

Antti Luuru

## **BIOKAASUN TUOTANNON MAHDOLLISUUDET HAILUODOSSA**

# **BIOKAASUN TUOTANNON MAHDOLLISUUDET HAILUODOSSA**

Antti Luuru  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Antti Luuru

Opinnäytetyön nimi: Biokaasun tuotannon mahdollisuudet Hailuodossa

Työn ohjaajat: Mikko Aalto, Ritva Imppola

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 38 + 2

---

Opinnäytetyössä selvitettiin biokaasuntuotannossa hyödynnettäviä raaka-aineita ja biokaasun käyttömahdollisuuksia Hailuodossa. Käyttömahdollisuuksien selvittämisessä tutkittiin paikallisten maatalojen sekä biometaanin hyödyntämistä suunnittelevan olutpanimon tarpeita, joiden perusteella tehtiin johtopäätöksiä. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Oulun ammattikorkeakoulu ja CA-NEMURE-hanke.

Tutkimusta varten haastateltiin yhteensä 10 henkilöä, jotka ovat maatilayrittäjiä sekä henkilöitä, joilla on asiantuntemusta paikallisista biokaasun raaka-aineista. Lisäksi ennen haastatteluja vierailtiin Hailuodon kunnantalolla ja olutpanimossa, jossa haastateltiin paikallista henkilöstöä. Vierailuilla selvitettiin kunnan henkilöstön ja olutpanimon mielenkiintoa biokaasuntuotantoa kohtaan. Viljelijähaastattelut tehtiin puolistrukturoituna puhelinhaastatteluna.

Saatujen tulosten perusteella metaanin tuotantokapasiteetti riittäisi siihen, että metaanilla voitaisiin osittain korvata fossiilisia polttoaineita, kuten nestekaasua ja liikennepolttoaineita. Maatalojen lisäksi Hailuodossa on potentiaalia myös muiden yritysten sekä kunnan yhteistyöhön biokaasuntuotannon piirissä. Työssä esimerkiksi laskettiin maataloilla syntyvän karjalannan tuottama energiamäärä, jonka perusteella saatiin selville, kuinka suuren metaania käyttävän autokannan paikalliset raaka-aineet mahdollistaisivat, jos saaren kaikkien maatalojen karjalannasta tuotettaisiin biokaasua. Tämän opinnäytetyön tarkastelun ulkopuolelle jäi kuitenkin biokaasuntuotannon kustannusten ja kannattavuuden arviointi. Tulevissa tutkimuksissa tulisi selvittää biokaasun tuottamisen ja hyödyntämisen taloudellinen kilpailukyky suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin.

---

Asiasanat: karjalanta, biokaasu, biometaanin, metaanintuottopotentiaali, liikennepolttoaine

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

---

Author: Antti Luuru

Title of thesis: Possibilities of Biogas Production in Hailuoto

Supervisors: Mikko Aalto, Ritva Impola

Term and year when the thesis was submitted: spring 2021    Number of pages: 38 + 2

---

The thesis was made to search raw materials utilized in biogas production and to investigate the possible solutions of using biogas in energy production in Hailuoto. In order to search the possible uses of biogas as an energy source, the needs of the farms and the local brewery were studied, on the basis of which conclusions were drawn. The thesis is commissioned by Oulu University of Applied Sciences and the CANEMURE project.

For the study, an interview survey was conducted in which 10 persons were interviewed. The group included farm entrepreneurs as well as persons with expertise in local raw materials suitable for biogas production. In addition, before doing the interviews, a visit was made to the town hall, as well as to the local brewery, where the staff were interviewed. The farmer interviews were conducted as semi-structured phone interview.

According to the results of this study, methane production capacity would be sufficient to partially replace fossil fuels such as LPG used in the brewery and as transport fuels. For example, the maximum amount of energy that could be produced from livestock manure was calculated to estimate the number of vehicles that could use biomethane as fuel. In addition to farms, Hailuoto also has the potential for co-operation between other businesses and the municipality in the field of biogas production. However, an assessment of the costs and profitability of biogas production was left out of the study in this thesis. Future studies need to be made to determine the economic competitiveness of biogas production in relation to fossil fuels.

---

Keywords: livestock manure, biogas, biomethane, methane production potential transport fuel

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	BIOKAASUN TUOTANTO .....	8
2.1	Biokaasun muodostuminen .....	8
2.2	Mädätykseen soveltuvat raaka-aineet .....	9
2.2.1	Kotieläinten lanta .....	10
2.2.2	Peltobiomassat .....	11
2.2.3	Teollisuuden raaka-aineet.....	12
2.2.4	Yhdyskuntajäte .....	13
2.3	Biokaasulaitoksen rakenne.....	13
2.3.1	Märkä- ja kuivamädätys .....	14
2.3.2	Jatkuvatoiminen mädätysprosessi .....	14
2.3.3	Panostoiminen mädätysprosessi .....	15
2.4	Biokaasun käyttömahdollisuudet .....	15
2.4.1	Lämmöntuotanto .....	15
2.4.2	CHP .....	16
2.4.3	Liikennepolttoaine .....	16
3	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	17
3.1	Haastattelun tausta .....	17
3.2	Maatilojen esittely.....	17
3.3	Hailuodon Panimo .....	19
3.4	Hailuodon kunta .....	20
4	TULOKSET.....	21
4.1	Viljelijöiden näkökulmia biokaasun tuotantoon .....	21
4.2	Paikallisten raaka-aineiden ominaisuudet .....	22
4.2.1	Karjalanta.....	22
4.2.2	Peltokasvit.....	24
4.2.3	Järviruoko .....	24
4.2.4	Elintarviketeollisuuden sivuvirrat .....	25
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	27
5.1	Energiantuotannon kapasiteetti .....	27
5.2	Energian hyödyntäminen eri käyttökohteisiin .....	27

5.2.1	Maatilat .....	28
5.2.2	Kunnan kiinteistöt.....	29
5.2.3	Hailuodon Panimo.....	30
5.2.4	Liikennepolttoaine .....	32
5.3	Biokaasulaitoksen sijoittaminen.....	33
5.4	Yhteisomisteinen jalostus- ja paineistuslaitteisto.....	34
6	POHDINTA .....	36
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET .....	39

# 1 JOHDANTO

Hailuoto on samannimisessä Perämeren saarella sijaitseva kunta Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa. Maaseutukunnissa suurimmassa roolissa biokaasuntuotannon kehityksessä ovat maatilat, joilla syntyy valtaosa saatavilla olevista biokaasuntuotannon raaka-aineista. Maatilojen yrittäjät voivat vaikuttaa merkittävästi paikallisen energiantuotannon kehittymiseen, jos biokaasuntuotannosta voidaan maatilatasolla tehdä kannattavaa toimintaa. Kannattavuuteen vaikuttavat laajalti biokaasuntuotannon kustannukset suhteessa muihin paikallisiin energianlähteisiin sekä etenkin maatilojen ulkopuolelta ostettavaan energiaan.

Hailuodon naapurikunnat ovat Oulu, Lumijoki ja Siikajoki. Opinnäytetyössä selvitetään biokaasuntuotannossa käytettävien raaka-aineiden määrää, saatavuutta ja laatua Hailuodossa. Työssä selvitetään myös biokaasusta jalostettavan metaanin käyttökohteita paikallisten maatilojen sekä metaanin hyödyntämistä suunnittelevan olutpanimon tarpeet huomioiden. Työn tavoitteena on tuottaa hyödyllistä tietoa myös muille toimijoille, jotka ovat suunnittelemassa paikallisesti tuotetun biometaanin tuotantoa ja rakentamassa elinkeinoa sen piirissä.

Merkittävänä perusteena selvityksen tekemiselle on energiantuotannossa laajalti oleva trendi fossiilisten energianlähteiden korvaamisesta paikallisesti tuotetulla uusiutuvalla energialla. Biokaasulla pystyttäisiin lisäämään maatilojen energiaomavaraisuutta ja siten vähentämään ulkopuolelta ostettua energiaa. Lisäksi biokaasusta jalostettavaa metaania voidaan käyttää liikennepolttoaineena.

Opinnäytetyön aineisto koottiin haastatteluilla. Tietoa kerättiin paikallisesti myös vierailulla Hailuotoon. Opinnäytetyöhön koottu aineisto perustuu laajalti myös biokaasuun liittyvään kirjallisuuteen sekä verkossa olevaan muuhun aineistoon. Verkkoaineistoa on käytetty paljon, koska julkaistu aineisto on tavallisesti hyvin ajan tasalla. Lisäksi ulkomainen aineisto on hyvin saatavilla verkossa.

## 2 BIOKAASUN TUOTANTO

Tässä luvussa tarkastellaan biokaasun tuotantoon liittyviä prosesseja, kuten biokaasun muodostumista ja tuotantoon soveltuvia raaka-aineita. Lisäksi perehdytään biokaasun tuotantoprosessissa hyödynnettäviin tekniisiin toteutuksiin, jotka osaltaan vaikuttavat biokaasulaitoksen rakenteeseen ja biokaasun tuotannon vaihteluihin. Tuotannon lisäksi tarkastellaan käyttömahdollisuuksia biokaasulle sähkön- ja lämmöntuotannon lisäksi liikennepolttoaineena.

### 2.1 Biokaasun muodostuminen

Biokaasua syntyy biologisen hajoamisprosessin tuloksena hapettomissa olosuhteissa, jossa mikrobit hajottavat orgaanista ainesta. Luonnossa tapahtuvaa biokaasun muodostumista esiintyy esimerkiksi soiden ja järvien pohjalla sekä märehittijöiden pötsissä. Biokaasuntuotantolaitoksissa kaasun muodostuminen perustuu samaan mikrobien aikaansaamaan prosessiin, mutta laitoksen reaktorissa olosuhteet pyritään optimoimaan metaanintuottajabakteereille mahdollisimman suotuisiksi. Tällöin biokaasun muodostuminen on tehokasta ja mädätettävästä syötteestä saadaan tuotettua mahdollisimman paljon biokaasua. (Motiva, 2013, 3.)

Biokaasun muodostumiseen vaikuttavat hapettomien olosuhteiden lisäksi lämpötila, happamuus sekä orgaanisen aineksen ravinnepitoisuus. Mitä korkeampi lämpötila on, sitä nopeammin kemialliset reaktiot tapahtuvat. Prosessiin osallistuvat mikrobit eivät kuitenkaan siedä liian korkeaa lämpötilaa. Useimmat biokaasulaitokset perustuvat mesofiiliseen prosessiin, jossa metaania muodostavat prosessit toimivat 32–42° C:ssa (Motiva, 2013, 4).

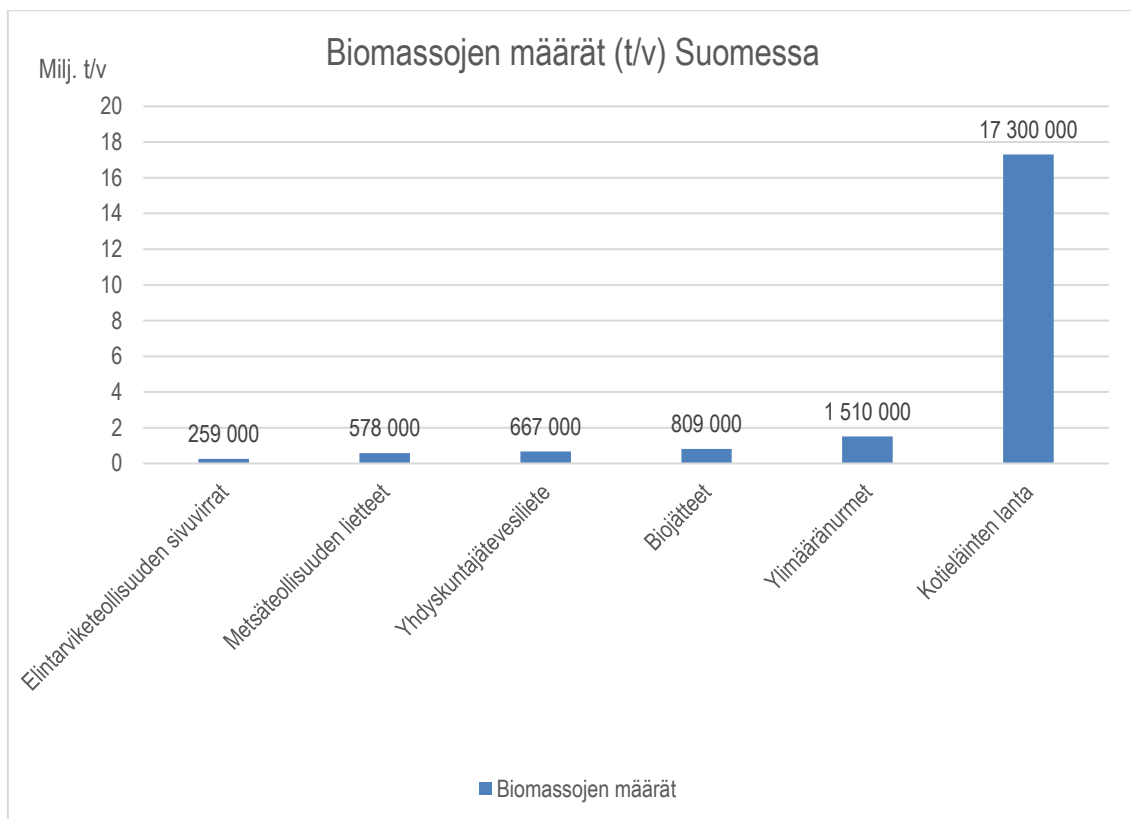
Mädätysprosessin syötteen pH pyritään pitämään yleensä lähellä seitsemää, optimi on 6,5–7,5. Jos reaktoriin lisättävän syötteen määrä on liian suuri, prosessin pH-arvo laskee liiallisen hapon muodostumisen johdosta. Tästä on haittaa metaania muodostavien bakteerien aineenvaihdunnalle, ja liian happamissa olosuhteissa metaanin muodostuminen pysähtyy. Toisaalta hyvin valkuaisainepitoista syötettä mädätettäessä syötteellä on korottava vaikutus pH-arvoon. Tällöin mädätysjäännöksen pH-arvo on hieman korkeampi kuin alkuperäisen syötteen. Syötteessä oleva hiilen ja typen suhteen on oltava noin 20:1, jolloin syötteen materiaali sisältää 20 kertaa enemmän hiiltä typeen verrattuna. Jos syötteessä liikaa hiiltä, syötteen koko metaanintuottopotentiaalia ei saada



hyödynnettyä. Toisaalta suuri typpipitoisuus voi johtaa ammoniakkin muodostumiseen, jolloin bio-  
kaasun muodostuminen pysähtyy. (Motiva, 2013, 6.)

## 2.2 Mädätykseen soveltuvat raaka-aineet

Biokaasun tuotannossa voidaan hyödyntää lähes kaikkea orgaanista ainesta lukuun ottamatta runsaasti kuitua ja ligniiniä sisältäviä raaka-aineita, kuten puuta. Suomessa merkittävin energiapotentiaali mädätykseen kelpaavilla raaka-aineilla on maatalouden ja teollisuuden sivuvirroilla. Maataloudessa suurimmat sivuvirrat syntyvät peltobiomassoista sekä kotieläintalouden orgaanisista sivuvirroista. Muita pienempiä raaka-aineiden lähteitä elintarvikeketjussa ovat esimerkiksi kasvitarhojen puutarhajätteet sekä kaupan myymättä jääneet syömäkelvottomat elintarvikkeet. Alla olevassa kuviossa on esitettynä vuodessa syntyvät biomassojen määrät. (Gasum Oy 2020.)



KUVIO 1. Biomassojen määrät Suomessa (Luonnonvarakeskus 2017, 10)

Suurissa biokaasulaitoksissa, kuten esimerkiksi Gasum Oy:n omistamissa laitoksissa hyödynnetään lähinnä yhdyskuntajätettä, kuten jätevesilietteitä sekä muita biojätteitä. Yhdyskuntajätettä käytetään suurten laitosten raaka-aineena, koska raaka-aineet ovat keskittyneet asutusalueille ja niiden keräämiseen käytetään jo olemassa olevaa jätehuoltoa. Tällöin suuret laitokset sijoitetaan jätteiden kierrätyskeskusten yhteyteen, ja jätteiden käsittelyn prosesseissa voidaan hyödyntää jätteistä syntyvää energiaa. (Gasum Oy 2020.)

### 2.2.1 Kotieläinten lanta

Kotieläintilojen karjanlanta on käyttökelpoisimpia materiaaleja biokaasuntuotantoon, koska sitä syntyy maataloilla tasaisesti vuoden ympäri. Lanta sisältää suurimman osan mikrobien käyttämistä ravinteista. Lannalla on myös hyvä puskurointikyky, jolloin se on tehokas vastustamaan pH:n muutoksia reaktorissa, mikä voisi olla haitallista mikrobeille. Naudanlantaa ja sianlantaa hyödynnetään merkittävästi biokaasuntuotannossa, koska ne ovat yleisimmät lantatyypit. Myös hevosen- ja kananlantaa voidaan hyödyntää kaasun tuotannossa. Kananlantaa käyttäessä on syötteenä käytettävä myös muita raaka-aineita, koska kananlannan korkea typpipitoisuus aiheuttaa reaktorissa korkean vapaan ammoniakin määrän, mikä on haitallista mikrobeille. Karjanlannan haittapuolena esimerkiksi kasvibiomassaan verrattuna on alhainen metaanintuottopotentiali märkäpainotonna kohden, minkä vuoksi karjanlantaa käytettäessä syötteenä käytetään maataloilla myös nurmisäilörehua tehostamassa kaasun tuottoa. (Palva & Alasuutari 2009, 83.)

Karjalannan edullisuutta lisää se, että lantaa ei tarvitse yleensä esikäsitellä ennen syöttämistä biokaasureaktoriin, toisin kuin esimerkiksi yhdyskuntajätettä, joka on hygienisoitava ennen biokaasuprosessia. Karjalannassa on etuna myös se, että se sisältää jo valmiiksi mädätykseen tarvittavan mikrobikannan. (Palva & Alasuutari 2009, 83.)

Taulukossa 1 TS tarkoittaa kuiva-ainepitoisuutta, VS/TS % tarkoittaa orgaanisen aineen osuutta kuiva-aineesta, CH<sub>4</sub>-pot. m<sup>3</sup>/t VS tarkoittaa orgaanisen aineen metaanintuottopotentialia, CH<sub>4</sub>-pot. m<sup>3</sup>/t tuoretonnin metaanintuottopotentialia ja NPK %/TS syötteen kuiva-aineen kokonaisravinnepitoisuuksia.

TAULUKKO 1. Eläinten lantojen metaanintuottopotentiaaleja (Riihimäki ym. 2014, 8)

SYÖTE	TS	VS/TS	CH <sub>4</sub> -pot.	CH <sub>4</sub> -pot.	N	P	K
	(%)	(%)	(m <sup>3</sup> /tVS)	m <sup>3</sup> /t	(%TS)	(%TS)	(%TS)
Naudan lietelanta	5-14	75-85	120-300	5-36	3-6	0,5-0,9	2,8-7,8
Naudan kuivikelanta	17-25	68-85	100-250	12-53	1,1-3,4	0,6	2,2
Sian lietelanta	4-10	75-86	180-490	5-42	6-18	2,3	5,1
Sian kuivikelanta	20-34	75-81	162-270	24-74	2,4-5,2	1,6	1,4
Siipikarjan kuivikelanta	32-65	63-80	150-300	30-156	3,1-5,4	1,7	2,1
Lampaan/vuohen kuivikelanta	35	77	88-113	24-30	2,6	0,6	3,3
Hevosien kuivikelanta	33	78	200	51	1,5	0,3	5,3
Turkiseläinten kuivikelanta	39	78	200	61	2,9	4,2	0,5

Taulukon 1 arvot metaanintuottopotentiaaleille ovat keskimääräisiä arvoja, ja vaihteluvälit ovat karjalannassa isot, koska syötemateriaalin ominaisuudet vaikuttavat paljon mikrobien toimintaan ja erot voivat olla suuria myös maatilakohtaisesti. Keskimäärin lannasta tuotetussa biokaasussa on 50–70 % metaania ja 30–45 % hiilidioksidia. 100-prosenttisen metaanin energiasisältö on noin 10 kWh/m<sup>3</sup>, joten kuutiometri puhdasta metaania vastaa energiasisällöltään noin yhtä litraa kevyttä polttoöljyä. (Riihimäki ym. 2014, 8.)

## 2.2.2 Peltobiomassat

Biokaasun tuotannossa voidaan hyödyntää pelloilta saatavia kasvimassoja. Niitä on mahdollista tuottaa pelkästään kaasuntuotannon tarpeisiin, tai kaasuntuotannossa voidaan hyödyntää peltoviljelyn yhteydessä syntyviä sivutuotteita ja jätteitä. Pelkästään kaasuntuotantoon viljeltävistä kasveista yleisin on rehumaissi, jota viljellään etenkin Keski-Euroopassa energiakasvina. Kaasuntuotannossa voidaan hyödyntää myös muita, verrattain alhaisilla tuotantopanoksilla suuria satoja tuottavia kasveja, kuten ruokohelpeä. Viljelyn sivutuotteina syntyviä kasvimassoja ovat esimerkiksi vihannesten viljelyssä syntyvät kasvien lehdet, varret ja muut osat, jotka eivät päädy myyntituotteeksi. Muita jätteiksi luokiteltuja biomassoja ovat muun muassa rypsijäte ja jäteperuna. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 36.)

Suomen olosuhteissa suurin yksittäinen peltobiomassan lähde ovat rehunurmet, joita käytetään karjan rehuksi. Maatiloilla nurmirehun tuotanto on yleensä mitoitettu siten, että syntyvä nurmirehu käytetään kokonaan karjan rehuksi, jolloin biokaasulaitoksissa hyödynnetään vain pilaantunut ja

ylivuotiseksi jäänyt säilörehu. Lisäksi viljan viljelyssä syntyvää olkea voidaan käyttää syötteenä biokaasun tuotannossa. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 36–37.)

### 2.2.3 Teollisuuden raaka-aineet

Elintarvike-, rehu-, juoma- sekä panimoteollisuudessa ja teurastamoiden toiminnassa syntyy sivutuotteita, jotka soveltuvat hyvin biokaasuntuotantoon. Lisäksi teollisuuden jätevesien puhdistuksessa syntyviä lietteitä on mahdollista hyödyntää biokaasun tuotannossa. Koska erilaisten teollisuusperäisten sivutuotteiden määrä on suuri, niiden koostumus ja metaanintuottopotentiaali vaihtelee suuresti eri sivutuotteiden välillä. Lisäksi sivutuotteilla on erilaisia esikäsittelyvaatimuksia. Eläinperäiset raaka-aineet vaativat hygienisoinnin noin 70 asteen lämpötilassa. (Motiva 2013, 8–9.)

Kuitenkin verrattuna esimerkiksi yhdyskuntajätteeseen teollisuustoiminnasta syntyvät sivutuotteet ovat yleisesti tasalaatuisempia koostumukseltaan ja metaanintuottopotentiaaliltaan. Tämän johdosta teollisuusjätteitä käytetään myös maatilatasolla lantaa mädättävien laitosten biokaasuntuoton tehostamiseksi. Alla olevassa taulukossa on esitettyä muutamia teollisuudessa syntyviä raaka-aineita. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 43–44.)

TAULUKKO 2. Teollisuuden orgaanisten sivuvirtojen metaanintuottoja (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 44)

Materiaali	litraa kgVS <sup>-1</sup>
Flotaatioliete (65–70% proteiinia + 30–35% rasvaa)	540
Viljapohjainen rankki	470
Oliivijäte ("pulp")	180
Teurasjäte (sika)	430–630
Teurasjäte (nauta)	570
Teurasjäte (siipikarja)	260
Sellu- ja paperiteollisuuden primääriete	210–230
Sellu- ja paperiteollisuuden sekundääriete	50–100

## 2.2.4 Yhdyskuntajäte

Jätevedenpuhdistamot käyttävät usein biokaasuntuotantoon jäteveden puhdistamisessa syntyvää lietettä. Prosessin tarkoituksena on vähentää ympäristöön kohdistuvia hajuhaittoja ja mädättämällä voidaan tuottaa energiaa jätevedenpuhdistamon sekä lähistöllä olevan yhteisön käyttöön. Yhdyskuntajätettä mädättävät laitokset ovat yleensä suuria johtuen suurista määristä käsiteltävää lietettä ja lietteen vähäisestä kuiva-ainepitoisuudesta, minkä johdosta kaasun tuotto on alhaisempi kuin esimerkiksi peltobiomassoilla. (Huttunen, Kuittinen & Lampinen 2017, 11–12.)

Myös kaatopaikoilla syntyvää biokaasua kerätään talteen hyödynnettäväksi energiantuotannossa. Suomessa kaatopaikoille sijoitetun yhdyskuntajätteen määrä on noin 1 milj. tonnia vuodessa. Ajan myötä jätteessä oleva orgaaninen massa hajoaa ja muuttuu biokaasuksi. Vuosittain syntyvä biokaasun määrä on arviolta noin 200 miljoonaa m<sup>3</sup>. Muodostuvasta biokaasusta valtaosa voidaan ottaa hyötykäyttöön pumppaamoilla ja hyödyntää energiantuotannon avulla. Yleisimmin kaasua hyödynnetään lämmöntuotannossa, mutta muutamilla laitoksilla kaasua hyödynnetään myös CHP-tuotannossa sekä pelkässä sähköntuotannossa. Vuonna 2017 kaatopaikoilla syntyvää biokaasua kerättiin talteen 38 kaatopaikalla. (Huttunen, Kuittinen & Lampinen 2017, 19.)

## 2.3 Biokaasulaitoksen rakenne

Biokaasulaitoksen mittakaavasta ja prosessityypeistä huolimatta laitoksissa on tietyt pääprosessivaiheet, joita useimmat laitokset noudattavat. Syötemateriaaleille tehdään aluksi esivarastointia ja esikäsitelyä, kuten syötteen hienontamista tai koostumuksen muuttamista vettä lisäämällä. Sen jälkeen ne johdetaan biokaasulaitoksen reaktoriin muodostamaan biokaasua. Reaktorissa muodostuva mädätysjäännös johdetaan varastoon tai jälkikaasuuntumisaltaaseen, minkä jälkeen se kuljetetaan jatkokäyttöön, esimerkiksi lannoitteeksi pellolle. Laitoksessa käytettävät raaka-aineet vaikuttavat laitoksen tekniikkaan ja rakenteisiin. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 82.)

Biokaasulaitoksen rakenteeseen vaikuttavat raaka-aineiden lisäksi energiankäytön ja omistamisen mittakaavat. Esimerkiksi tilakohtaiset, tilan omiin tarpeisiin suunnatut laitokset ovat yleensä pienempiä kuin tilojen yhteiset tai keskitetyt laitokset, joita käytetään yhdyskuntajätteen käsittelyyn. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 82.)

### 2.3.1 Märkä- ja kuivamädätys

Mädätys voi tapahtua reaktorissa joko märkäprosessin tai kuivaproessin avulla. Merkittävin ero näiden prosessien välillä on syötteen sisältämä kuiva-ainepitoisuus. Märkäprosessissa syöte on pääasiassa lietemäisenä materiaalina: eli syötteen kuiva-ainepitoisuus on enimmillään noin 15 %. Hyvin korkea vesipitoisuus syötteessä mahdollistaa syötteen pumppaamisen reaktorin sisään ja pois putkistoa pitkin. Lisäksi reaktorissa oleva massa on tällöin sekoitettavissa tehokkaasti, mistä on hyötyä, jos syötteeseen sekoitetaan muita raaka-aineita tai ravinteita. Märkäprosessin etuna on sen toimivuus kaikissa mittakaavoissa, minkä johdosta se on yleisin käytössä oleva prosessityyppi syötteen mädätykseen. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 83.)

Kuivaprosessissa syötemateriaalien kuiva-ainepitoisuus on tyypillisesti noin 20–40 %, minkä johdosta syötteen eivät ole lietemäisessä muodossa. Tämän johdosta reaktorin tilavuus on pienempi syötteen tuorettonnia kohden ja syötteen lisäämiseen ja poistamiseen käytetään erilaisia laitteistoja kuin märkäprosessissa. Kuivaproessin haittapuolena märkäprosessiin verrattuna on pidetty mekaanista tuottavien mikrobien olosuhteiden hallintaa. Tämä johtuu siitä, että kuivien syötemassojen sekoitus on haastavampaa ja materiaalien siirtämisessä on ollut myös ongelmia. Märkäprosessin pumppujen sijasta kuivaprosessissa käytetään yleensä kuljetinhihnoja ja syöttöruuveja. Lisäksi biokaasun vapautuminen kuivasta syötemateriaalista voi olla vaikeampaa varmistaa. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 83.)

### 2.3.2 Jatkuvatoinen mädätysprosessi

Jatkuvatoinisessa prosessissa syötteen lisääminen ja poistaminen reaktorista tapahtuu säännöllisin väliajoin, minkä johdosta biokaasun tuotto on mahdollisimman tasaista koko laitoksen toiminnan ajan. Jatkuvatoisia mädätysprosesseja ovat yleisimmin märkäprosessit, joissa syötemateriaalit pumpataan reaktoriin esisäiliöstä tai vastaanottosäiliöstä. Ennen reaktoriin siirtoa lietemäiseen seokseen voidaan lisätä myös kuivia syötteitä niille tarkoitetulla syöttölaitteistolla. Kuivia syötteitä voi lisätä märkäprosessissa myös suoraan reaktoriin syöttöruuvilla. Tällöin reaktorissa olevaa massaa sekoitetaan mekaanisesti lapasekoittimella, jolloin lisätty syöte sekoittuu tehokkaasti. Syötettä lisättäessä mädätysjäännöstä poistetaan reaktorista painovoiman avulla tai pumppaamalla, jolloin reaktorissa olevaa massaa on aina sama määrä. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 83.)

### **2.3.3 Panostoiminen mädätysprosessi**

Panostoimisessa prosessissa mädätys tapahtuu vaiheittain eli reaktoriin lisätään syöte yhdellä kerralla, minkä jälkeen se mädätetään ja reaktori tyhjennetään kokonaan ennen uuden syötteen lisäämistä. Panostoimiselle prosessille on ominaista kaasuntuotannon epätasaisuus, jolloin kaasuntuotanto on alussa melko vähäistä, kunnes tuotanto saavuttaa huipun, ja sen jälkeen se alkaa vähentyä ennen uuden syöteannoksen lisäämistä. Tasaisen kaasuntuotannon saavuttaminen panostoisessa mädätysjärjestelmässä on kuitenkin mahdollista käyttämällä useaa rinnakkaista järjestelmää, joihin lisätään ja poistetaan syötettä eri aikaan. Suurin osa panostoimisista mädätysprosesseista perustuu ns. kuivamädätykseen, jossa syötteen kuiva-ainepitoisuus on noin 30 %. Märkä-mädätysprosesseissa panostoimista menetelmää ei käytetä juuri lainkaan. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 87.)

## **2.4 Biokaasun käyttömahdollisuudet**

Biokaasua hyödynnetään pääosin energiantuotannossa, jossa tärkeimmät tuotantomuodot ovat lämmöntuotanto ja sähköntuotanto. Lämpöä ja sähköä voidaan tuottaa menetelmästä riippuen erikseen sekä yhdistettynä CHP-tuotannon (Combined Heat and Power) avulla. Biokaasusta puhtaammaksi jalostettua biometaania voidaan käyttää myös liikenteessä ajoneuvojen polttoaineena.

### **2.4.1 Lämmöntuotanto**

Lämmöntuotanto polttamalla kaasua on edullinen ja yksinkertainen keino tuotetun biokaasun hyödyntämiseen. Tällöin kaasua poltetaan veden lämmittämiseen tarkoitettussa kaasukattilassa rakennuksen ja käyttöveden lämmitykseen. Pelkässä lämmön tuotannossa maatilan kokoluokan laitoksissa on yleensä ongelmana lämpöenergian tarpeen ylittävä lämmöntuotto, koska erityisesti kesäisin rakennusten lämmityksen tarve on vähäinen. Tämän johdosta maatiloilla sijaitsevilla laitoksilla nykyään hyödynnetään yhdistettyä sähkön- ja lämmöntuotantoa, eli CHP-tuotantoa, jotta energiankäyttöä voidaan monipuolistaa, ja käyttötarpeet ylittävää energiantuotantoa syntyy vähemmän. (Motiva 2013, 18.)

## 2.4.2 CHP

Yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa käytetään polttomoottoria sähkögeneraattorin pyörittämiseen käyttämällä polttoaineena kaasua. Biokaasulla toimivan polttomoottorin avulla voidaan muuttaa noin 30–40 % biokaasun sisältämästä energiasisällöstä sähköenergiaksi. Jäljelle jäävä energiamäärä muuttuu lämpöenergiaksi. Polttomoottorin hyötysuhteesta johtuen suurin osa biokaasun energiasisällöstä muutetaan lämpöenergiaksi, jolloin myös CHP-tuotannossa syntyy hyödyntämätöntä lämpöenergiaa kesäisin. (Motiva 2013, 19.)

## 2.4.3 Liikennepolttoaine

Biokaasu voidaan jalostaa liikennepolttoaineeksi eli biometaaniksi poistamalla raakakaasusta hiilidioksidi, rikkivety ja muut epäpuhtaudet, jotka voivat aiheuttaa polttomoottorin vaurioitumista pitkällä aikavälillä. Jalostuksessa pyritään saavuttamaan mahdollisimman suuri kaasun metaanipitoisuus, koska alhainen metaanipitoisuus alentaa kaasun lämpöarvoa. Yksi tapa jalostaa biokaasu biometaaniksi on vesipesurin käyttö. Koska rikkivety ja hiilidioksidi liukenevat veteen helpommin kuin metaani, ne voidaan erottaa kaasusta samalla menetelmällä. Kaasun puhdistuksen ja hajustamisen jälkeen kaasua voidaan käyttää ajoneuvojen, kuten traktoreiden ja autojen, polttoaineena. Kaasu varastoidaan yleensä noin 200 baarin paineessa tankkausasemilla, josta sitä voidaan tankata ajoneuvoihin. (Motiva, 2013, 21.)



### **3 AINEISTO JA MENETELMÄT**

Tarvittavan aineiston keräämiseksi tehtiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin viljelijöitä ja muita asiantuntijoita, joilla on kokemusta opinnäytetyössä tutkittavista asioista. Työssä haastateltiin 8 maanviljelijää. Maatilat ja niiden tuotantosuunta on esiteltynä lyhyesti. Maatilojen sijainti Hailuodossa on esitetty kuvion 2 kartassa punaisilla pisteillä. Lisäksi tarkastellaan kunnan ja Hailuodon panimon energiankäyttöä ja niiden suunnitelmia biokaasun hyödyntämisessä.

#### **3.1 Haastattelun tausta**

Maanviljelijöiden lisäksi haastateltiin järviruokon niittoa tuntevaa henkilöä, kalastuksen asiantuntijaa sekä Hailuodossa sijaitsevan panimon henkilöstöä. Maatilat valittiin niiden tuotantosuunnan perusteella. Maatilat ovat pääosin kotieläintuotantoa harjoittavia tiloja, joissa biokaasun tuotantoon soveltuvaa raaka-ainetta, kuten karjalantaa ja rehua, on saatavilla verrattain runsaasti. Haastattelut suoritettiin puolistrukturoituina puhelinhaastatteluina. Ennen haastatteluja Hailuodossa käytiin vierailulla kunnantalolla sekä Hailuodon panimossa, joissa haastateltiin paikallista henkilöstöä. Lisäksi asioista on keskusteltu jälkeenpäin myös sähköpostin avulla.

Kysymyksissä käsiteltiin tilallisten kiinnostusta biokaasuntuotantoon, ja miksi se soveltuisi tilan toimintaan. Lisäksi kysyttiin suhtautumista yritystoiminnassa tapahtuvan hyötyajon muuttamiseen biometaanilla toimivaksi. Näiden lisäksi kysyttiin tilalla syntyvien raaka-aineiden määrää ja muita ominaisuuksia, kuten karjalannan koostumusta. Maatiloilta kysyttiin myös peltopinta-alan määrä ja oman tilakeskuksen käyttämiä energiamuotoja ja kulutuksen määrää. Kysymyksiä oli yhteensä 14 kappaletta.

#### **3.2 Maatilojen esittely**

Tila 1 on lihakarjatila. Maatilalla on noin 70 emolehmää, jonka lisäksi nuorta karjaa on noin 90 eläintä. Peltoa on viljelyksessä noin 140 hehtaaria, joissa viljellään nurmea ja viljaa karjan rehuksi. Tilan pihattorakennus on kylmäpihatto, jossa käytetään kuivikkeena puinnista syntyvää olkea.

Tila 2 harjoittaa maidontuotantoa. Tilalla on yhteensä 62 lypsylehmää ja sen lisäksi on nuorikarja, joka on lukumäärältään noin 60. Peltoa tilalla on 160 hehtaaria, joilla viljellään säilörehunurmea ja viljaa karjan rehuksi. Kaikki pelloilta tuleva säilörehu syötetään eläimille.

Tila 3 on maidontuotantoa harjoittava maatila, jonka lypsylehmien määrä on tällä hetkellä 20. Nuorta karjaa on saman verran. Tilalla on meneillään uuden navetan rakennusprojekti, minkä johdosta lypsylehmien määrä nousee navetan valmistumisen johdosta noin 70 lehmään ja samaan määrään nuorta karjaa. Tilalla on 100 hehtaaria peltoa viljelyksessä, lisäksi luonnonlaitumia on noin 40 hehtaaria. Pelloilla viljellään säilörehunurmea ja viljaa karjan käyttöön. Osa viljan puinnissa syntyvästä oljesta käytetään karjan kuivikkeena ja osa jätetään peltoon.

Tila 4 on kotieläintuotantoa harjoittava lihakarjatila, jolla on noin 100 emolehmiä ja 150 nuorta karjaa. Tuotantorakennuksia on kaksi, joista toinen on kylmäpihatto ja toinen on viileäpihatto. Peltoa on yhteensä 220 hehtaaria. Peltojen tuottama nurmi- ja viljasato käytetään eläinten rehuksi, sekä puinnista syntyvät oljet käytetään kylmäpihatossa kuivikkeena.

Tila 5 on karjankasvatusta harjoittava tila, jolla on emolehmiä noin 130 eläintä sekä nuorta karjaa noin 120 eläintä. Tilalla on peltoa noin 80 hehtaaria, joilla viljellään säilörehunurmea ja rehuviljaa karjan käyttöön. Säilörehunurmesta kaikki käytetään karjan rehuksi ja viljan oljet käytetään karjan kuivikkeena.

Tila 6 on maidontuotantoa harjoittava kotieläintila, jolla on 50 lypsylehmää ja lisäksi nuorta karjaa on saman verran. Tilalla on peltoa noin 200 hehtaaria, joilla viljellään säilörehua ja rehuviljaa karjan rehuksi. Kaikki tuotettu säilörehu käytetään karjan rehuna, ja viljan oljet käytetään karjan kuivikkeena.

Tila 7 on lampaiden kasvatusta harjoittava kotieläintila, jolla on yli vuoden ikäisiä uuhia noin 120 eläintä sekä saman verran alle vuoden ikäisiä lampaita. Tilalla on peltoa 34 hehtaaria, joilla viljellään säilörehua ja viljaa lampaiden käyttöön. Puinnissa syntyvät oljet käytetään lampolassa kuivikkeena.

Tila 8 on kasvinviljelyä harjoittava viljatila, jolla viljellään ohraa, vehnää, heinää ja kuminaa. Tilalla on peltoa noin 90 hehtaaria, joista heinänurmen osuus viljelyalasta on noin kolmannes eli 30 hehtaaria. Osa pelloista on vuokrattu lähistöllä oleville karjatiloilta, ja esimerkiksi heinänurmea korjaa

pelloilta naapurissa sijaitseva karjatila. Kaikkien tilojen sijainti Hailuodossa on esitetty kuvion 2 kartassa.



KUVIO 2. Maatilojen sijainti (Karttapaikka 2021a)

### 3.3 Hailuodon Panimo

Hailuodon Panimo on luomuoluiden valmistamiseen erikoistunut yritys, joka käyttää oluen valmistuksessa paikallisesti tuotettua ohraa ja muita raaka-aineita. Panimo on kiinnostunut paikallisesti tuotetun biokaasun hyödyntämisestä oluen tuotantoprosessissa, pääosin korvaamaan fossiilisen nestekaasun käytön paikallisella uusiutuvalla energiamuodolla. Uusiutuvat energiamuodot soveltuisivat yrittäjien mukaan paremmin heidän tuotevalikoimansa ja brändin tuotekuvaan. Panimolla olisi energiantarvetta tasaisesti ympäri vuoden, minkä johdosta yritys olisi vartenotettava yhteistyökumppani biokaasua tuottavalle maatilalle tai yritykselle. Varsinaisessa oluen tuotantoprosessissa käytetyssä laitteistossa investoinnit energianlähteen vaihtamisen johdosta olisivat pienet, lähinnä kaasun polttoon vaadittavien suuttimien vaihtamista sellaisiin suuttimiin, jotka soveltuvat metaanin polttoon. (Rapinoja 2020.)

### 3.4 Hailuodon kunta

Hailuodon kunnalla on omistuksessaan kiinteistö, joka on tällä hetkellä kokonaan lämmitysmuodoltaan öljylämmiteinen. Hailuodon kuntastrategiassa on suunnitelma kunnan energiaomavaraisuudesta, ja energiankäyttö perustuisi paikallisesti tuotettuihin energiamuotoihin, öljylämmityksestä pyritään siis pitkällä aikavälillä eroon. Kunnan kiinteistöistä suurin osa lämmitetään lämpökeskuksen avulla, jonka teho on 750 kW. Lämpökeskuksessa käytetään paikallista haketta, jonka osalta Hailuoto on omavarainen. Lämpökeskuksen verkosta lämmitetään myös muita rakennuksia sekä kylällä sijaitseva viljankuivuri, joka on viljelijöiden yhteisessä käytössä. Näin ollen myös vilja kuivataan uusiutuvalla energialla. (Kauppila 2020.)

## 4 TULOKSET

Haastatteluissa kerätyt viljelijöiden ja asiantuntijoiden näkökulmat biokaasuntuotannosta ovat esiteltynä tässä luvussa. Viljelijöiden näkökulmat koostuvat pääosin biokaasun tuotannon tarjoamista mahdollisuuksista sekä haasteista maatilalla. Muiden asiantuntijoiden näkökulmia on esitelty raaka-aineiden ominaisuuksien yhteydessä, erityisesti niiden hyödyntämiseen liittyvien etujen ja haittojen osalta. Haastatteluista kerättyjen tietojen perusteella laskettiin saatavilla olevien raaka-aineiden määriä ja niiden metaanintuottopotentiaaleja, mukaan lukien niistä saatavissa oleva energian kokonaismäärä.

### 4.1 Viljelijöiden näkökulmia biokaasun tuotantoon

Biokaasun hyvinä puolina nähtiin erityisesti karjalannan mädätyksen tuottamat edut. Tärkein etu on karjalannan ravinnearvojen, erityisesti liukoisen typen määrän lisääntyminen lannassa, jolloin kasvit kykenevät hyödyntämään typen tehokkaammin. Tästä syntyisi viljelijälle säästöjä viljelykasvien lannoittamisessa. Lisäksi yhdellä maatilalla, jolla syntyy lietettä ja kuivikelantaa, lannan levittäminen muuttuisi yksinkertaisemmaksi, jos tilalla syntyvä kuivikelanta olisi mädätyksen lopputuotteena lietemäistä. Tällöin lannan levitykseen tarvittaisiin ainoastaan lietteen levitintä, ja kuivalannan levityskoneita ei enää tarvittaisi. Muita etuja ovat muun muassa omasta energiantuotannosta saadut säästöt etenkin suuremmilla tiloilla, joissa navettojen energiankulutus on verrattain suurta. Lisäksi biokaasua jatkojalostamalla biometaaniksi voitaisiin kaasua myydä maatilalan ulkopuolelle esimerkiksi liikennepolttoaineeksi. Tulevaisuudessa kaasua voitaisiin käyttää maatilalla metaanilla toimivissa traktoreissa, jolloin maatilalan energiaomavaraisuus lisääntyisi.

Biokaasuntuotannon suurin haaste on tällä hetkellä biokaasulaitosten ja muiden komponenttien suuri hinta, minkä johdosta investointikustannukset ovat suuret. Tällöin investoinnin takaisinmaksuaika ei ole riittävän kannustava investoinnin toteuttamiseen, etenkin jos tilalla on muitakin investointitarpeita. Lisäksi haastatteluilla viljelijöillä on tällä hetkellä saatavilla verrattain edullisia energianlähteitä etenkin lämmöntuotantoon, koska tiloilla käytetään rakennuksien lämmitykseen pääasiassa puuhaketta, jota saadaan osittain omasta metsästä ja sitä myös ostetaan tilan ulkopuolelta. Lisäksi mm. omakotitalon lämmitykseen käytetään yleisesti polttopuuta. Myös hyvin paljon lämpöenergiaa vaativa viljan kuivaaminen tapahtuu kylällä sijaitsevassa yhteisomisteisessa kuivurissa

puuhakkeen avulla. Maatiloilla käytettävä energia on Hailuodossa sähköä ja polttoöljyä lukuun ottamatta uusiutuvaa, joten maatiloilla biokaasu ei lämmityskäytössä korvaise fossiilisia polttoaineita merkittävässä määrin.

## 4.2 Paikallisten raaka-aineiden ominaisuudet

Maataloudesta syntyvät biomassat ovat määriltään suurimmat raaka-aineet. Muita raaka-aineita ovat elintarviketeollisuuden sivuvirrat ja rannoilla kasvava järviruoko. Maataloudesta syntyvien raaka-aineiden osalta on laskettu karjalannan määrät ja metaanintuottopotentiaalit. Peltobiomasojen määriä ja metaanintuottopotentiaaleja ei ole erikseen laskettu, koska karjalanta on peräisin peltokasveista. Elintarviketeollisuuden sivuvirroista on laskettu kalan perkuujätteen tuottama metaanin määrä. Järviruokon osalta metaanintuottoa ei ole laskettu, koska sen määrän arviointi ei ole saatujen tietojen perusteella luotettavaa.

### 4.2.1 Karjalanta

Taulukoissa olevat tiloilla syntyvien lantamäärien tiedot perustuvat pääosin viljelijöiden haastattelussa arvioimiin lantamääriin. Osalla haastatelluista tiloista lantamäärä on laskettu viljelijän kertoman eläinmäärän perusteella, lannan kokonaismäärä on laskettu kertomalla keskimääräinen nauetaeläinten tuottama vuosittainen lantamäärä tilan eläinmäärällä. Taulukossa 3 on laskettu tilan 5 lantamäärä.

TAULUKKO 3. Lantamäärän laskeminen eläinmäärästä

Tila 5	eläimiä	kuivikelantaa m <sup>3</sup> /eläin	yht. v	
Emolehmä	130	25,5	3315	
nuorikarja	120	12,1	1452	
		yhteensä	4767	m <sup>3</sup> /v

Laskuissa on huomioitu sekä lypsylehmien, emolehmien että nuoren karjan tuottama lantamäärä. Sisäruokintakauden pituus on karjatiloiilla tyypillisesti noin 275 vuorokautta, jolloin karjalannasta saatava todellinen energiamäärä on noin 2,8 GWh vuodessa. Liitteissä olevassa kahdessa taulukossa on laskettuna haastateltujen maatilojen karjan tuottama lantamäärä sisäruokintakaudella

sekä siitä saatava energiamäärä. Eläinten tuottamat lantamäärät perustuvat keskimääräisiin ohje-tilavuuksiin, joilla määritetään tilalla tarvittavien lantavarastojen tilavuuksia. (Ympäristöministeriö 2020.)

Metaanintuoton laskemiseen on käytetty biokaasulaskurin oppaassa olevia taulukkoarvoja. Koska metaanintuottojen arvojen vaihteluvälit ovat suuret, metaanintuoton laskemisessa saadut tulokset ovat suuntaa antavia. Taulukoissa 4 ja 5 lannan määrät on muutettu kuutiometreistä tonneiksi. Tonnimäärien laskeminen perustuu keskimääräisiin lantatyypin kuutiopainoihin. (Eurofins Oy 2020.)

TAULUKKO 4. Tilakohtaiset lantamäärät

	Kuivalanta m <sup>3</sup> /v	kuivalanta t/v	Liete m <sup>3</sup> /v	Liete t/v
Tila 1	3000	2211		
Tila 2			2000	1982
Tila 3			2800	2774,8
Tila 4	1429	1000	1000	991
Tila 5	4767	3513		
Tila 6	1446	1066		
Tila 7	195,6	144		
Tila 8				
Yhteensä	10837	7934	5800	5747,8

Metaanin tuoton laskemisessa on käytetty keskimääräistä metaanintuottopotentialin arvoa tuoretonnia kohden. Esimerkiksi laskelmassa naudun kuivikelannan metaanintuottopotentiali tuoretonnia kohden on keskimäärin 32,5 m<sup>3</sup>. Lietelannan metaanintuottopotentiali tuoretonnilta on pienempi alhaisemman kuiva-ainepitoisuuden johdosta, noin 20,5 m<sup>3</sup>. Lampaan kuivikelannan metaanintuottopotentiali tuoretonnia kohden on noin 27 m<sup>3</sup>. Kun metaanintuottopotentiali tuoretonnia kohden on selvillä, siitä voidaan päätellä koko potentiali kertomalla luvut koko vuodessa syntyvän lannan määrällä.

Kun metaanintuottopotentiali on saatu selville, siitä voidaan päätellä maatilakohtaisesti syötteistä saatava energiamäärä taulukon 5 mukaisesti. Koska yksi kuutiometri metaania sisältää noin 10 kWh energiaa, voidaan laskea koko metaanin sisältämä energiamäärä kertomalla tuotetun metaanin määrä 10 kWh:lla.

## TAULUKKO 5. Karjalannan metaanintuottopotentialit

	Liete t/v	kuiva-lanta t/v	Metaani/CH <sub>4</sub> - pot. m <sup>3</sup> /t	energiamäärä kWh/v	Mwh/v
Tila 1		2211	71857,5	718575	718
Tila 2	1982		40631	406310	406
Tila 3	2774,8		56883,4	568834	568
Tila 4	991	1000	52815,5	528155	528
Tila 5		3513	114173	1141725	1142
Tila 6		1066	34645	346450	346
Tila 7		144	3888	38880	389
				yhteensä /v	4097

### 4.2.2 Peltokasvit

Säilörehunurmea viljellään pääosin kotieläintiloilla eläinten rehuksi. Haastatellulla viljatilalla nurmea viljellään viherlannoituskäyttöön. Suurin osa Hailuodossa käytössä olevasta peltopinta-alasta on nurmella. Nurmirehu olisi suurin yksittäinen raaka-aineen lähde biokaasun tuotantoon, jos sitä käytettäisiin pelkästään siihen, eikä eläinten rehuksi. Tällä hetkellä lähes kaikki säilörehu käytetään karjan rehuksi. Kuivana korjattua heinää käytetään myös kuivikkeena karsinoissa. Säilörehun metaanintuottopotentiali on tuoretonnilta noin 38–130 m<sup>3</sup> metaania.

Säilörehunurmen ohella merkittävimpiä viljelykasveja ovat viljat, joista yleisimpiä ovat ohra ja kaura. Kotieläintilat viljelevät ohraa ja kauraa pääosin eläinten rehuksi. Viljan puinnissa syntyvät oljet käytetään pääosin kotieläintiloilla kuivikkeena eläinten karsinoissa, jolloin niistä muodostuu kuivikelantaa. Viljatioilla puintijätteet silputaan usein peltoon, minkä johdosta ne jäävät hyödyntämättä. Vaikka olkea syntyy säilörehuun verrattuna vähemmän, sen metaanintuottopotentiali tuoretonnilta on korkeampi suuremman kuiva-ainepitoisuuden johdosta, eli noin 176 m<sup>3</sup> metaania.

### 4.2.3 Järviruoko

Hailuodossa rannoilla kasvavaa järviruokon muodostamaa ruovikkoa niitetään vuosittain maise-manhoitotöiden ja rantaniittyjen hoitotöiden yhteydessä. Järviruoko on hyvin yleinen rannoilla kas-



vava ruohovartinen kasvi, jota voidaan hyödyntää useisiin eri käyttötarpeisiin, kuten energiantuotantoon. Kuivunutta kasvustoa voidaan polttaa lämpökattilassa ja sitä voidaan käyttää myös biokaasulaitoksissa syötemateriaalina. Järviruokon metaanintuottopotentiaali on samaa luokkaa kuin ruokohelvellä, noin 55–76 m<sup>3</sup> metaania. Työtä varten haastateltiin ruovikon niittämistä työkseen tehnyttä asiantuntijaa, jonka tehtävänä on ollut Hailuodossa sijaitsevan Santosen alueen rannoilla olevan ruovikon niittäminen. Kyseistä ranta-aluetta on yhteensä noin 70 hehtaaria. Lisäksi muualla Hailuodossa olevia rantalaidunalueita, joilla olevaa ruovikkoa niitetään, on noin 300 hehtaaria. Hailuodon keskiosassa sijaitsevassa Kirkkosalmessa on asiantuntijan mukaan myös hyvin runsaasti ruovikkoa kasvavaa aluetta, josta syntyisi merkittäviä määriä niitettyä kasvimassaa.

Järviruokon niittämiseen ja erityisesti keräämiseen energiakäyttöön liittyy asiantuntijan mukaan paljon haasteita, jotka tekevät etenkin koneelliset korjuumenetelmät vaikeiksi toteuttaa käytännössä. Suurin ongelma ruovikon keräämisessä on vuosittainen vaihtelu kasvuston määrissä ja sijainnissa rannoilla ja Kirkkosalmessa. Etenkin Hailuodon ulkorannoilla talvi ja jääpeite muokkaa rantojen pinnanmuotoja vuosittain, jolloin myös tasaiset ja helppokulkuiset rannat saattavat muuttua paikoitellen vaikeakulkuisiksi. Tämän johdosta rannoille syntyy upottavia kuoppia ja pehmeitä alueita, ja työkoneilla kulkeminen muuttuu vaikeaksi. Etenkin Kirkkosalmessa, jossa on suurimmat järviruokon muodostamat ruovikkoalueet, ovat työkoneille vaikeakulkuisia alueita niiden mudasta koostuvan maalajin vuoksi.

#### **4.2.4 Elintarviketeollisuuden sivuvirrat**

Hailuodon panimon toiminnassa syntyvää mäskiä on mahdollista käyttää biokaasulaitoksen syötteenä. Vuosittain syntyvät määrät ovat kuitenkin varsin pieniä laajamittaisen biokaasun tuotannon kannalta, joten syntyvät mäskit olisi kannattavinta hyödyntää esimerkiksi lähistölle perustettavan laitoksen syötteenä.

Kalastuksen ja kalajalostamon toiminnan yhteydessä syntyy vuosittain eläinperäistä jätettä, jota voidaan käyttää biokaasun tuotantoon. Eläinperäinen raaka-aine on metaanintuottopotentiaaliltaan hyvin tehokasta syötemateriaalia verrattuna säilörehuun ja eläinten lantaan.

Haastatellun ammattikalastajan mukaan kunnan omistamalla kalahallilla syntyy vuodesta riippuen muutamia tuhansia kiloja erilaista kalajätettä. Jätettä syntyy vähän silloin, kun kalaa myydään tukkuun perkaamattomana, ja jätettä syntyy paljon, jos särjet joudutaan laittamaan jätteeksi. Lisäksi jätteen määrään vaikuttaa, kuinka paljon kalaa menee rehuteollisuuden raaka-aineeksi. Ammattikalastajan arvio syntyvän kalajätteen määrästä on noin 3000 kg vuodessa, mikäli kaikki kalastettu särki laitetaan jätteeksi. Tämän johdosta syntyvä jätemäärä on pieni verrattuna esimerkiksi karjantalouteen. Luken Biokaasulaskurin oppaan mukaan tuoretonnia kohden kalan perkuujätteen metaanintuottopotentiaali on noin 119 m<sup>3</sup> metaania, jos jätteen kuiva-ainepitoisuus on 27 %. Metaanin määrä voidaan laskea siis kertomalla kilomäärä arvioidun metaanintuoton määrällä, jolloin tulokseksi saadaan 357 m<sup>3</sup> metaania. Metaanin sisältämä energiamäärä on noin 3,5 MWh, kun yksi kuutiometri metaania sisältää 10 kWh energiaa.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten perusteella on tehty johtopäätöksiä todellisesta energiantuotannon kapasiteetista ja energian hyödyntämisestä eri käyttökohteissa. Energiantuotannon kapasiteettiin vaikuttaa erityisesti raaka-aineiden määrän vaihtelut vuoden aikana. Eri käyttökohteissa on omat edut ja haasteet kapasiteetin riittävyyden sekä niiden sijainnin osalta. Tämän perusteella on tehty johtopäätöksiä siitä, mitä mahdollisen biokaasulaitoksen ja biokaasun jalostuslaitteiston sijoittamisessa tulisi ottaa huomioon.

### 5.1 Energiantuotannon kapasiteetti

Karjalannan mädättämisestä syntyvän metaanin ja siitä saadun energian kokonaismäärä on yhteensä noin 4,1 GWh, mikäli ei oteta huomioon karjan laidunnusta kesäisin. Käytännössä koko karjalannan energiapotentiaalia ei saada hyödynnettyä, koska nauta- ja lammastiloilla eläimet viettävät noin 90 päivää vuodessa laitumilla. Kun eläimet ovat laitumilla, niiden tuottama virtsa ja lanta päätyvät peltoon, mikä puolestaan johtaa siihen, että osa lannasta jää hyödyntämättä.

Muiden mahdollisten raaka-aineiden sisältämän metaanintuottopotentiaalin laskeminen on haasteellista, koska esimerkiksi rannoilta niitettävän järviruokon tai käyttämättä jääneen säilörehun määriä ei ole tarkasti arvioitu. Tällöin myöskään metaanin energiansisältöä ei voida tarkastella luotettavasti. Kalanjalostusjätteen sisältämä energiamäärä on jätteen määrään nähden korkea verrattuna muihin raaka-aineisiin, koska jäte on rasvapitoista. Perkuujätteen vuotuiset määrät ovat kuitenkin pieniä, minkä johdosta energiantuotannon kapasiteetti on ainoastaan noin 3,5 MWh.

### 5.2 Energian hyödyntäminen eri käyttökohteisiin

Maatilat ovat merkittävin mahdollinen käyttäjäryhmä biokaasusta saatavalle energialle, koska tiloilla syntyy merkittävin osa raaka-aineista. Maatilojen lisäksi mahdollisia hyödyntäjiä maataloilta saatavalle energialle ovat kunnan omistamat kiinteistöt, joiden lämmityksessä hyödynnetään lämpölaitosta. Yksi vaihtoehto osalle maataloista on yhteistyö Hailuodossa sijaitsevan olutpanimon

kanssa. Lisäksi on arvioitu laskemalla maatilojen karjalannasta saatavan energiamäärän perusteella mahdollinen biokaasuautojen lukumäärä vuodessa.

### **5.2.1 Maatilat**

Haastateltujen tilojen karjalanta ja muut saatavilla olevat syötemateriaalit riittäisivät tuotantopotentiaaliltaan lähes omavaraiseen energiantuotantoon maatioilla. Erityisesti yli sadan emolehmän tiloilla karjalantaa syntyy runsaasti, ja metaanista saatava energia riittäisi oman tilakeskuksen käyttöön. Tällä hetkellä jokaisella haastatellulla maatilayrittäjällä on tilakeskuksessa ja asuinrakennuksen lämmityksessä pääosin käytössä puuhake sekä polttopuulämmitys. Hake ja polttopuut saadaan suurimmaksi osaksi omasta metsästä, joten käytössä oleva lämmitysenergia on hyvin edullista yrittäjille, ja se on myös uusiutuvaa.

Tämän johdosta yrittäjillä ei välttämättä ole kovinkaan suuria taloudellisia perusteita, eikä muita tarpeita investoida uusia lämmitysjärjestelmiä, koska jo toiminnassa olevat järjestelmät ovat varsin edullisia ja toimivia. Lisäksi olemassa olevan uusiutuvan energiamuodon korvaaminen toisella uusiutuvalla energiamuodolla ei ole kovin järkevää. Biokaasun tuotannolla on tavoitteena korvata paikallisen ympäristön fossiilisella polttoaineella toimivia lämmitysmuotoja, esimerkiksi nestekaasun ja lämmitysöljyn käyttämistä lämmityksessä. Maatilojen sijainnit ja karjalannasta saatavan energian kokonaismäärät näkyvät kuvion 3 kartassa.



KUVIO 3. Maatilojen karjalannan energiapotentiaalit (Karttapaikka 2021b)

## 5.2.2 Kunnan kiinteistöt

Merkittävä osa kunnan kiinteistöistä lämmitetään kylän keskustan läheisyydessä sijaitsevan lämpölaitoksen avulla, jonka teho on 750 kW. Lämpölaitoksen polttoaineena käytetään haketta, joka on paikallisesti tuotettua. Biometaanin hyödyntäminen lämpölaitoksella olisi suuressa mittakaavassa hankalaa, koska laitos on teholtaan hyvin suuri verrattuna maatilojen, etenkin karjalannan, tuottamaan energiamäärään. Esimerkiksi jos kuvio 3:n kartalla olevan tila 2:n tuottaman karjalannan energia hyödynnettäisiin täysimääräisesti, olisi laitoksen reaktori biokaasulaskurin mukaan kaasuteholtaan noin 70 kW (Riihimäki & Marttinen 2014).

Kunnan omistuksessa olevassa Saarenkartanon palvelukodissa käytetään kahta 210 kW öljykattilaa varavoimanlähteenä. Lämmitysöljyn korvaaminen biokaasulla olisi vaihtoehto kunnan kiinteistölle, mikäli kaasua voitaisiin kuljettaa esimerkiksi siirtoputkella rakennuksen lämmitysjärjestelmän

polnettavaksi. Yhden kattilan vaatima teho vaatisi kaiken energian vähintään neljän maatilan tuotamasta lantamäärästä, jotta tehontarve vastaisi biokaasulaitosten reaktoreiden tuottamaa kaasutehoa.

Haastatellun ammattikalastajan mukaan kunnan omistamalla kalahallilla, jossa kalastajat jalostavat kalaa myytäväksi, on käytössä sähköllä toimiva lämmitysjärjestelmä. Kyseinen rakennus sijaitsee Marjaniemen satamassa kauempana kylän keskustasta, noin 10 kilometrin päässä lämpölaitokselta. Pitkä etäisyys mautiloihin ja lämpökeskukseen tekee biokaasulla tuotetun energian hyödyntämisestä haasteellista kalahallilla. Biokaasun energian hyödyntäminen kalahallilla olisi kannattavinta lähinnä CHP-tuotannon avulla, jolloin mautilojen biokaasulla tuotettaisiin sähköä kunnan sähköverkkoon, jolloin kalahallilla ei tarvitsisi tehdä muutoksia lämmitysjärjestelmiin.

### **5.2.3 Hailuodon Panimo**

Hailuodossa sijaitsevan panimon pääsääntöinen energianlähde on fossiilinen nestekaasu, jota hyödynnetään lämmityskäyttöön oluentalviksen valmistuksen prosessissa. Kyseinen yritys on kiinnostunut hyödyntämään paikallisesti tuotettua biokaasua, koska kaasun käyttöön tarvittava laitteisto on osittain jo olemassa, jolloin fossiilisen nestekaasun korvaaminen biokaasulla ei vaatisi koko lämmitysjärjestelmän uusimista. (Kaukonen 2020.)

Panimon sähköenergiankulutus on kuukaudessa noin 7269 kWh riippuen oluentuotannon määrästä ja valmistuksessa sekä jäähdytyksessä käytettävän laitteiston energiankulutuksesta. Vuosittainen sähköenergiankulutus on 87 225 kWh. Esimerkiksi kesällä helteiden aikaan sähkönkulutus lisääntyy kasvaneen jäähdytystehon tarpeen johdosta. Talvisin puolestaan rakennuksen lämmitykseen kuluu lämmitysenergiaa enemmän. Nestekaasua panimolla kuluu noin 400 kg kuukaudessa. Kulutetun maakaasun energiamäärä voidaan laskea kertomalla yhden nestekaasukilon energiamäärä kuukauden kulutuksella. Yksi kilogramma nestekaasua sisältää 12,8 kWh energiaa, joten 400 kg nestekaasua sisältää 5,1 MWh energiaa. Vuodessa nestekaasun muodossa kuluu yhteensä noin 61,4 MWh energiaa. Kokonaisenergiankulutus on vuodessa yhteensä 148,6 MWh. (Kaukonen 2020.)

Kuukausittainen energiankulutus panimossa on suhteellisen tasaista ympäri vuoden ja kaasun tarve olisi päivittäistä, mikä tekee panimosta varteenotettavan ostajan maatilalla tuotetulle energialle. Etenkin kesäisin, jolloin biokaasulaitoksen tuotanto ylittää maatilan oman energiantarpeen usein moninkertaisesti, biokaasulla tuotetulla sähköllä voitaisiin lisätä maatilan omasta energiantuotannosta satuja hyötyjä. (Kaukonen 2020.)

Kuvion 4 kartassa näkyvien etäisyyksien perusteella panimon energiankäytön osalta varteenotettava yhteistyökumppani olisi noin yhden kilometrin päässä sijaitseva tila 2, jonka karjalannasta saatava energiamäärä on yhteensä noin 306 MWh. Seuraavaksi lähimpänä panimoa on tila 6. Jos nestekaasu korvattaisiin biokaasulla sekä tilalla 2 tuotettaisiin sähköä CHP-tuotannon avulla, panimon energiantarve kattaisi noin puolet karjalannasta saatavasta energiasta. Koska biokaasua voidaan tuottaa enemmän kuin panimo tarvitsee nykyisen kulutuksen perusteella, biokaasulaitoksen prosesseihin voidaan käyttää CHP-tuotannon avulla sen itse tuottamaa lämpö- ja sähköenergiaa. Karjalannasta saatavasta energiasta siis käytetään noin kolmannes laitoksen lämmitykseen. Yksi tapa siirtää kaasua panimon ja maatilan välillä olisi kaasuputkella tapahtuva kaasun siirtäminen, jolloin kaasun siirtoon ei tarvita ajoneuvoja. Putken rakentaminen voi kuitenkin olla haastavaa, koska putki joutuisi kulkemaan usean kiinteistönomistajan pellon halki ja tien poikki.



KUVIO 4. Panimon sijainti (Karttapaikka 2021c)

## 5.2.4 Liikennepolttoaine

Kaikkien haastateltujen maatilojen karjalannan kokonaismäärästä, ja siitä saatavilla olevan energiamäärän perusteella, voidaan arvioida kaikkein luotettavimmin, kuinka suurelle automäärälle maatiloilla voidaan tuottaa liikennepolttoainetta biokaasusta. Tyypillisen ajoneuvon energiankulutus voidaan laskea bensiinin energiasisällön ja bensiinin kulutuksen mukaan 100 kilometrillä. Jos keskipulutus 100 kilometrillä on 7,5 litraa ja bensiinin energiasisältö on 9 kWh/ litra, lukujen tuloksi saadaan 67,5 kWh. Kilometrille kulutus saadaan jakamalla tulo 100:lla, jolloin yhdellä kilometrillä kuluu energiaa 675 wattituntia. (Motiva 2020.)

Taulukon 6 laskukaavojen mukaisesti voidaan laskea, kuinka monelle autolle biometaani riittäisi. Tavallisella henkilöautolla ajetaan Tilastokeskuksen tutkimuksen mukaan vuodessa noin 13794 kilometriä (Konttinen 2019). Yhden henkilöauton kuluttama energiamäärä saadaan kertomalla kilometrikohtainen energiankulutus vuosittaisella kilometrimäärällä, jolloin tuloksi saadaan noin 9,3 MWh. Kun kaikkien kuvan 4 numeroitujen maatilojen lannan tuottama energian kokonaismäärä, 2824 MWh jaetaan 9,3 MWh:lla, saadaan kaasulla kulkevien autojen määrä. Energiamäärä riittäisi siis 304 henkilöautolle.

TAULUKKO 6. Biometaanin riittävyyden laskeminen

Ajokilometrit/ v	kulutus kWh/km	kulutus kWh/ v	MWh/v	
13794	0,675	9310,95	9,3	
Energiamäärä GWh/ v		MWh/ v		
2,824		2824		
biometaania käyttävien henkilöautojen määrä:				
2824 MWh /9,3 MWh =		304		

Edellä mainittu määrä ei ole kuitenkaan mahdollinen, jos vain osa maatiloista ryhtyisi tuottamaan metaania polttoaineeksi. Esimerkiksi jos tila 5 ei olisi mukana metaanin tuotannossa, autokannan määrä vähenisi noin 88 autolla. Autokannan koko määräytyisi myös sen mukaan, kuinka paljon metaanista saatavaa energiaa maatilat käyttäisivät omiin tarpeisiin, eli kaikkea kaasua ei myytäisi tilan ulkopuolelle. Edellä mainittuihin laskuihin ei ole otettu myöskään huomioon laitoksen omaa



energiantarvetta. Laitoksen prosesseihin, kuten lämmittämiseen, kuuluu noin kolmannes tuotettavasta energiasta, mikäli lämmittämiseen ei käytetä ulkopuolista energianlähdettä.

Liikennepolttoaineen tuotannon kannalta on edullista, että maatilat sijaitsevat enimmillään noin 5 kilometrin etäisyydellä kuvion 5 kartassa olevasta huoltoasemasta, joten etäisyydet ovat melko taseisia. Tilan 5 liikennepolttoaineen tuotantoa ajatellen on eduksi, että metaania olisi saatavilla reilusti enemmän kuin muilla maatiloilla. Lisäksi suuren potentiaalin johdosta maatila voisi harkita oman pienemmän mittakaavan tankkausaseman perustamista, jolloin asiakkaat voisivat tankata auton maatilalla kulkiessaan Hailuodon lauttarantaan, josta on yhteys Ouluun. Maatilakeskus sijaitsee noin 100 metrin päässä tiestä.



KUVIO 5. Huoltoasema ja maatilat (Karttapaikka 2021d)

### 5.3 Biokaasulaitoksen sijoittaminen

Biokaasuntuotantoon käytettävistä raaka-aineista eli syötteistä karjalanta ja säilörehu ovat määrällisesti suurimmat biokaasun lähteet, ja lisäksi niiden metaanintuottopotentiaali on kohtuullisen kor-

kea. Biokaasuntuotannon ja metaanin hyödyntämisen kannalta syötteiden sekä kaasun käyttökoh- teen tulisi olla mahdollisimman lyhyiden etäisyyksien päässä biokaasulaitokselta. Pienillä välimat- koilla vältetään liiallisilta syötteiden ja kaasun siirtämisestä aiheutuvilta kustannuksilta. Erityisesti mautiloilla syntyvän karjalannan siirtäminen pitkiä matkoja on energiankäytön hyötysuhteen kan- nalta ongelmallista, koska karjalanta on koostumukseltaan enimmäkseen vettä, joka ei tuota bio- kaasua. Lietelannassa biokaasua tuottavan kuiva-aineen osuus on noin 5–14 %. Kuivikelannan kuiva-ainepitoisuus on lietalantaa suurempi, noin 30 %, minkä johdosta lanta on kiinteää ja kuiva- aineen kuljettaminen vie tällöin vähemmän tilaa. Kuitenkin veden osuus kuivikelannasta on reilusti yli puolet, noin 70 %.

Energiantuotannon hyötysuhteen ja syötteiden hyödyntämisen kannalta paras vaihtoehto olisi, että biokaasulaitos sijaitsee mautilalla, koska tällöin syötteiden kuljetusmatkat säilyvät mahdollisimman pieninä. Tällöin lähes jokaisen maatilan tulisi perustaa oma biokaasulaitos. Jos biokaasulaitos si- jaitaisi huomattavan välimatkan päässä maatilan talouskeskuksesta, voisi lannan tehokas hyödyn- täminen sekä energiakäyttöön että lannoitukseen pelloille olla monimutkaista.

Talvella lietettä ei levitetä pelloille, minkä johdosta se varastoidaan säiliöissä. Jos etäällä olevan laitoksen varastointikapasiteetti ei riitä koko talven mädätysjäännöksen varastointiin, se täytyy kul- juttaa takaisin mautilalle. Kyseinen tilanne voi syntyä, jos välimatkan päässä sijaitseva laitos on usean maatilan käytössä yhteisomisteisesti. Karjalantaa, joka koostuu pääosin vedestä, voidaan siis joutua kuljettamaan kaksi kertaa maatilan ja laitoksen välillä. Lisäksi etäisyydet pelloille toden- näköisesti kasvavat, koska yleensä suuri osa maatilan pelloista sijaitsee lähellä mautilakeskusta. Ongelmalta voi välttyä, jos mädätysjäännöksen varastointiin rakennetaan kapasiteetiltaan tar- peeksi suuret säiliöt. Suurten säiliöiden rakentaminen puolestaan aiheuttaa enemmän kustannuk- sia. Ongelman voi ratkaista myös siten, että mädätysjäännöstä tuodaan paluukuormana takaisin maatilan säiliöön ympäri vuoden, jolloin laitoksella ei tarvita suuria varastointisäiliöitä.

#### **5.4 Yhteisomisteinen jalostus- ja paineistuslaitteisto**

Liikennepolttoaineen tuotantoa ajatellen jalostuslaitteiston kustannukset ovat tilakohtaisesti suuria, jos jokainen mautila joutuisi investoimaan erikseen jalostuslaitteistoon. MTT:n biokaasulaskurin op- paan mukaan biokaasun puhdistus- ja paineistuslaitteiston hinta on noin 400 000 euroa mautila-

kohtaisesti. Yhden ison jalostuslaitteiston yhteisomistuksella voisi syntyä säästöjä, jos kaasua siirrettäisiin esimerkiksi siirtoputkella tai painesäiliöillä yhteisomisteiselle jalostuslaitteistolle. (Riihimäki ym. 2021.)

Jalostuslaitteisto voisi sijaita esimerkiksi tilalla, jolla on suurin biokaasun tuotantokapasiteetti. Kuvion 3 kartan mukaan haastatelluista maatiloista kolme tilaa sijaitsee hieman alle kahden kilometrin päässä toisistaan, jolloin kaasun siirtäminen putkella voisi olla varteenotettava vaihtoehto. Kyseiset maatilat ovat kartalla ympyröidyn alueen sisällä tilat 1, 4 ja 7. Koska tilan 1 karjalannasta saatava energiasisältö on suurin kartassa olevan ympyröidyn alueen sisällä, voisi liikennepolttoaineen puhdistus ja paineistuslaitteisto sijaita kyseisellä maatilalla. Tällöin siirtoputkella voitaisiin kahdelta muulta tilalta siirtää jalostamatonta biokaasua matalalla paineella jalostuslaitteistolle. Koska tilat 4 ja 7 sijaitsevat molemmat noin kahden kilometrin etäisyydellä tilasta 1, tulisi siirtoputkea rakentaa noin neljä kilometriä.

Esimerkiksi Uponorin valmistama ProFuse RC polyeteeniputki on tarkoitettu kaasun siirtämiseen ja se voidaan upottaa maan sisälle. Kyseisen putken hinta 100 metriä kohti on noin 1200 euroa, joten yksi kilometri putkea on hinnaltaan noin 12 000 euroa. Edellä mainittu neljän kilometrin siirtoputkisto maksaisi siis noin 48 000 euroa. Putken asennuksessa kustannuksia aiheuttaa myös maanrakennus ja mahdolliset maaston esteet sekä lupien hankkiminen putkelle, koska putken linja saattaa kulkea usean maanomistajan kiinteistön läpi sekä teiden alta. Edellä mainittujen asioiden lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon kosteuden poistamiseen tarvittavien kaivojen asentaminen, jotta liiallinen kosteus ei aiheuta tukoksia putkilinjan alimpiin kohtiin. (Uponor 2020.)

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Hailuodossa olevien biokaasuntuotannossa käytettävien raaka-aineiden määrää ja laatua. Raaka-aineiden lisäksi selvitettiin paikallisia käyttömahdollisuuksia biokaasusta jalostetulle metaanille. Selvityksen tavoitteena oli tuottaa hyödyllistä tietoa Hailuodossa oleville yrittäjille sekä muille yhteisöille ja henkilöille, jotka ovat kiinnostuneita harjoittamaan paikallista energiantuotantoa biokaasun avulla.

Opinnäytetyössä käytettyä tietoa kerättiin pääosin biokaasuntuotantoa käsittelevästä kirjallisuudesta sekä verkossa olevasta aineistosta. Maatilayrittäjien haastattelujen tärkeimpänä tarkoituksena oli kerätä tietoa maatiloilla syntyvistä syötteistä, jolloin biokaasuntuotannon kokonaispotentiaalia voitiin arvioida. Laskelmilla voidaan arvioida potentiaalia kuitenkin melko suurpiirteisesti, koska syötteiden määrä ja laatu vaihtelevat todellisuudessa muun muassa vuodenajan mukaan. Lisäksi haastatteluissa kysyttiin yrittäjien mielipiteitä biokaasun eduista ja haasteista. Muiden asiantuntijahaastattelujen tavoitteena oli kerätä tietoa maatilojen ulkopuolisista syötteistä sekä selvittää biokaasun käyttömahdollisuuksia energiakäytössä.

Määrältään suurimmat syötteet ovat maatiloilla syntyvä karjalanta sekä säilörehu, joka ei päädy eläinten ruokintaan. Hailuodossa olevilla maatiloilla on potentiaalia hyödyntää biokaasua energiantuotannossa maatilojen omiin tarpeisiin, minkä lisäksi tuotantopotentiaali riittäisi jossain määrin metaanin tuotantoon maatilan ulkopuolisille yrityksille. Metaanin varteenotettavia ostajia Hailuodossa olisivat erityisesti olutpanimo, joka käyttäisi metaania lämmityskäyttöön korvaamaan fossiilisen nestekaasun, sekä kunnan kiinteistöt. Jos haastateltujen maatilojen kaikki lannasta saatava metaani käytettäisiin liikennepolttoaineeksi, metaani riittäisi noin 300 kaasulla toimivan auton käyttöön. Liikennepolttoaineen tuotannossa suurin haaste on jalostuslaitteiston sekä tankkausasemien suuri hinta. Lisäksi autokannan muodostaminen vaatisi muun muassa vahvaa julkisen sektorin tukea.

Tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jää taloudellisen kannattavuuden laskeminen biokaasulaitoksen sekä jatkokäyttöön tarkoitetun laitteiston osalta, sillä se vaatisi hyvin syvällisen laskelman ja analyysin tuotannossa toimivien yritysten tilanteesta, joten se on tämän työn puitteissa epärealistista. Aikataulujen johdosta työ oli kohtuullinen ja aihe oli haastava, mutta todella mielenkiintoinen.

## LÄHTEET

Eurofins Oy 2020. Lantojen tilavuuspainot. Hakupäivä 2.5.2021. <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2233424/lantojen-tilavuuspainot.pdf>

Gasum Oy 2020. Biokaasu osana kiertotaloutta. Hakupäivä 18.2.2021. <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/>

Huttunen, Markku, Kuittinen, Ville & Lampinen Ari 2017. Suomen Biokaasulaitosrekisteri n:o 21. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto. Hakupäivä 15.3.2020. <https://erepo.uef.fi/handle/123456789/20186>

Karttapaikka 2021a. Kuvankaappaus taustakartasta. Maatilojen sijainti. Hakupäivä 28.4.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Karttapaikka 2021b. Kuvankaappaus taustakartasta. Maatilojen karjalannan energiapotentiaalit. Hakupäivä 28.4.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Karttapaikka 2021c. Kuvankaappaus taustakartasta. Panimon sijainti. Hakupäivä 10.3.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Karttapaikka 2021d. Kuvankaappaus taustakartasta. Huoltoasema ja maatilat. Hakupäivä 10.3.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>

Kaukonen, Kimmo 2020. Hailuodon panimo. Sähköpostikeskustelu 15.3.2021.

Kauppila, Sami 2020. Hailuodon kunta. Haastattelu 27.1.2020.

Konttinen, Juha-Pekka 2019. Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua. Tieto&trendit. Hakupäivä 9.6.2020. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/?listing=simple>

Kymäläinen, Maritta & Pakarinen, Outi 2015. Biokaasuteknologia. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 15.3.2020. <https://www.theseus.fi/handle/10024/104180>

Luonnonvarakeskus 2017. Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. Helsinki. Hakupäivä 25.4.2021. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540214/luke-luobio\\_45\\_2017.pdf?sequence=12](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540214/luke-luobio_45_2017.pdf?sequence=12)

Motiva 2020. Bensiini. Hakupäivä 9.6.2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava liikenne ja liikkuminen/nain liikut viisaasti/valitse auto viisaasti/energiالاhteet/bensiini](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/energiالاhteet/bensiini)

Motiva 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Hakupäivä 15.2.2020. [https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun tuotanto maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf)

Palva, Reetta & Alasuutari, Sakari 2009. Lannan käsittely ja käyttö. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.

Rapinoja, Susanna 2020. Hailuodon panimo. Haastattelu 23.1.2020.

Riihimäki, Markku & Marttinen, Sanna 2014. Biokaasulaskuri. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Uusikaupunki: Ukipolis Oy. Hakupäivä 5.6.2020. [Maatalousinfo \(luke.fi\)](#)

Riihimäki, Markku, Mahal, Katja, Suoniemi, Jani, Nurmio, Juha & Marttinen, Sanna 2014. Biokaasulaskurin käyttöohje. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Uusikaupunki: Ukipolis Oy. Hakupäivä 10.3.2020. [https://portal.mtt.fi/images/sovellukset/biokaasu/biokaasulaskuri\\_ohjekirja.pdf](https://portal.mtt.fi/images/sovellukset/biokaasu/biokaasulaskuri_ohjekirja.pdf)

Uponor 2020. Kaasuputkistot. Hakupäivä 9.6.2020. <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/paineputkistot/kaasuputkistot>

Ympäristöministeriö 2020. Lantavarastojen ohjetilavuudet. Hakupäivä 24.5.2020. [https://www.ym.fi/download/Luonnos\\_asetuksen\\_liitteeksi\\_1/cfdb31ee-d6ad-4430-a957-e9aa1aab7986/99050](https://www.ym.fi/download/Luonnos_asetuksen_liitteeksi_1/cfdb31ee-d6ad-4430-a957-e9aa1aab7986/99050)

*Sisäruokintakauden lantamäärä*

	liete t/ v	k.lanta t/v	liete t/vrk	k.lanta t/vrk	liete t/275 vrk	k.lanta t/275 vrk
Tila 1		2211		6,1		1666
Tila 2	1982		5,4		1493	
Tila 3	2774,8		7,6		2091	
Tila 4	991	1000	2,7	2,7	747	753
Tila 5		3513		9,6		2647
Tila 6		1066		2,9		803
Tila 7		144		0,39		108

*Sisäruokintakauden lannan tuottama energiamäärä*

	liete t/275 vrk	Kuivikelanta t/275 vrk	CH <sub>4</sub> -pot. m <sup>3</sup> /t	Metaania m <sup>3</sup> /v	Energiamäärä MWh/v
Tila 1		1666	32,5	54145	541
Tila 2	1493		20,5	30607	306
Tila 3	2091		20,5	42865,5	429
Tila 4	747	753	20,5/32,5	39786	398
Tila 5		2647	32,5	86027,5	860
Tila 6		803	32,5	26097,5	261
Tila 7		108	27	2916	29
				yht.	2824

Opinnäytetyö: Biokaasun tuotannon mahdollisuudet Hailuodossa  
Antti Luuru OAMK  
Haastateltava:

### Maatiloja koskevat kysymykset

1. Mikä on maatilan tuotantomuoto?
  - a. kotieläin/kasvinviljely
2. Kuinka paljon on eläimiä?
3. Kuinka paljon on peltoa?
4. Kuinka paljon tilalla syntyy vuodessa?
  - a. Karjanlanta
  - b. Säilörehua (ylimääräinen, jää käyttämättä karjalta)
  - c. olkea ym. kasvijätettä
5. Mitä energiamuotoja tilalla käytetään lämmityksessä?
  - a. Hake?
  - b. Lämmitysöljy?
6. Kuivataanko viljaa kuivurissa?
7. Maatilan sähkön/lämmönkulutus?
8. Minkälainen suhtautuminen on biokaasun tuotantoon, jos se olisi taloudellisesti kannattavaa?
9. Onko biokaasun tuotantoa suunniteltu?
10. Onko kiinnostusta kaasun käyttöön liikennepolttoaineena?

### Muut kysymykset asiantuntijoille

#### Järviruoko

1. Kuinka suuria alueita on niitossa?
2. Kuinka suuri on niitetyn järviruokon määrä arviolta?
3. Kerätäänkö järviruokoa rannoilta pois?

#### Kalajäte

1. Kuinka paljon kalanjalostusjätettä syntyy Hailuodossa?
2. Minne perkuujätteet päätyvät tällä hetkellä?