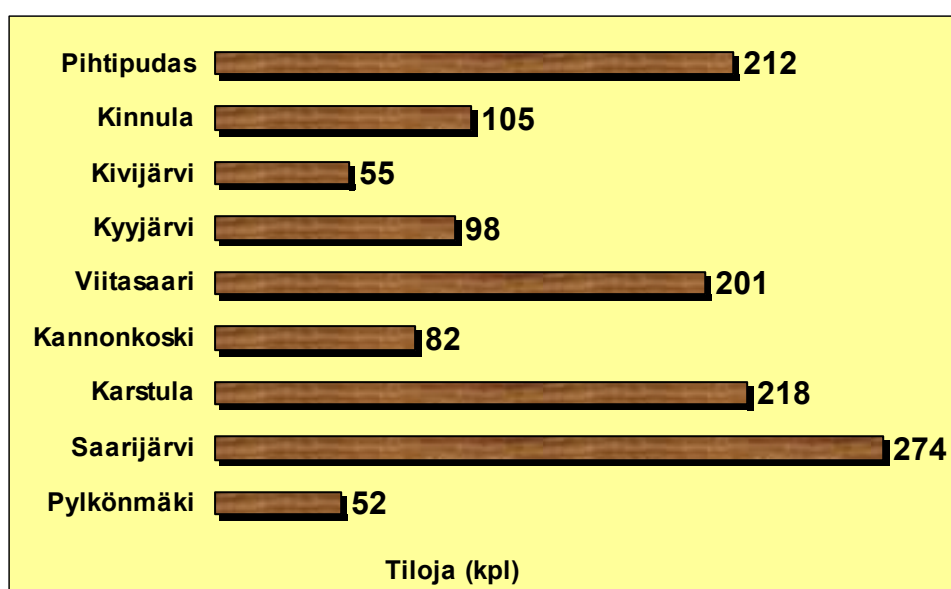
Lähes kaikilta autonvalmistajilta löytyy nykyään metaanikäyttöisiä automalleja, jotka soveltuvat siten myös biokaasulle. Jotta biokaasu toimisi auton polttoaineena, on se ensin puhdistettava ja paineistettava. Puhdistus tapahtuu 22 barin vesipesuna. Siinä rikkivety ja suurin osa hiilidioksidista liukenevat veteen. Paineistus tapahtuu 250 barin paineessa ja tuloksena saadaan kaasua, jonka metaanipitoisuus on noin 95 - 98 % ja hiilidioksidipitoisuus 2 - 5 %. (Hatsala 2004, 19.)

Lampinen (2004) muistuttaa, että biokaasun liikennekäyttö olisi sähköntuotantoa tärkeämpää ilmastopoliittisista syistä. Fossiilisten polttoaineiden korvaa-

minen uusiutuvilla vaihtoehtoilla on vaikeinta liikennesektorilla, joten olemassa olevia mahdollisuuksia ei ole varaa tuhata. Biokaasutekniikka tarjoaa merkittävän potentiaalin syrjäyttää vaikeimmin korvattavissa olevia fossiilisia energiamuotoja, bensiiniä ja dieseliä. Tekniikka tarjoaa lisäksi maatalolle mahdollisuuden energiaomavaraisuuteen ja myös myyntituloihin sekä sähkön, lämmön että polttoaineiden osalta. (Lampinen 2004, 7 - 8.)

6 TULOKSIA

Kuntien alueella sijaitsevista maataloista ja niiden eläinmääristä lähetettiin pohjoisen Keski-Suomen kuntien maaseutusihteereille kyselyt. Kyselyn avulla selvitettiin aktiivisten maatilojen lukumäärä kunnissa (kuvio 3), biokaasuntuotantoon eläinyksikkömäärän perusteella parhaiten soveltuvat karjatilat sekä niiden mahdolliset yhteystiedot ja lisäksi kokonaiseläinmäärät kuntien alueella teoreettisen biokaasun- ja energiantuotantopotentiaalin laskemiseksi.



KUVIO 3. Aktiivisten maatilojen määrä pohjoisen Keski-Suomen kunnissa

6.1 Biokaasun ja energian tuotantomahdollisuudet kunnittain

Eläinten lannasta saatavia biokaasuntuotantopotentiaaleja laskettaessa oletuksena on, että kaikki eläinten tuottama lanta saadaan kerätyksi talteen. Lannantuotannon laskemiseksi on käytetty Hagströmin ja muiden (2005, 13) arvioita, jotka on mainittu luvussa 3.4. Todellisuudessa kaikkea eläinten tuottamaa lantaa ei kuitenkaan pystyittäisi hyödyntämään esimerkiksi nautojen lai-

dunnuksesta tai jaloittelusta johtuen. Esimerkiksi lypsy- tai emolehmien kesälaidunnuksen seurauksena voidaan arvioida, että talteen saadaan 70 % vuotuisesta lantamäärästä. Eläinten jaloittelun vaikutus talteen saatavan lannan määrään ei luultavasti ole aivan yhtä merkittävä kuin laidunnuksen. Jaloittelutarhassa eläimien voidaan arvioida olevan talviaikana korkeintaan kahtena päivänä viikossa, eikä kesäaikaanakaan ympäri vuorokauden. Jaloittelun seurauksena voidaan arvioida, että talteen vuotuisesta lantamäärästä saadaan noin 80 %. Osa eläinryhmistä, kuten lampaat ja vuohet, on jätetty laskennasta pois niiden vähäisen määrän vuoksi. Laskelmien tulos on teoreettinen biokaasuntuotanto ja kaasun energiasisältö, joka pitää korjata hyötysuhteella todellisen tuotetun energiamäärän laskemiseksi.

Pihtipudas

Pihtiputaalla aktiivisia maatiloja on yhteensä 212 kpl. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä nautatiloilla on noin 40 ey / tila, muilta tiloilta laskelmia ei ole tehty. Kunnan alueella on neljä yli 100 eläinyksikön karjatilaa. (Herranen 2006.) Merkittävimpinä eläinryhminä kaasuntuotannon kannalta voidaan mainita lypsylehmät ja vasikat. Pihtiputaan karjatilalla eläinten tuottaman biokaasun energiasisältö on yhteensä 11 269 MWh vuodessa (taulukko 7).

TAULUKKO 7. Pihtiputaan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	2200	3740	1496000	8886
Emolehmä	40	56	22400	133
Hieho / nuori sonni	530	239	95400	567
Nuori hieho	870	218	87000	517
Vasikka	1670	251	100200	595
Emakko	200	60	36000	214
Lihasika	700	70	42000	249
Nuori lihasika	400	20	12000	71
Porsas	500	5	3000	18
Muniva kana	1300	8	3120	19
		yhteensä	1897120	11269

Pihtiputaan alueella vuotuisen eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 53 MWh / tila.

Kinnula

Kinnulan alueella toimivia maatiloja on 105 kpl. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä karjatilalla on noin 30 ey / tila. Kunnan alueella ei ole yli sadan eläinyksikön maatiloja. Nautojen lisäksi muita eläimiä ei ole merkittäviä määriä. (Linna-kallio 2006.) Kinnulassa eläinten tuottaman biokaasun energiasisältö on yhteensä 5 809 MWh vuodessa (taulukko 8).

TAULUKKO 8. Kinnulan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	1200	2040	816000	4847
Hieho / nuori sonni	300	135	54000	321
Nuori hieho	450	113	45000	267
Vasikka	1050	158	63000	374
		yhteensä	978000	5809

Kinnulassa eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 55 MWh / tila / vuosi.

Kivijärvi

Kivijärvellä toimivia maatiloja on yhteensä 55. Keskimäärin karjatilalla on noin 19 eläinyksikköä. Sadan tai yli eläinyksikön tiloja Kivijärvellä ei ole. (Leppänen 2006.) Merkittävimmät eläinryhmät biokaasun tuotannossa myös Kivijärvellä ovat lypsylehmät ja vasikat. Lannasta saatavissa olevan biokaasun energiasisältö on 2 440 MWh / v (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Kivijärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	480	816	326400	1939
Hieho / nuori sonni	120	54	21600	128
Nuori hieho	180	45	18000	107
Vasikka	420	63	25200	150
Emakko	100	30	18000	107
Porsas	250	3	1500	9
		yhteensä	410700	2440

Kivijärven alueella vuotuisen eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 44 MWh / tila.

Kyyjärvi

Kyyjärvellä toimivia maatiloja on 98 kpl. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä on noin 23 ey / tila. Kyyjärven alueella on yksi yli sadan eläinyksikön karjatila. (Äijänen 2006.) Kyyjärvellä eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on 4 163 MWh vuodessa (taulukko 10).

TAULUKKO 10. Kyyjärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	760	1292	516800	3070
Hieho / nuori sonni	190	86	34200	203
Nuori hieho	285	71	28500	169
Vasikka	665	100	39900	237
Emakko	225	68	40500	241
Lihasila	450	45	27000	160
Nuori lihasika	375	19	11250	67
Porsas	450	5	2700	16
		yhteensä	700850	4163

Kyyjärven alueella vuotuisen eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 42 MWh / tila.

Viitasaari

Viitasaarella toimivien maatilojen määrä on yhteensä 201. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä lienee noin parinkymmenen paikkeilla. Sadan tai yli eläinyksikön tiloja Viitasaarella ei ole. (Luotola 2006.) Eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö Viitasaaren karjatiloiilla on 6 678 MWh vuodessa (taulukko 11).

TAULUKKO 11. Viitasaaren karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	1100	1870	748000	4443
Emolehmä	170	238	95200	565
Hieho / nuori sonni	500	225	90000	535
Nuori hieho	520	130	52000	309
Vasikka	1370	206	82200	488
Emakko	70	21	12600	75
Lihasika	40	4	2400	14
Nuori lihasika	80	4	2400	14
Porsas	170	2	1020	6
Muniva kana	16000	96	38400	228
		yhteensä	1124220	6678

Keskimäärin Viitasaarella eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on noin 33 MWh / tila / v.

Kannonkoski

Kannonkoskella toimivia maatiloja on 82 kpl. Sadan tai yli eläinyksikön karjatiloi-
loja Kannonkoskella ei ole. (Rimmi 2006.) Kannonkoskella eläinten lannasta
tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on 2 620 MWh vuodessa (tau-
lukko 12).

TAULUKKO 12. Kannonkosken karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	340	578	231200	1373
Emolehmä	20	28	11200	67
Hieho / nuori sonni	440	198	79200	470
Nuori hieho	190	48	19000	113
Vasikka	940	141	56400	335
Lihasika	700	70	42000	249
Porsas	350	4	2100	12
		yhteensä	441100	2620

Keskimäärin Kannonkoskella eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on noin 32 MWh / tila / v.

Karstula

Karstulassa toimivia maatiloja on yhteensä 218 kpl. Keskimääräinen eläinyksikkömäärä tilalla on noin 25 ey. Karstulan alueella on kolme yli sadan eläinyksikön karjatilaa. (Äijänen 2006.) Eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö Karstulan karjatioilla on 7 036 MWh vuodessa (taulukko 13).

TAULUKKO 13. Karstulan karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	1280	2176	870400	5170
Hieho / nuori sonni	320	144	57600	342
Nuori hieho	480	120	48000	285
Vasikka	1120	168	67200	399
Emakko	300	90	54000	321
Lihasika	960	96	57600	342
Nuori lihasika	800	40	24000	143
Porsas	960	10	5760	34
		yhteensä	1184560	7036

Karstulassa eläinten lannasta vuosittain tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 32 MWh / tila.

Saarijärvi

Toimivien maatilojen lukumäärä Saarijärvellä on 274. Saarijärveltä löytyy kaksi yli sadan eläinyksikön tilaa. (Rimmi 2006.) Saarijärvellä eläinten tuottaman biokaasun energiasisältö on yhteensä 9 463 MWh vuodessa (taulukko 14).

TAULUKKO 14. Saarijärven karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	1720	2924	1169600	6947
Emolehmä	90	126	50400	299
Hieho / nuori sonni	580	261	104400	620
Nuori hieho	690	173	69000	410
Vasikka	800	120	48000	285
Emakko	120	36	21600	128
Lihasika	200	20	12000	71
Nuori lihasika	340	17	10200	61
Porsas	370	4	2220	13
Muniva kana	44000	264	105600	627
		yhteensä	1593020	9463

Keskimäärin Saarijärvellä eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on noin 34 MWh / tila / v.

Pylkönmäki

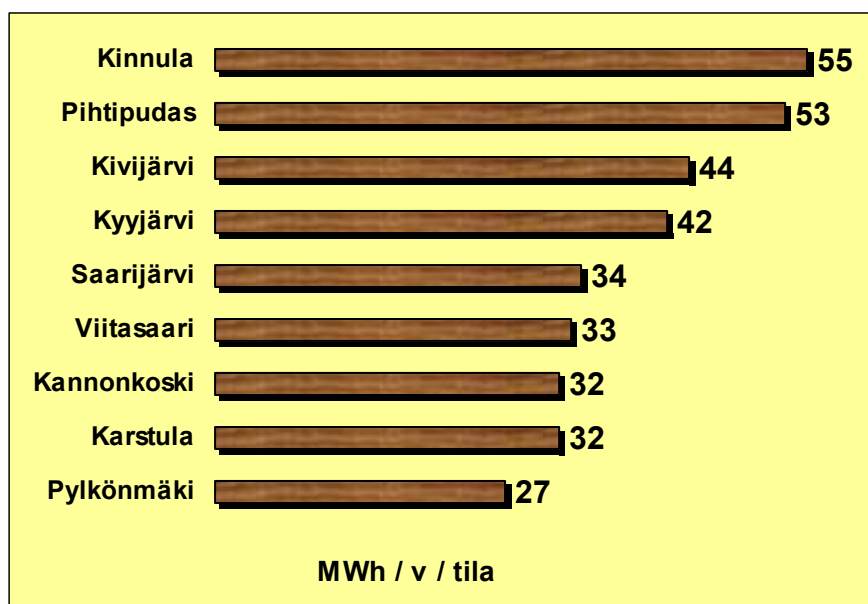
Pylkönmäen alueella toimivia maatiloja on 52 kpl. Pylkönmäellä ei ole yhtään yli sadan eläinyksikön maatilaa. (Rimmi 2006.) Eläinten lannasta tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö Pylkönmäen karjataloilla on 1 394 MWh vuodessa (taulukko 15).

TAULUKKO 15. Pylkönmäen karjatilojen eläimet, niiden lannan- ja kaasuntuotanto sekä kaasun energiasisältö

Eläin	Eläimiä kpl	Lannantuotanto t(VS)/v	Kaasuntuotanto m ³ /v	Energiasisältö MWh/v
Lypsylehmä	270	459	183600	1091
Hieho / nuori sonni	60	27	10800	64
Nuori hieho	130	33	13000	77
Vasikka	215	32	12900	77
Emakko	30	9	5400	32
Lihasika	115	12	6900	41
Nuori lihasika	60	3	1800	11
Porsas	60	1	360	2
		yhteensä	234760	1394

Pylkönmäellä eläinten lannasta vuosittain tuotettavissa olevan biokaasun energiasisältö on keskimäärin noin 27 MWh / tila.

Teoreettisen karjan lannasta saatavissa olevan biokaasun energiasisällön keskiarvo alueen kunnissa on 27 - 55 MWh / tila (kuvio 4). Kuviossa mainittavien keskiarvojen toteutuminen vaatisi kaiken tuotetun lannan keräämisen talteen.

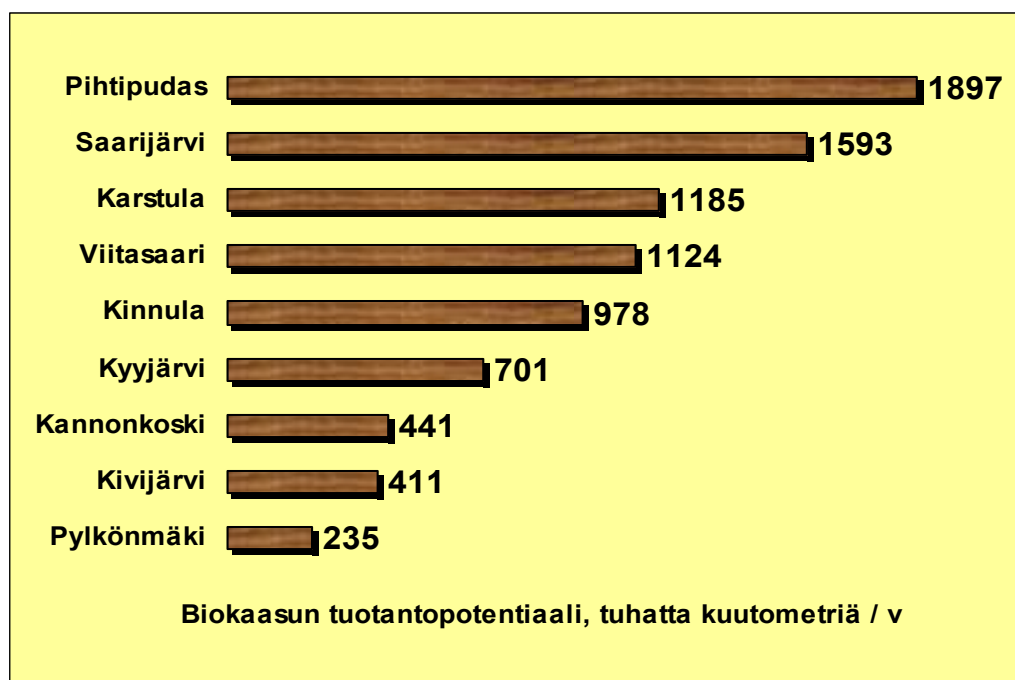


KUVIO 4. Teoreettinen lannasta saatavissa olevan biokaasun energiasisällön keskiarvo tiloilla kunnittain

6.2 Biokaasun ja energian tuotantomahdollisuudet pohjoisessa Keski-Suomessa

6.2.1 Biokaasun tuotanto

Pohjoisen Keski-Suomen alueella eläinten lannasta teoreettisesti tuotettavissa oleva biokaasumäärä on yhteensä noin 8,5 miljoonaa m³ (kuvio 5). Tämän biokaasumäärän tuottaminen lannasta olisi mahdollista vain, jos kaikki eläinten tuottama lanta kerättäisiin talteen. Alueen kunnissa selvästi eniten lantaa tuottavat lypsylehmät. Kuntien alueella lypsylehmien lannasta saatavissa oleva biokaasun määrä on noin 73 % saatavissa olevasta kokonaismäärästä. Heinäkuussa voimaan tulevan eläinsuojelulain muutoksen (muiden kuin pihatossa pidettävien lehmien ja hiehojen jaloittelusta) mukaan eläinten on päästävä jaloittelemaan kesäaikana vähintään 60 päivänä vuodessa. Sen seurauksena todellinen talteen saatavan lannan määrä vähenee hieman, koska todennäköisesti osa lehmistä ei tähän mennessä ole laiduntanut tai jaloitellut lainkaan.



KUVIO 5. Biokaasun tuotantopotentiaali eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen kunnissa

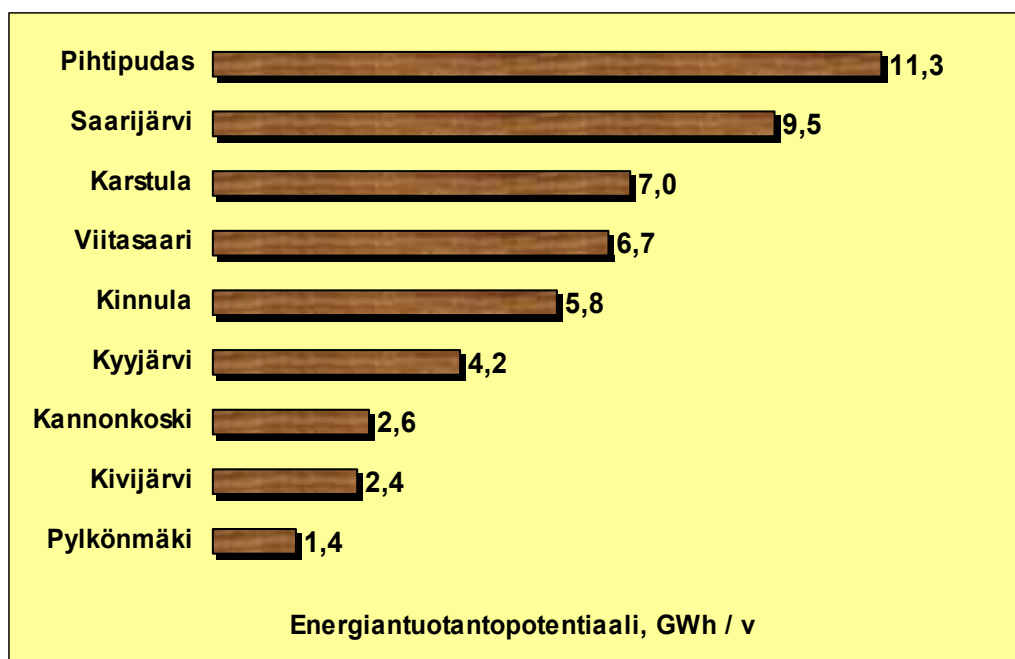
Voidaan arvioida, että kaikesta (sekä pakollisesta kesäaikaisesta että vapaaehtoisesta muuna aikana tapahtuvasta) lehmien laidunnuksesta ja jaloittelusta aiheutuva menetys talteen saatavan lannan määrässä on noin 25 % eli hieman vähemmän kuin tilanteessa, jossa kaikki lehmät laiduntaisivat 3 - 4 kk vuodessa. Muiden kuin lehmien ja hiehojen talteen saatavaan lantamäärään lakimuutos ei vaikuta. Esimerkiksi sikaloissa ja kanaloissa joudutaan kuitenkin pitämään tuotantotilaa tyhjillään eläinerien välillä eläintilan pesun ja desinfioinnin vuoksi. Edellä mainittujen oletusten perusteella realistiseksi lannasta tuotettavaksi biokaasumääräksi pohjoisen Keski-Suomen alueella saadaan noin 6,8 milj. m³ biokaasua vuodessa.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että vuonna 2004 reaktorilaitoksilla (jätevedenpuhdistamoilla, maatiloilla ja biojätteen käsittelylaitoksilla) tuotettiin biokaasua kyselyjen mukaan yhteensä 28,0 milj. m³. Kaatopaikoilla biokaasua kerättiin vuonna 2004 talteen 96,8 milj. m³. (Kuittinen, Huttunen & Leinonen 2005, 8, 12.)

6.2.2 Energian tuotanto

Teoreettisen eläinten lannasta tuotettavissa olevan kokonaisbiokaasumäärän (8,5 milj. m³) energiasisältö kunnissa (kuvio 6) on yhteensä noin 51 GWh.

Maatiloja kunnissa on yhteensä 1 297, joten tilakohtaiseksi teoreettiseksi keskiarvoksi tulisi noin 39 MWh / tila. Tämä energiamäärä kuitenkin pystyttäisiin tuottamaan vain, jos kaikki eläinten tuottama lanta saataisiin talteen.



KUVIO 6. Energiantuotantopotentiaali eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen kunnissa

Realistisen lannasta talteen saatavan biokaasumäärän ollessa 6,8 milj. m³, kaasun energiasisältö on noin 40 GWh. Tällä kokonaisenergiasisällöllä tilakohtaiseksi tuotetun biokaasun energiasisällön keskiarvoksi tulee noin 31 MWh / tila. Jos talteen saadun biokaasun energiasta (40 GWh) hyödynnettäisiin 70 % eli tuotettaisiin energiaa yhteensä 28 GWh, tilakohtaiseksi tuotetun energiamäärän keskiarvoksi tulisi noin 22 MWh / tila vuodessa. Pohjoisen Keski-Suomen alueella keskimääräinen tilakohtainen biokaasun tuotantomää-

rä ja sen energiasisältö jää liian vähäiseksi kannattavan biokaasulaitoksen perustamista ajatellen

Suomessa vuonna 2004 reaktorilaitoksissa tuotettiin energiaa yhteensä 129,8 GWh. Kaatopaikkalaitoksilta pumpatusta biokaasusta 35,9 milj. m³ käytettiin sähkön ja lämmön tuotantoon. Energiaa kaatopaikoilta pumpatusta biokaasusta tuotettiin 154,5 GWh. (Kuittinen ym. 2005, 9.)

6.3 Haastateltujen tilojen kiinnostus biokaasuntuotantoon

Biokaasuntuotantoon eläinyksikkömäärän perusteella soveltuvia karjatiloja pohjoisen Keski-Suomen alueella on kymmenen. Näiden soveltuvien karjatilojen kiinnostusta biokaasun tuotantoon ja biokaasulaitoksen perustamiseen selvitettiin puhelinhaastatteluilla. Haastatteluissa pyrkimyksenä oli selvittää, kiinnostaako tilallisia biokaasun tuotanto ja ovatko he ajatelleet biokaasulaitoksen perustamista. Lisäksi tilallisilta haluttiin kuulla perusteluja ja mielipiteitä biokaasun maatilatuotannosta yleisesti. Kymmenestä alueella sijaitsevasta eläinyksikkömäärärajaukseen sopivasta tilasta haastateltiin seitsemää. Kolmen tilan haastattelua ei yhteystietojen selvittämisen tai yhteydenottojen epäonnistumisen vuoksi voitu tehdä.

Kaikki haastatellut tilalliset olivat kiinnostuneita biokaasun maatilatuotannosta yleisesti, vaikka eivät biokaasulaitoksen perustamista suunnitelleetkaan. Haastatellut tilalliset olivat saaneet tietoa biokaasun tuotannosta ja sen hyödyistä mm. maatalousalan lehdistä. Yleisesti ottaen tilalliset olivat sitä mieltä, että tietoa biokaasun tuotannosta kyllä löytyy, mikäli itsellä on halukkuutta perehtyä asiaan. Osa haastatelluista tilallisista mainitsi ”biokaasupioneeri” Erkki Kalmarin nimen puhuttaessa biokaasuntuotannon tunnettavuudesta ja biokaasutietouden leviämisestä. Biokaasun hyödyt ja käyttömahdollisuudet olivat tilallisille tuttuja.

Sillä osalla haastatelluista tiloista, jotka suunnittelivat lähivuosien aikana investointia tai jotka tällä hetkellä laajensivat tuotantoa, oli luonnollisesti enemmän kiinnostusta biokaasulaitoksen perustamiseen kuin niillä, jotka aikovat

pitää tuotannon nykyisen laajuisena. Tulevaisuudessa laajennusta suunnittelevia tilallisia mahdollinen biokaasulaitoksen rakentaminen kiinnostaa, koska vuotuiset lantamäärät tulevat varsinkin laajennuksen jälkeen olemaan sen verran mittavat, että jokin ratkaisu lannan käsittelyyn ja käyttöön on saatava. Biokaasulaitoksen mahdollisen perustamisen jälkeen tilan ulkopuolisen materiaalin, varsinkin lähialueelta tulevan elintarviketeollisuuden jätteen, yhteiskäsittelyn mahdollisuus kiinnosti osaa tilallisista. Biokaasun jalostuksesta liikennepolttoaineeksi ollaan kiinnostuneita, mutta sen yleistymiseen ja toimivan tankkausverkoston muodostumiseen uskotaan kuluvan vielä aikaa.

Biokaasulaitoksen toimivuus ja hinta mietityttivät useita tilallisia. Laitosratkaisujen verraten korkeiksi muodostuvien hintojen oletetaan kuitenkin alenevan maatilakokoluokan biokaasulaitosten yleistyessä. Samalla laitosten toimintavarmuuden ja valmiiden, edullisempien laitoskoonpanojen saatavuuden odotetaan parantuvan.

Tällä hetkellä haastatellut tilalliset eivät tunteneet tarvetta saada lisää tietoa biokaasuteknologiasta tai sen käytäntöön soveltamisesta. Hajautetut biomassapohjaiset energiantuotantoratkaisut ja niiden käytäntöön soveltaminen - hankkeen yhteydenottoa tai lisäinformaatiota asiasta lähinnä laajentavat tai sitä harkitsevat tilat voisivat ajatella hyödyntävänsä laajennuksen valmistuttua tai sitä suunniteltaessa.

6.4 Biokaasun tuotantomahdollisuudet haastatelluilla tiloilla

Haastateltujen tilojen keskimääräinen koko naudanhantotuotantotiloilla oli 240 eläintä ja maitotiloilla 130 eläintä (joista hieman alle 60 lypsäviä). 240 sonninautakasvattamossa eläimet tuottavat orgaanista kuiva-ainetta (VS) keskimäärin 60 tonnia vuodessa. Naudanhannan biokaasuntuotannon ollessa 400 m³ / t(VS) edellä mainitun kokoisen naudakasvattamon vuotuinen biokaasuntuotto on 24 000 m³. Lihantuotannossa kasvatettavat sonnit eivät todennäköisesti laidunna eivätkä jaloittele (lakimuutos ei koske sonneja). Tuotetun biokaasun energiasisältö tilalla biokaasun sisältäessä 60 % metaania olisi noin

140 MWh / v (metaanin lämpöarvo on 0,0099 MWh / m³). Todellisen tuotetun energiamäärän laskemiseksi tulos on korjattava hyötysuhteella.

Hieman alle 60 lypsävän (lisäksi vasikat ja hiehot sekä mahdollisesti itse kasvatettavat sonnit) maidontuotantotilalla vuotuinen orgaanisen kuiva-aineen (VS) tuotto on noin 120 tonnia. Lehmien ja hiehojen laidunnuksesta tai jaloittelusta johtuen niiden lannasta saadaan talteen arviolta noin 75 %. Talteen saatavan orgaanisen kuiva-aineen määrä on siis noin 94 tonnia. Naudanlannan biokaasuntuotannon ollessa 400 m³ / t(VS) edellä mainittu tila tuottaa talteen saatavaa biokaasua 37 600 m³ vuodessa. Biokaasun energiasisältö (biokaasun sisältäessä 60 % metaania) olisi noin 220 MWh vuodessa. Hyötysuhteella korjauksen jälkeen saadaan todellinen tuotettu energiamäärä.

7 POHDINTA

Biokaasun maatilatuotanto on uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisen ja maatalouden ympäristökuormituksen vähentämisen johdosta alkanut viime vuosina kiinnostaa sekä yleisellä että maatilakohtaisella tasolla. Energian hinnan nousu ja vaihtelu vaikuttavat merkittävästi ympäristöä koskevien seikkojen lisäksi biokaasuvaihtoehtoa pohdittaessa.

Maatilakohtaisten biokaasulaitosten yleistymiseen vaikuttaa energia- ja ympäristötekniikan lähtökohtien lisäksi merkittävästi maatalojen keskikoon kasvu. Suurten karjatilojen tuottamat lantamäärät ovat merkittäviä, ja tietyille alueille keskittyneen karjatalouden vuoksi lähialueen peltopinta-ala ei riitä lannan peltolevitykseen. Huomionarvoiseksi asiaksi nousee myös lannanlevityksestä aiheutuneet hajuhaitat, joita lannan anaerobisella käsittelyllä voidaan vähentää. Lannan käsittely ja hajuhaittojen väheneminen vaikuttavat oleellisesti yleisiin asenteisiin maataloutta kohtaan. Luonnollisesti maatalous muun asutuksen läheisyydessä saa helpommin yhteisön hyväksynnän, kun ristiriidat esimerkiksi lannanlevityksen ajankohtiin liittyen vähenevät.

Maatilojen biokaasulaitosten rakentaminen tulee varmastikin vaikuttamaan positiivisella tavalla yleiseen suhtautumiseen maataloutta ja kasvavia karjatiloja kohtaan. Maatalouden ympäristövaikutuksien vähentäminen yhdessä yhteisön viihtyvyyden lisäämisen kanssa antaa miellyttävän vaikutelman tuotannosta, samalla kun tila tuottaa energiaa ja mahdollisesti liikennepolttoainetta omiin tarpeisiinsa.

Biokaasuntuotantoon eläinmäärän perusteella soveltuvilla maatiloilla on viime vuosina varmasti jouduttu miettimään monia maatilatoiminnan tulevaisuuteen ja tuotannon laajuuteen liittyviä asioita. Maatilan omia raaka-aineita biokaasuprosessissa hyödyntävän tilan tulee olla suomalaisen tämänhetkiseen keskimääräiseen tilaan verrattuna melko suuri; noin 100 lypsävää, 1 000 lihasikaa tai 60 000 broileria. Tämän suuruusluokan tiloilta löytynee kiinnostusta kehittää omaa tuotantoaan sekä taloudellisista että ympäristöön liittyvistä näkökohdista johtuen. Selvästi edellä mainittua pienemmillä tai mahdollisesti tuotannon lopettamista suunnittelevilla tiloilla biokaasulaitoksen perustamista tuskin edes harkitaan, tai se ei ole ainakaan taloudellisesti kannattavaa.

Pohjoisen Keski-Suomen kuntien keskimääräisten tilojen lantamäärät ovat liian vähäisiä biokaasun kannattavaan tuotantoon. On kuitenkin muistettava, että eläinten tuottaman lannan lisäksi biokaasulaitoksessa voidaan käsitellä peltobiomassoja ja esimerkiksi erilaisia elintarviketeollisuuden jätteitä. Samalla kun kaasuntuotto lisääntyy, ulkopuolisen materiaalin vastaanottamisesta tulevat porttimaksut parantavat laitoksen kannattavuutta.

Pohjoisen Keski-Suomen alueella eläinten lannasta teoreettisesti tuotettavissa olevan biokaasun energiasisällön keskiarvo on 39 MWh / v / tila. Energiasisällön keskiarvo alueen kunnissa vaihtelee välillä 27 - 55 MWh / tila. Korkein energiasisältökeskiarvo on Kinnulan alueella sijaitsevilla tiloilla, matalin Pylkönmäellä. Kun otetaan huomioon talteen saatavan lannan osuus lannan kokonaistuotosta, edellä mainitusta energiasisällöstä on hyödynnettävissä noin 31 MWh / tila. Hyötysuhteella korjauksen jälkeen saadaan tuotetun energian määrä, esimerkiksi 70 % hyötysuhteella noin 22 MWh / v / tila. Jos kaikki alueen tilat tuottaisivat suurin piirtein keskiarvotilan verran lantaa, ei biokaasun tuotantoon maatilakohtaisilla biokaasulaitoksilla olisi edellytyksiä. Alueelta kui-

tenkin löytyy myös reilusti keskivertotilaa suurempia yksiköitä, joissa lannantuotanto on riittävää kannattavaan biokaasun tuottamiseen.

Keskitetty biokaasulaitokset voisivat menestyä alueilla, joilla useampi maatila sijaitsee lähellä toisiaan. Keskitetyillä biokaasulaitoksilla tuotantosuunnalla ei ole juurikaan merkitystä. Jos paikallista lämmön ja sähkön tarvetta ei ole, kiinnostava vaihtoehto olisi biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi. Biokaasun jalostaminen liikennepolttoaineeksi sähkön ja lämmön tuotannon lisäksi olisi mielenkiintoinen vaihtoehto myös maatilakohtaisella laitoksella. Biokaasupolttoaineiden kysyntä on tällä hetkellä vähäistä, mutta tulevaisuudessa tankkausasemien perustamisen ja biokaasuautojen määrän lisääntyessä liikennepolttoaineen tuottaminen yleistyne tiloilla.

Biokaasuntuotannon maatilatuotannon kiinnostavuuteen ja biokaasulaitoksen rakentamispäätökseen vaikuttavat varmasti oleellisesti muilta kuullut kokemukset ja lähialueen yleinen suhtautuminen biokaasun tuotantoon. Saattaa olla, että pohjoisessa Keski-Suomessa on verraten paljon biokaasuntuotannosta kiinnostuneita tilallisia, ja keskisuomalaiselta tilalta katsottuna suhteellisen lyhyen matkan päässä sijaitsee tällä hetkellä toiminnassa oleva laitos (muun muassa Laukaassa, Halsualla, Nivalassa ja Haapavedellä). Seitsemän haastateltua keskisuomalaista tilallista on hyvin pieni otos, joten vastauksista ei voida kovinkaan pitkälle vietyjä johtopäätöksiä tehdä. Luultavasti kuitenkin myös muualla Suomessa ollaan kiinnostuneita biokaasuteknologiasta ja sen tuomista hyödyistä.

Tulevaisuudessa maatilakokoluokan biokaasulaitosten odotetaan yleistyvän ja toimintavarmuuden paranevan. Samalla laitoskokoontuotantoa alkaa saada huokeammalla hinnalla ja valmiina paketteina, eikä enää tarvitse itse rakentaa ja kokeilla mahdollisia ratkaisuja.

Opinnäytetyötä tehdessäni olen oppinut paljon uutta, koska biokaasuteknologia ei ennestään ollut minulle kovinkaan tuttu asia. Työtä tehdessäni olen tutustunut biokaasun tuotantoon yleisesti, ja olen saanut jonkinlaisen käsityksen biokaasun tuotannon ja maatilakokoluokan biokaasulaitoksen käytännön hyödyistä ja huomioon otettavista asioista. Toivottavasti tulevaisuudessa osaan

suhtautua biokaasun maatilatuotantoon realistisesti, ja soveltaa oppimiani asioita. Mielestäni oppimani biokaasuteknologiaan liittyvät asiat tukevat hyvin erikoistumisopintojani tuotantoteknologian parissa. Maatiloilla teknologia kehittyy tulevaisuudessa nykyistäkin nopeampaan tahtiin. Tuotannon laajenemisen ja erilaisten teknologisten ratkaisujen vaikutukset vahvuuksineen ja heikkouksineen on osattava ottaa huomioon.

Omaan työskentelyyni opinnäytetyön parissa olen tyytyväinen. Työni valmistui kevään aikana melko nopeaan tahtiin, mikä sopi minulle hyvin. Kiitokset Tero Vesisenaholle ja Jaakko Tukialle avusta, opastuksesta ja tuesta.

LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita 2045. Espoo: VTT.

Biokaasu. 2006. Öljy- ja Kaasualan Keskusliiton sivusto. Viitattu 3.4.2006. [Http://www.oil-gas.fi/pages/index.asp?id=580](http://www.oil-gas.fi/pages/index.asp?id=580) Sanasto.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1774/2002 muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveyssään-
nöistä. Viitattu 11.4.2006.

[Http://europa.eu.int/scadplus/leg/fi/lvb/f81001.htm](http://europa.eu.int/scadplus/leg/fi/lvb/f81001.htm)

Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Loppuraportti. Helsinki: Gaia Group.

Hatsala, A. 2004. Biokaasun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Kanta-Hämeessä. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma.

Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kempainen E. 1996. Maa, viljely ja ympäristö. 1.-2. p. Helsinki: WSOY.

Herranen, A. 2006. Maaseutusihteeri, Pihtipudas. Vs: Kysymyksiä kunnan karjatiloi-
sta. Sähköpostiviesti 8.2.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.

Hintikka, J. 2005. Biokaasuako Peltokylälle? Opinnäytetyö. Jyväskylän am-
mattikorkeakoulu, Luonnonvarainstituutti, maaseutuelinkeinojen koulutusoh-
jelma.

Huttunen, S. 2004. Paikallista kestäväää energiaa – uusiutuvan energian mah-
dollisuudet maatiloilla. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitok-
sen tiedonantoja 80.

Kalmari, J. 2006. Maatilakohtaisen biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuus
suomalaisella sikatilalla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, maa- ja met-
sätaloustieteellinen tiedekunta.

Kauppinen, P. 2005. Hevosienlannan hyötykäytön mahdollisuudet. Opinnäyte-
työ. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Luonnonvarainstituutti, maaseutuelinkei-
nojen koulutusohjelma.

Kuittinen, V., Huttunen, M. & Leinonen, S. 2005. Suomen biokaasulaitosrekis-
teri VIII. Tiedot vuodelta 2004. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen
raportteja.

Lampinen, A. 2004. Biokaasun tuotannon ja hyödyntämisen perusteet. Di-
mensio 3, 4 - 8.

Lehtonen, H. & Pyykkönen, P. 2005. Maatalouden rakennekehitysnäkymät vuoteen 2013. MTT:n selvityksiä 100. Helsinki: MTT taloustutkimus.

Leppänen, E. 2006. Maaseutusihteeri, Kivijärvi. Vs: Karjatilosta. Sähköpostiviesti 14.3.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.

Linnakallio, S. 2006. Maaseutusihteeri, Kinnula. Vs: Kunnan karjatilosta. Sähköpostiviesti 14.3.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.

Luotola, T. 2006. Maaseutusihteeri, Viitasaari. Vs: Karjatilosta. Sähköpostiviesti 13.3.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.

Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 2006. Maatilarekisteri. Viitattu 3.4.2006.

[Http://matilda.mmm.fi](http://matilda.mmm.fi) Raportit, maatilarekisteri.

Maakaasukäsikirja. 2004. Maakaasuyhdistys ry:n sivusto. Viitattu 4.5.2006.

[Http://www.maakaasu.fi/7_kasikirja/pdf/mk_kk_13.09.04.pdf](http://www.maakaasu.fi/7_kasikirja/pdf/mk_kk_13.09.04.pdf)

Mustonen, E. 2004. Biokaasua on mahdollista tuottaa kannattavasti. Käytännön Maamies 7, 4 - 8.

Perustietoja biokaasusta. 2006. Viitattu 31.3.2006. Suomen Biokaasukeskus ry:n sivusto.

[Http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/perus.html](http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/perus.html)

Rimmi, M. 2006. Maaseutusihteeri, Saarijärvi. Vs: Kunnan karjatilosta. Sähköpostiviesti 24.3.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.

Rintala, J., Lampinen, A., Luostarinen, S. & Lehtomäki, A. 2002. Biokaasusta uusiutuvaa energiaa maataloilla. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.

Sähkömarkkinalaki 386/1995. Viimeisin muutos 1172/2004.

Tuomisto, H. 2005. Biokaasun ja peltoenergian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu.

Äijänen, S. 2006. Maaseutuneuvoja, Karstula. Karstulan ja Kyyjärven karjatilat. Sähköpostiviesti 6.3.2006, vastaanottaja Liisa Karunen.