



DigiBiogasHubs

Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan
biokaasutoiminnan mahdollistajina

Biokaasukeskittymien synergiat: Hub-kohtaisten analyysien keskeiset tulokset ja maakuntarajat ylittävän yhteistyön tuoma lisäarvo alueiden toimijoille

- Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnat

ISBN 978-952-7515-81-5

2025

Ryhmähanke R-00483

Lisenssi: CC BY-SA

Tekijät: Kirsi Spoof-Tuomi, Vaasan yliopisto
Petri Jännti, Centria-ammattikorkeakoulu
Sanna Hietämäki & Juha Tiainen, SEAMK

Tutkimushanke DigiBiogasHubs on Euroopan Unionin osarahoittama (Euroopan rakennerahastot EAKR / ESR+ 2021–2027) ja Vaasan yliopiston tutkimus- ja innovaatioalusta VEBICin koordinoima. Projektipartnereita ovat Centria ja SEAMK. Muita rahoittajia ovat Wärtsilä, Stormossen, PK Biogas, Kokkolan kaupunki, Kannuksen kaupunki sekä Kaustisen seutukunta.

TIIVISTELMÄ

Tämä synergia raportti on osa EU:n osarahoittamaa DigiBiogasHubs-hanketta ja keskittyy biokaasuliiketoiminnan kehittämiseen Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnissa. Raportissa tuodaan yhteen edellä mainittujen kolmen pohjalaismaakunnan biokaasupotentiaali, tuotanto- ja käyttömahdollisuudet sekä maakuntarajat ylittävän yhteistyön tuoma lisäarvo.

Analyysit osoittavat, että alueilla on merkittävä, mutta alihyödynnetty biometaanin tuotantopotentiaali, joka perustuu erityisesti lantaan ja peltobiomassoihin. Teknistaloudellisesti arvioitu tuotantopotentiaali on 676–1172 GWh vuodessa, mikä mahdollistaisi useiden keskikokoisten tai suurten biokaasulaitosten perustamisen. Käyttöpotentiaalia on erityisesti teollisuuden eri aloilla, raskaassa liikenteessä ja maataloudessa.

Raportti korostaa yhteistyön merkitystä raaka-aineiden hankinnassa, logistiikassa, investoinneissa ja markkinoinnissa. Esimerkiksi osuuskuntamalli ja etäkaivot voivat tehostaa toimintaa ja vähentää kustannuksia. Yhteistyö mahdollistaa myös innovaatioiden nopeamman käyttöönoton ja markkinoiden laajentamisen.

Keskeinen haaste on biokaasun kysynnän ja tarjonnan välinen epätasapaino, jota voidaan tasapainottaa poliittisilla ohjauskeinoilla ja taloudellisilla kannustimilla. Raportti esittää konkreettisia toimenpiteitä biokaasuliiketoiminnan kehittämiseksi ja painottaa alueellisen yhteistyön roolia kestäväen ja kilpailukykyisen biokaasutuotannon edistämisessä.

Sisällys/Table of contents

Executive summary	5
1. Johdanto	6
2. Alueiden kuvaukset	7
3. Hub-kohtaisten analyysien keskeiset tulokset	8
3.1 Biokaasukeskittymät, olemassa olevat laitokset ja suunnitteilla olevat laitokset Etelä-, Keski- ja Pohjanmaalla	8
3.2 Biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali	10
3.3 Teknistaloudellinen tuotantopotentiaali	12
3.4 Biometaanin käyttöpotentiaali pohjalaismaakunnissa	15
4. Biokaasulla saavutettavat päästövähennykset	18
4.1 Mädätysjäännös	19
4.2 Kustannusvertailuja eri kokoluokan biokaasulaitoksille, CBG & LBG	20
4.3 Huomioita tuotantolaitosten vertailuista	24
5. Simulaatioita laitosten hankintasäteistä, lietelanta- ja olkikeskittymät	24
5.1 Olemassa olevien ja suunnitteilla olevien laitosten käyttämä lietelantapotentiaali	28
5.2 Arvio Nurmon Bioenergia Oy:n sekä mahdollisen Kurikan laitoksen syötehankinnasta	29
5.3 Olkimäärät pohjalaismaakunnissa	32
5.4 Biokaasulaitosten suunnittelu lietelannan ja muiden syötteiden saatavuuden näkökulmasta	36
6. Maakuntarajat ylittävä yhteistyö laajentaa markkinamahdollisuuksia	37
6.1 Raaka-aineiden hyödyntäminen ja logistiikka: osuuskunta ja etäkaivot esimerkkeinä	37
6.2 Markkinoiden laajentaminen ja kaupallistaminen; esimerkkeinä Stormossen ja Pohjanmaan Biokaasu Oy	39
6.3 Yhteiset investoinnit ja innovaatioiden käyttöönotto	40

6.4 Yhteinen markkinointi ja brändäys vahvistaisivat biokaasun tunnettavuutta	41
6.5 Yhteenveto ja pohdinta	41
7. Yhteenveto ja katse tulevaan	42
7.1 Biokaasuliiketoiminnan kehittäminen	43
7.2 Biokaasupotentiaali tehokkaasti käyttöön yhteistyöllä	45
Lähteet	47

Executive summary

This Synergy Report is part of the DigiBiogasHubs projects' work package 2. The project is co-funded by the EU. The project is implemented in three regions: South Ostrobothnia, Central Ostrobothnia and Ostrobothnia. In each region, the production and use potential of biogas has been investigated and techno-economic assessments and comparisons of the investment and operating costs of various types of biogas plants and the subsidies available for investments have been produced. The profitability of the plants has been compared centrally, taking environmental considerations into account.

The three regions under consideration differ in terms of population, economic structure and, in part, agricultural production priorities, but they are united by a strong primary production sector that lays the foundation for the biogas business. The report examines agricultural side streams and their biomethane potential and emission reductions. Only side streams that are not used in food production are considered.

Based on publicly known investment plans, the production volume of biogas will double from 2024 to 2027 at the national level (Biogas2030, 2024). The Ostrobothnian provinces have a lot of untapped agricultural side streams, so they can play a significant role in increasing biogas production volumes. Biogas production can significantly reduce greenhouse gas emissions from agriculture, which in turn is linked to broader national emission reduction targets. In the project area, agriculture is a significant industry whose emission reductions by 2030 threaten to remain unrealised. Agriculture (Finnish Environment Institute, 2025) produces the lion's share of the main emissions in the areas, but biogas production can significantly reduce these emissions, which is noted in the chapters of this report.

The aim of the report is to provide a comprehensive picture of the current state and development prospects of the biogas business in Ostrobothnia areas and to identify opportunities for cooperation that can accelerate the transition towards more sustainable and carbon-neutral energy production.

1. Johdanto

Tämä synergia raportti on osa EU:n osarahoittaman DigiBiogasHubs-hankkeen työpakettia kaksi. Hanke toteutetaan kolmen maakunnan alueella: Etelä-Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa ja Pohjanmaa. Kussakin maakunnassa on selvitetty biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalia ja tuotettu teknistaloudellisia arviointeja ja vertailuja erityyppisten biokaasulaitosten investointi- ja käyttökustannuksista sekä investoinneille saatavissa olevista tuista. Laitosten kannattavuutta on vertailtu keskenään ympäristönäkökulmat huomioiden.

Kolme tarkasteltavaa maakuntaa eroavat toisistaan väestömäärään, elinkeinorakenteen ja osin maataloustuotannon painotusten osalta, mutta niitä yhdistää vahva alkutuotantosektori, joka luo perustan biokaasuliiketoiminnalle. Raportissa tarkastellaan maatalouden sivuvirtoja ja niiden biometaanipotentiaalia ja päästövähennyksiä. Tarkastelussa on ainoastaan sivuvirrat, joita ei käytetä ruuan tuotannossa.

Julkisesti tiedossa olevien investointisuunnitelmien perusteella biokaasun tuotantomäärä tulee tuplaantumaan vuodesta 2024 vuoteen 2027 mennessä valtakunnallisella tasolla (Biokaasuvisio2030, 2024). Pohjalaismaakunnissa on paljon hyödyntämättömiä maatalouden sivuvirtoja, joten niillä voi olla merkittävä rooli biokaasun tuotantomäärien lisäämisessä. Biokaasuntuotannolla voidaan vähentää merkittävästi maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä, mikä taas kytkeytyy laajempiin kansallisiin päästövähennystavoitteisiin. Hankealueella maatalous on merkittävä elinkeino, jonka päästövähennykset vuoteen 2030 mennessä uhkaavat jäädä toteutumatta. Leijonanosan alueiden päästöistä tuottaa maatalous (Suomen ympäristökeskus, 2025), mutta biokaasuntuotannolla näitä päästöjä voidaan vähentää huomattavasti, mikä huomataan tämän raportin luvuista jäljempänä.

Raportin tavoitteena on tarjota kokonaisvaltainen kuva biokaasuliiketoiminnan nykytilasta ja kehitysnäkymistä pohjalaismaakunnissa sekä tunnistaa yhteistyön mahdollisuudet, jotka voivat vauhdittaa siirtymää kohti kestävämpää ja hiilineutraalia energiantuotantoa.

2. Alueiden kuvaukset

Tässä raportissa tarkasteltavat maakunnat eroavat toisistaan kokonsa puolesta: Etelä-Pohjanmaa on näistä suurin maakunta 18 kunnalla (Tiainen, 2024). Tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan Etelä-Pohjanmaalla asui viime vuoden lopussa 189 937 henkilöä (Tolonen ym., 2025). Pohjanmaan asukasluku on noin 176 000 ja kuntia on 14 (Spoof-Tuomi, 2024). Keski-Pohjanmaa taas on maakuntana pieni: se koostuu kahdeksasta kunnasta, joissa asuu yhteensä noin 68 000 asukasta (Jäntti, 2024). Siksi tässä raportissa esitetyt lukemia täytyy lukea ja tulkita nämä kokoerot huomioiden. Kaikkia kolmea maakuntaa yhdistää vahva ja monipuolinen alkutuotantosektori, hieman erilaisin painotuksin tuotantosuunnissa. Se luo oleellisen perustan biokaasuliiketoiminnalle.

Etelä-Pohjanmaa tunnetaan vahvasta elintarvikesektorista ja elintarviketuotanto onkin yksi maakunnan vahvimpia toimialoja. Ruoka-alan osuus maakunnan työllisistä on 18,3 %, eniten ruoka-ala työllistää maataloudessa, 7 376 henkilöä. Ruoka-ala tuottaa maakunnalle noin 15,8 % arvonlisäystä. Nämä ruoka-alaa koskevat luvut ovat Suomen suurimpia. Viljanviljely sekä muu kasvinviljely ja siipikarjatalous ovat yleisimpiä tuotantosuuntia. Etelä-Pohjanmaa on maan kolmanneksi suurin maidontuottaja, toiseksi suurin siipikarjan tuottaja ja maan suurin sianlihan tuottaja (Luonnonvarakeskus (Luke), 2024)

Myös Keski-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla on monipuolista ja koko Suomelle merkittävää maataloustuotantoa. Keski-Pohjanmaalla tuotantosuunnista korostuvat erityisesti maidontuotanto, naudanlihan tuotanto, perunanviljely ja turkistarhaus. (Tolonen ym., 2025) Ruoka-alan osuus maakunnan työllisistä on 13,7 %. Ruoka-ala työllistää maataloudessa eniten, 1 948 henkeä. Ruoka-ala tuottaa 9,7 % koko maakunnan arvonlisäyksestä Keski-Pohjanmaalla. (Luonnonvarakeskus, 2024) Pohjanmaalla erityisen tärkeitä tuotantosuuntia ovat kasvihuonetuotanto, maidon- ja naudanlihan tuotanto, perunanviljely sekä turkistarhaus. Suurin osa Suomessa tuotetuista tomaateista ja kurkuista tuotetaan Pohjanmaan Suupohjan rannikkoseudulla. (Tolonen ym., 2025) Ruoka-alan osuus maakunnan

työllisistä on 14,0 %. Välittömästi ruoka-ala työllistää maataloudessa (4 970 henkeä). Arvonlisäystä ruoka-ala tuottaa maakunnalle noin 10,2 % koko maakunnan arvonlisäyksestä. (Luonnonvarakeskus, 2024)

Maakuntien välillä on myös eroavaisuuksia. Etelä-Pohjanmaan energiantuotantojärjestelmän muutoksen erityisteemoja ovat esimerkiksi biokaasun tuotannon ja käytön lisääminen. Ruokamaakunnassa lantaa ja maatalousjätettä on alueella runsaasti, mikä tekee biokaasulaitosinvestoinneista varteenotettavia. Keski-Pohjanmaalla on vahvaa vientiteollisuutta ja sinne on sijoittumassa merkittävä määrä suurinvestointeja erityisesti puhdasta siirtymää edistäville aloille. Kokkolassa sijaitsee Pohjoismaiden suurin epäorgaanisen kemianteollisuuden keskittymä, Kokkola Industrial Park (KIP), jota pidetään kiertotalouden edelläkävijänä Suomessa ja koko Euroopassa. Myös Pohjanmaa tunnetaan vientipainotteisesta teollisuudesta ja erityisesti Pohjoismaiden suurimmasta energiateollisuuden klusterista. (Tolonen ym., 2025)

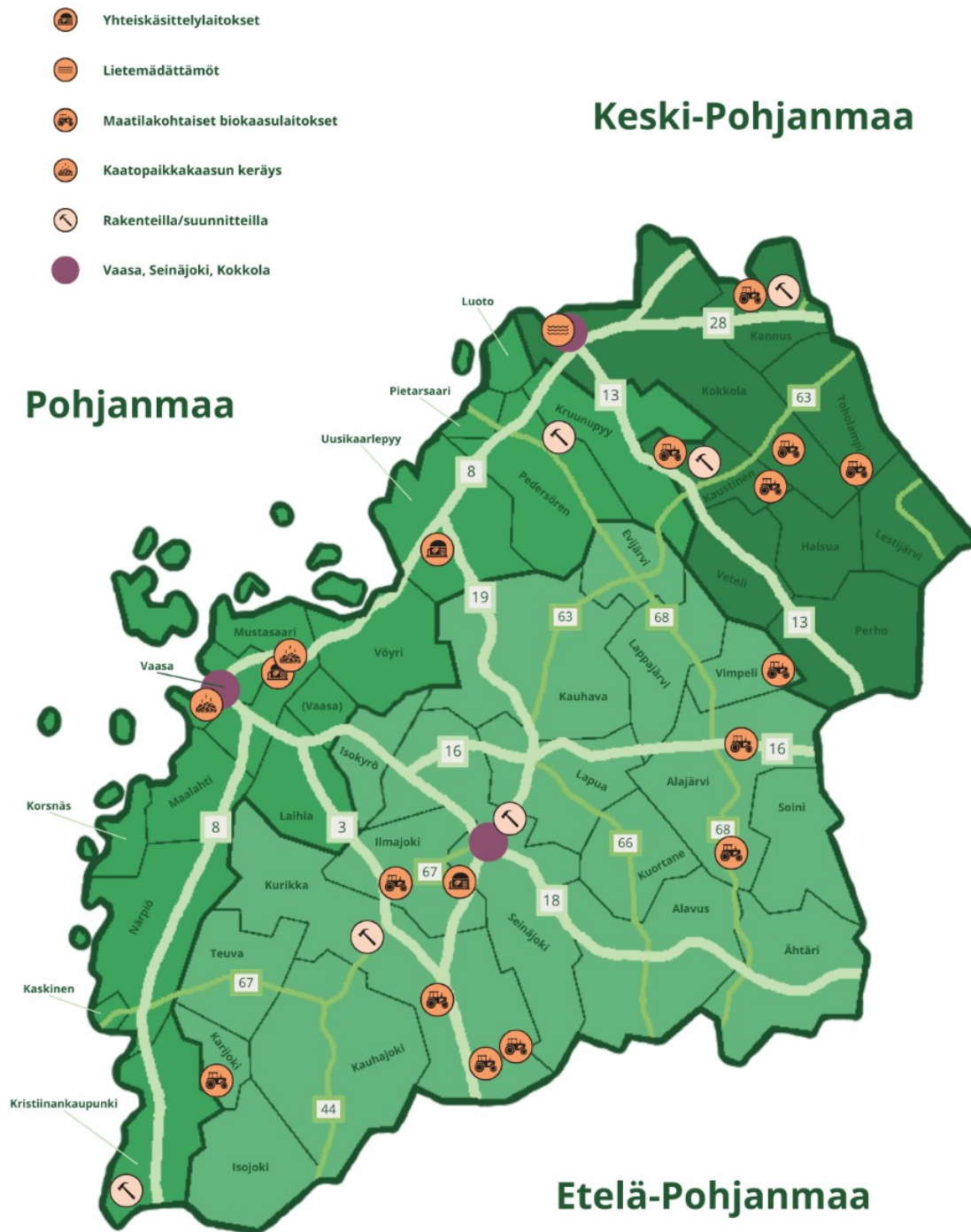
3. Hub-kohtaisten analyysien keskeiset tulokset

3.1 Biokaasukeskittymät, olemassa olevat laitokset ja suunnitteilla olevat laitokset Etelä-, Keski- ja Pohjanmaalla

Pohjanmaan maakunnassa on kolme biokaasukeskittymää; Jepuan Biokaasu maakunnan pohjoisosassa, keskiosissa Stormossenin biokaasulaitos ja eteläisessä osassa Kristiinankaupungin Härkmeren kylään valmisteilla oleva Rannikon Biokaasu, jonka rahoituspohja on vielä auki. Lisäksi Valion ja energiayhtiö St1 Biokraftin yhteisyritys Suomen Lantakaasu Oy on selvittänyt biokaasulaitoshankkeen käynnistämistä Pedersöre-Kruunupyyn alueella. Näin ollen toiminnassa olevia laitoksia on kaksi ja suunnitteilla olevia laitoksia kaksi. Biokaasun käyttöpotentiaalia tunnistettiin meriliikenteessä, rakkaassa liikenteessä ja teollisuudessa. (Spoof-Tuomi, 2024)

Etelä-Pohjanmaalla keskittymiä on kaksi; yksi Kurikan Jalasjärvellä 3-tien varrella ja toinen Nurmon Bioenergia Oy:n tulevan laitoksen ympäristö Seinäjoen Nurmossa. Toiminnassa olevia laitoksia on yhdeksän ja rakennusvaiheessa on yksi biokaasulaitos Nurmoon. Lisäksi Kurikkaan rakennetaan iso biokaasulaitos, jossa käsitellään maatalouden sivuvirtoja. Biokaasulle käyttöä on eniten ruokaketjussa, varsinkin sen alkupäässä. (Tiainen, 2024)

Myös Keski-Pohjanmaalla keskittymiä on kaksi: Kaustisen seudulla Kaustisen Turkisrehu Oy:n suunnittelema biokaasulaitos ja Kokkolan seudulla Pohjanmaan Biokaasu Oy. Toiminnassa olevia laitoksia on kuusi ja suunnitteilla olevia kaksi. Biokaasulle on käyttöä eniten teollisuudessa. (Jännti, 2024). Suomen Lantakaasun hankkeessa selvitetään Keski-Pohjanmaalle sijoittuvan biokaasulaitoksen toteutettavuutta ja mädätysjäätännöksen jatkojalostusta (Ympäristöministeriö, 2024). Kuvassa yksi näkyy kaikkien kolmen maakunnan olemassa olevat sekä suunnitteilla ja rakenteilla olevat biokaasulaitokset.



Kartta 1: Olemassa olevat sekä suunnitteilla ja rakenteilla olevat biokaasulaitokset pohjalaismaakunnissa (Milla Hannula, Vaasan yliopisto).

3.2 Biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali

Biometaanin teoreettinen tuotantopotentiaali Pohjanmaalla on 12-kertainen, Keski-Pohjanmaalla 8-kertainen ja Etelä-Pohjanmaalla 28-kertainen nykyiseen vuosituotantoon verrattuna, jos saatavilla

olevat biomassat hyödynnettäisiin kokonaisuudessaan eli 100-prosenttisesti biokaasun tuotannossa. Teoreettinen biometaanin tuotantopotentiaali näissä kolmessa maakunnassa on 2257 GWh/v.

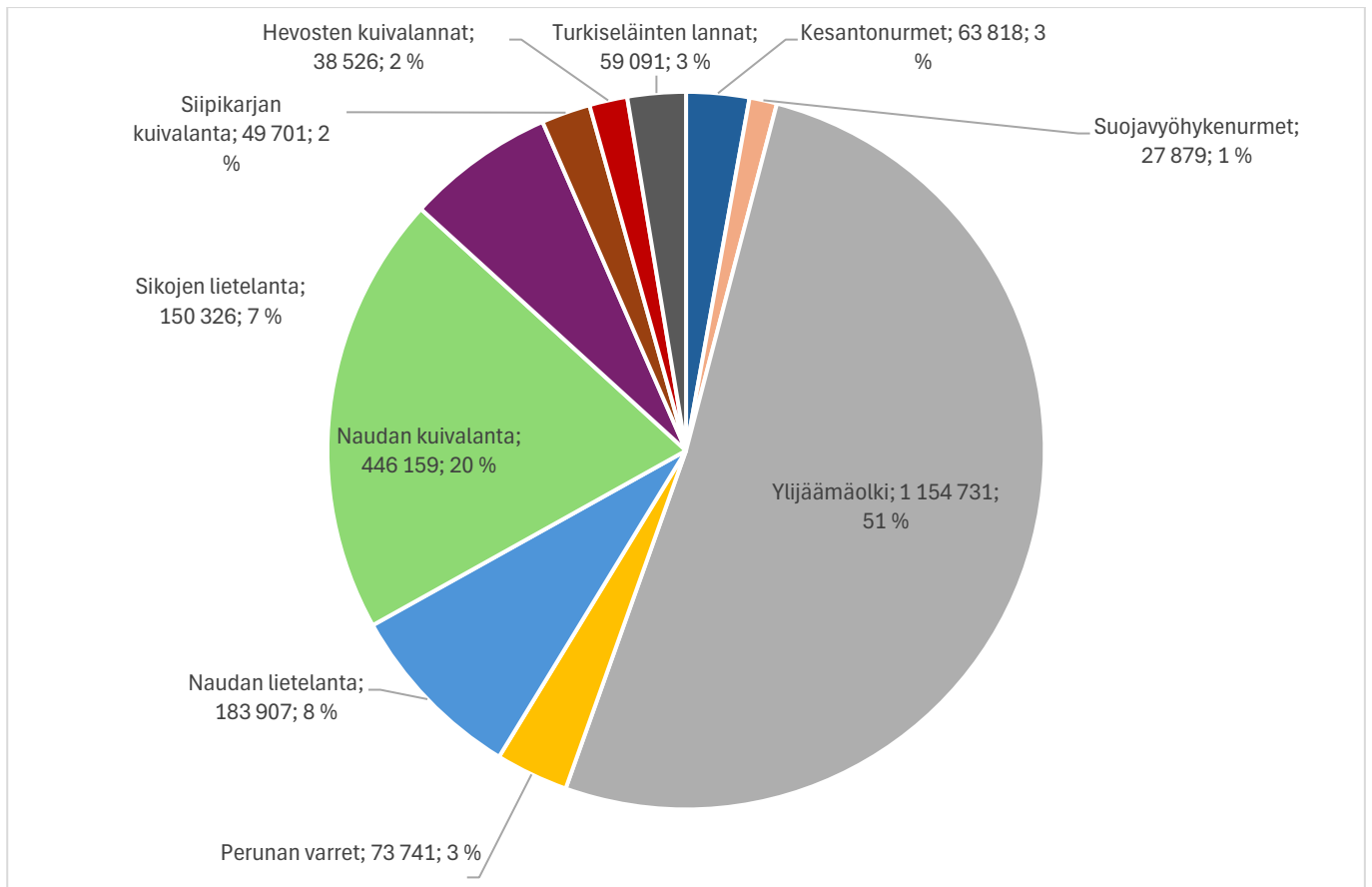
Potentiaalin laskenta perustuu kuntakohtaisiin biomassoihin, jotka on poimittu Luken Biomassa-atlakselta ja ne sisältävät:

1. nurmet, joita ei käytetä ruuantuotannossa (kesanto- ja suojavyöhykenurmet sekä viherlannoitusnurmen mahdollinen alkusato)
2. Ylijäämäolki. Ylijäämäolkena pidetään sitä osaa oljista, joka ei mene kuivikekäyttöön ja joka on perinteisesti kynnetty maahan. Ylijäämäoljen osuudeksi olkien kokonaismäärästä asetettiin 80 %.
3. perunan varret
4. naudan liete- ja kuivalanta
5. sian lietelanta
6. siipikarjan lanta
7. lampaiden ja vuohien kuivalanta
8. hevosten kuivalanta

Biomassa-atlaksen ilmoittamista määristä vähennettiin tällä hetkellä jo biokaasun tuotantoon menevät biomassamäärät sekä olkien kuivikekäyttö 20 prosenttia kokonaismäärästä. Biomassa-atlaksen antamat biomassamäärät ovat pinta-alaperusteisia. Lantojen osalta biomassa-atlaksen tiedot ovat vuodelta 2020, peltokasvien osalta vuodelta 2021.

Olkien osuus teoreettisesta kokonaispotentiaalista ylittää 50 % Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla oljen potentiaali biometaanin tuotannossa on hieman yli 30 %. Seuraavat merkittävät suuret hyödyntämättömät potentiaalit ovat naudan kuivalanta, joka Keski-Pohjanmaalla muodostaa suurimman biometaanipotentiaalin. Keski-Pohjanmaa on merkittävää karjatalousaluetta, jossa syötteen muodostuvat paljolti karjataloudesta. Kolmantena merkittävän potentiaalin muodostaa naudan lietelanta Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla sian lietelanta. Potentiaalit heijastuvat alueen maatilojen kokoon ja määrään.

Piirakkadiagrammissa harmaa alue symboloi ylijäämäolkea, vaaleanvihreä alue naudan kuivalantaa, vaaleansininen naudan lietelantaa ja tummansininen sian lietelantaa. Kuva 1 esittää hyödyntämättömien peltobiomassojen ja lantojen yhteenlasketun teoreettisen metaanin-tuottopotentialin (MWh/v) ja niiden prosentuaaliset osuudet kaikkien kolmen maakunnan alueella.



Kuva 1: Tutkittujen syötteiden metaanintuottopotentiali MWh/v ja niiden prosentuaalinen osuus Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla (Petri Jännti, Centria-ammattikorkeakoulu).

3.3 Teknistaloudellinen tuotantopotentiaali

Kaikkien käytettävissä olevien biomassojen ei voida olettaa päätyvän biokaasun tuotantoon, koska niiden korjuulle on olemassa sekä teknisiä että taloudellisia rajoitteita. Tämän vuoksi kullekin alueelle laskettiin teknistaloudellinen biokaasupotentiaali, jossa huomioitiin syötteiden liiketaloudellisesti kannattava kuljetusetäisyys suhteessa saatavissa oleviin syötemääriin. Yhteenlaskettu teknistaloudellinen biometaanin tuotantopotentiaali Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla on jopa 676–1172 GWh/v.

Etäisyydet biomassan syntymispaikasta biokaasulaitokseen ja hyödyntämisasteet määriteltiin seuraavasti:

1. lietelannat 20 km, 60 % tai 80 % alueen lietelantojen kokonaismäärästä
2. kuivat lannat 40 km, 50 % tai 70 % alueen kuivalantojen kokonaismäärästä
3. peltobiomassat 50 km, 20 % tai 40 % alueen peltobiomassojen kokonaismäärästä

Hyödyntämisasteesta riippuen teknistaloudellinen biokaasun tuotantopotentiaali on:

1. Etelä-Pohjanmaalla on 7–13-kertainen nykyiseen 43 GWh vuosituotantoon verrattuna
2. Pohjanmaalla 4–7-kertainen nykyiseen 60 GWh vuosituotantoon verrattuna
3. Keski-Pohjanmaalla 3–5-kertainen nykyiseen 37 GWh vuosituotantoon verrattuna

Taulukko 1: Teknistaloudellinen potentiaali hyödyntämisasteesta riippuen pohjalaismaakunnissa.

	Nykyinen biometaanin vuosituotanto	Teknistaloudellinen tuotantopotentiaali
Pohjanmaa	60 GWh	4–7-kertainen
Keski-Pohjanmaa	37 GWh	3–5-kertainen
Etelä-Pohjanmaa	43 GWh	7–13-kertainen
Yhteensä	140 GWh	4,8–8,4-kertainen

Biometaanin tuotantopotentiaali näissä kolmessa maakunnassa voisi nousta jopa 676–1172 GWh/vuodessa. Teorettinen biometaanin tuotantopotentiaali alueilla on 2257 GWh/v. Korkeammilla hyödyntämisasteilla laskettu teknistaloudellinen potentiaali on 52 % teorettisesta potentiaalista ja alemmilla hyödyntämisasteilla 30 % teorettisesta potentiaalista. Valtakunnallisissa arvioissa (mm. Rasi, 2022; Virolainen-Hynnä, 2024) teknistaloudelliseksi potentiaaliksi arvioidaan 40 % teorettisesta potentiaalista.

Maakuntien yhteenlasketusta teknistaloudellisesta potentiaalista noin 40 % on peräisin lannoista ja 60 % peltobiomassoista. Lantojen vähäisempi osuus energiapotentiaalissa niiden suuremmasta massasta huolimatta selittyy lantojen, varsinkin lietelannan, alhaisella kuiva-aineen ja orgaanisen kuiva-aineen osuudella peltobiomassoihin verrattuna. Lantoja kuitenkin muodostuu suuria määriä tasaisesti ympäri vuoden, mikä tekee niistä erinomaisia raaka-aineita biokaasun tuotantoon. Lantojen käyttöä biokaasutuotannossa rajoittavat lähinnä logistiikan kustannukset. Erityisesti lietelannan

taloudellisesti kannattava hankintaetäisyys on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi nurmibio-massojen. Lietelanta sopii tarkastelluista syötteistä parhaiten nykyisen valvateknologian mädättä-möihin eli märkämädätyslaitoksiin. Lietelanta onkin Suomen biokaasulaitoksissa yleisimmin käytetty lantatyyppejä, ja kuivalantojen mädätys on huomattavasti harvinaisempaa (Riikonen ym., 2025).

Maakuntien yhteenlasketusta lantapotentialista kuitenkin valtaosa, lähes 90 %, koostuu kuivalan-noista. Kuivat lannat, kuten naudan kuivikelanta, hevoselanta ja siipikarjan ja turkiseläinten lanta sisältävät enemmän orgaanista ainesta kuin lietelannat, mikä tekee niistä lietelantaa energiapitoi-sempia. Niiden korkea kuiva-ainepitoisuus kuitenkin asettaa haasteita biokaasuprosessille, jolloin esikäsitteily kuten mekaaninen jauhaminen tai lämpökäsittely saattaa olla tarpeen. Kuiville lannoille soveltuvat parhaiten kuivämädätystekniikat. Kuivia lantoja voidaan hyödyntää myös osana yhdistel-mäsyötteitä märkämädätyksessä. Koko teknistaloudellisen potentiaalin käyttöönotto tulee kuitenkin vaatimaan kuivämädätysteknologioiden yleistymistä alueella. Lietelantoihin verrattuna vesipitoisuus on alhaisempi, mikä mahdollistaa pidemmät kuljetusmatkat.

Peltobiomassoista nurmisivuvirroista kertyvä biomassa on kohtalaisen vähäinen. Nurmien osuus maakuntien yhteenlasketusta teknistaloudellisesta biometaanipotentiaalista on vain noin 5 %. Nur-mien kohdalla on kuitenkin huomioitava, että Biomassa-atlaksen antamat biomassamäärät ovat pinta-alaperusteisia, ei satoperusteisia. Jos samalta alueelta voidaan korjata useampi sato, on po-tentiaali tässä esitettyjä laskelmia suurempi. Lisäksi on huomattava, että nurmisyötepotentiaalin las-kennassa ei huomioitu rehunurmia. Rehuksi päätyvän nurmen viljelypinta-ala arvioidaan yleensä yläkanttiin, jotta rehua saadaan riittävästi myös huonoina satovuosina. Näin hyvinä satovuosina yli-määräistä nurmea voitaisiin korjata ja hyödyntää biokaasutuotannossa. Nurmipotentiaalia on mah-dollista lisätä myös rehunurmen niiton jälkeen tehtävällä toisella tai kolmannella kylvöllä, jonka sato ohjattaisiin biokaasutuotantoon. Korkean metaanintuottopotentiaalin vuoksi nurmi on erinomainen lisäsyöte esimerkiksi lietelantaa käyttävissä laitoksissa.

Perunan varsien osuus maakuntien yhteenlasketusta teknistaloudellisesta potentiaalista on lähes nurmien luokkaa. Haasteena perunantuotannon jätteille on se, että niitä muodostuu sesongeittain ja ne pilaantuvat helposti, minkä vuoksi ne täytyy kuljettaa biokaasulaitokseen heti muodostuttuaan ja laitoksen täytyy olla varautunut tähän ajoittain käytettävissä olevaan syötteeseen.

Peltokasvien biometaanipotentiaalista yli 80 prosenttia on peräisin viljakasvien oljista. Oljen teknistä taloudellista biometaanipotentiaali voi kuitenkin olla yliarvioitu, koska laskennassa vähennettiin ai-noastaan olkien kuivikekäyttö. Käytännössä olkea ei kuitenkaan saada korjattua 100-prosenttisesti pois pelloilta. Kirjallisuudessa sänkeen jääväksi osuudeksi arvioidaan 30 prosenttia oljen kokonaispi-tuudesta (Riikonen ym., 2025). Suomessa oljen hyödyntäminen biokaasun raaka-aineena on tois- taiseksi ollut melko vähäistä, vaikka sen potentiaali on suuri. Oljen kuituinen ja ligniinipitoinen ra- kenne tekee siitä haastavan raaka-aineen mädätykselle. Se vaatii tehokkaampaa esikäsittelyä (esim. silppuaminen, jauhaminen, fermentointi, kemialliset käsittelyt) ja pidempää viipymäaika reaktio- rissa verrattuna helpommin hajoaviin materiaaleihin. Oljen korjuu ja logistiikka muodostavat maa- talousyrityksiin myös uudenlaisia kustannuksia, jos niitä hyödynnetään biokaasun tuotantoon. Li- säksi on järjestettävä asianmukainen säilöntä ja varastointi vuoden ympäri, jotta sitä voidaan hyö- dyntää biokaasun tuotannossa. Oljen teknistä taloudellista potentiaalin käyttöönotto maakunnissa vaatii etenkin esikäsittely- ja kuivamädätysteknologioiden kehitystä ja laajempaa käyttöönottoa sekä logistiikan optimointia.

3.4 Biometaanin käyttöpotentiaali pohjalaismaakunnissa

Biokaasun käyttöpotentiaalin arvioinnissa tarkasteltiin erityisesti teollisuuden fossiilienergiaan pe- rustuvaa energiankulutusta, raskaan tieliikenteen ja lähimerenkulkuliikenteen energiankulutusta sekä turpeen ja fossiilisten polttoaineiden polttoon perustuvaa kaukolämmön tuotantoa. Ko. sekto- reiden nykyinen fossiilienergian ja turpeen käyttö maakunnittain on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2: Biometaanin käyttöpotentiaali eri sektoreilla ja alueilla.

Biometaanin käyttöpotentiaali GWh/vuosi							
	Teollisuus	Kaikki raskas liikenne > 3,5 t	Raskas maantieliikenne (3,5–42 t)	Raskas maantieliikenne (>42 t)	Lähimerenkulku	Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tuotanto	Henkilöauto-liikenne
Keski-Pohjanmaa	256	138	36	102		176	8
Pohjanmaa	782			144	58	298	
Etelä-Pohjanmaa	300			450			

Etelä-Pohjanmaalla raskas liikenne kuluttaa 45 GWh vuodessa, jos 10 % raskaasta liikenteestä käyttää biokaasua ja 95 GWh jos 21 % raskaasta liikenteestä käyttää biokaasua. Taulukon lukemat perustuvat nykyiseen fossiilisten energialähteiden ja turpeen käyttöön. Raskaan liikenteen luvuista on huomioitava, että nesteytetty biokaasu eli LBG soveltuu painoluokasta <42 t ylöspäin, sitä kevyemmälle liikenteelle CBG eli paineistettu biokaasu on varteenotettavampi vaihtoehto. Etelä-, Keski- ja Pohjanmaan teoreettinen biokaasun tuotantopotentiaali on 2 257 GWh vuodessa. Yllä olevan taulukon tiedoilla käyttöpotentiaali on 2 748 GWh vuodessa. Näin ollen käyttöpotentiaalia on enemmän kuin tuotantopotentiaalia. Teknillistaloudellisten laskelmien mukaan tuotannon minimipotentiaali on 676 GWh vuodessa näissä kolmessa maakunnassa ja maksimi 1172 GWh/v. Biokaasumarkkinat ovat edelleen melko kehittymättömät. Potentiaalista kysyntää on useilla eri sektoreilla, mistä kerrotaan seuraavaksi.

3.5 Potentiaalista kysyntää teollisuudessa, raskaassa liikenteessä, lähimerenkulussa ja maatalousyrityksissä

Keski-Pohjanmaalla kemianteollisuudessa voitaisiin korvata fossiilista maakaasua biokaasulla. Potentiaalista kysyntää olisi heti, kun biokaasua olisi tarjolla tarvittava määrä. (Jäntti, 2024.) Myös Pohjanmaalla teollisuudessa olisi kysyntää biokaasulle maakaasun tilalle. Nesteytetyn biometaanin käyttöönotto olisi mahdollista myös lähimerenkulussa enenevin määrin. Mainittujen segmenttien nykyinen vuosittainen metaanin tarve on 100–130 GWh Pohjanmaalla. (Spoof-Tuomi, 2024.) Etelä-Pohjanmaalla biokaasulla voitaisiin korvata turvetta ja fossiilisia polttoaineita elintarviketeollisuudessa ja maatalousyrityksissä. (Tiainen, 2024.) Lisäksi biokaasun ja biometaanin potentiaalisia kuluttajia on teollisuudessa sekä lämmön- ja sähköntuotannossa. Teollisuuden kysynnän arvioidaan kasvavan myös seuraavina vuosikymmeninä.

LBG:n käyttöönotto elintarviketeollisuudessa vaatii tuntuvaa biokaasutuotannon lisäämistä ja panostuksia nesteytysinfrastruktuuriin. Maatalousyrityksille CBG eli paineistettu biokaasu on

varteenotettavampi vaihtoehto, koska nesteytysyksikön kustannukset nostavat hintaa ja nesteytetylle biokaasulle ei myöskään ole niin laajalti tarvetta. Asiantuntijoiden arvion mukaan nykyisillä toimenpiteillä raskaan liikenteen (kuorma-autot ja laivat) biometaanin kulutus voisi olla valtakunnallisesti noin 3 terawattituntia (2030), 4 terawattituntia (2035) ja 6 terawattituntia (2040). Periaatteessa teknistaloudellisella maksimituotantopotentiaalilla (894 GWh/vuosi) laskettuna pohjalaismaakunnat voisivat tuottaa lähes 30 prosenttia raskaan liikenteen biometaanin valtakunnallisesta tarpeesta vuonna 2030, mutta viiden vuoden kuluessa tämä tuskin ehtii toteutua.

4. Biokaasulla saavutettavat päästövähennykset

Päästövähennyksen laskennassa noudatettiin EU:n uusiutuvan energian RED II direktiivin (EU RED II, 2018) periaatteita. Päästöjen laskennan vaiheet RED II -direktiivin mukaan ovat: Syötteiden ja raaka-aineiden määrittely, kasvihuonekaasupäästöjen laskeminen, lantahyvyitys, biokaasun jalostus ja loppukäyttö, päästövähennyksen laskeminen.

Sekä Spoof-Tuomi (2024) että Jäntti (2024) muodostivat nesteytetyn biometaanin, LBG:n, ilmasto-vaikutusten laskemiseksi teoreettisen biokaasulaitosesimerkin, jonka käsittelykapasiteetti on 50 000 tonnia vuodessa. Metaanintuoton toteutuma oletettiin 90 %:ksi. RED II -direktiivin kestävyyskriteerien täyttämiseksi biokaasun on vähennettävä kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 65 % verrattuna fossiiliseen polttoaineeseen. Tämä kriteeri täyttyi tutkituissa tapauksissa.

Käytettävät syötteet vaikuttavat laskentaan merkittävästi. Laskelmista nähtiin, että biokaasun päästövähennystulokset riippuvat täysin käytetyistä raaka-aineista. Lantahyvyitys on keskeinen tekijä, joka voi merkittävästi pienentää biokaasulaitoksen laskennallisia päästöjä. Kun prosessissa käytetään lantaa, voi biokaasun tuotannon hiilijalanjälki olla jopa negatiivinen, kun lannan hallitsemattomat metaanipäästöt estyvät. Negatiivinen hiilijalanjälki tarkoittaa, että hiiltä sidotaan pois ilmakehästä enemmän kuin sitä päästetään ilmakehään. Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan (Jäntti, 2024; Spoof-Tuomi, 2024) case-esimerkkien päästövähennyksiä havainnollistetaan taulukossa 2. Päästöjen laskenta aloitettiin syötteiden kuljetuksesta biokaasulaitokselle. Näin esimerkiksi mahdolliset peltobio-massojen keräilyn ja paalauksen aikaiset päästöt eivät sisälly laskentaan.

Taulukko 3. Päästövähennykset biokaasulaitoksessa, jonka käsittelykapasiteetti on 50 000 tonnia vuodessa.

Lantojen osuus syötteistä	Nurmibiomassojen osuus syötteistä (eivät kilpaile ruoan tai rehuntuotannon kanssa)	Päästövähennys verrattuna fossiilisen maakaasun tai dieselin käyttöön (meriliikenteen tai raskaan liikenteen polttoaine)
84 %	16 %	98–120 %
39 %	61 %	75–88 %
-	100 %	70–82 %
93 %	7 %	135–139 %

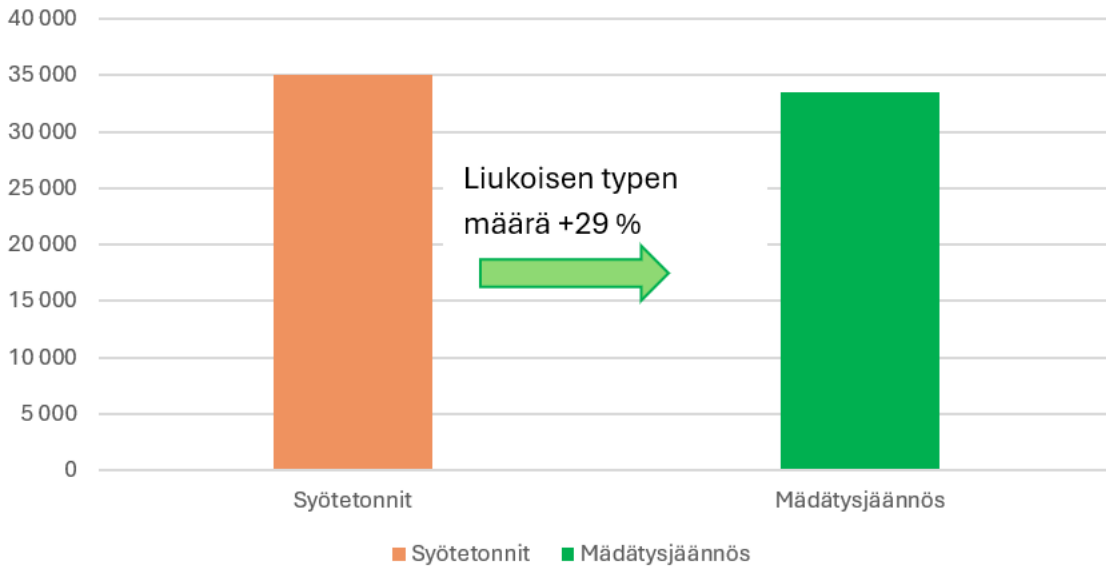
4.1 Mädätysjäännös

Perinteinen biokaasutuotanto on tehokas ravinteiden kierrättäjä ja erityisesti lantaa hyödynnettäessä tehokas maatalouden päästöjen vähentäjä. Kotieläintuotannon lanta sisältää myös suurimman osan kierrätettävissä olevista ravinteista. Biokaasutuotannossa syntyvä mädätysjäännös sisältää runsaasti kasveille tarpeellisia ravinteita, kuten typpeä, fosforia ja kaliumia. Mädätysjäännöksen hyödyntäminen lannoitteena on tehokas ja ympäristöystävällinen tapa palauttaa ravinteita takaisin maaperään. Jos biokaasutuotannon mädätysjäännös prosessoidaan ja hyödynnetään lannoitevalmisteenä, saavutetaan lisäksi mineraalilannoitteiden käytön vähentymisestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästövähennyksiä. Viljelijän näkökulmasta mädätysjäännös tarjoaa edullisen vaihtoehdon perinteisille mineraalilannoitteille.

Tiaisen (2024) mukaan lannoitekustannuksissa voitaisiin säästää jopa 230 000–780 000 euroa vuodessa Kurikan ja Nurmon Hubin alueen maatiloilla. Rahallinen lannoitehyöty toteutuu niille tiloille, jotka toimittavat syötteitä laitokseen. Tilakohtaista lukemaa ei pysty laskea, sillä ainakaan toistaiseksi ei ole tiedossa, miten suuria määriä syötettä toimitetaan ja kuinka monelta tilalta. Tilatasolla rahallinen hyöty on kuitenkin arviolta tuhansia euroja vuodessa.

35 000 syötetonnin märkäprosessin biokaasulaitoksen esimerkissä syntyy lähes 33 500 tonnia mädätysjäännöstä, jossa liukoisen typen määrä on noin 29 % korkeampi kuin alkuperäisessä syötteessä ennen biokaasuprosessin läpikäyntiä. (Kts. kuva 2 alla).

Biokaasuvoimalan syöte ja mädätysjäännös



Kuva 2. Syötteen liukoisen typen määrän lisääntyminen prosentteina biokaasuprosessin myötä (Tiainen, 2024).

4.2 Kustannusvertailuja eri kokoluokan biokaasulaitoksille, CBG & LBG

Taulukossa 4 on laskelmia neljän eri maatilakokoluokan biokaasulaitoksen kustannuslaskelmista. Kannattavuuden rajoilla ollaan, kun syötemäärä on noin 120–140 naudan lanta ja mielellään liete-lantana, koska tällöin märkäprosessiin ei tarvitse pumpata lisää vettä. Sen sijaan vain 2 000 tonnia syötettä vuodessa käyttävää laitosta on vaikea saada kannattavaksi, ellei maatalousyrittäjällä ole omaa rakennusosaamista. Laitevalmistajat ovat antaneet 6 500 tonnia vuodessa syötettä käyttävän laitoksen investoinnin vaihteluväliksi 0,8–1,2 miljoonaa euroa. (Tiainen, 2025)

Taulukossa 5 on esitetty CBG- ja LBG-tuotantolaitosten investointi- ja käyttökustannusvertailu. Investointikustannukset perustuvat BIP European (Biomethane Industrial Partnership) raporttiin biometaanin tuotannon kustannuksista (BIP Europe, 2023). Pelkkää lantaa käyttävissä laitoksissa investointikustannus voi nousta suuremmaksi mm. vaadittavien suurten reaktoritilavuuksien ja kasvavien mädätysjäännöksen käsittelymäärien vuoksi. Esimerkiksi Nurmoon valmistuvan pelkkää lantaa syötteenä käyttävän 100 GWh/v LBG-laitoksen investointikustannukseksi on tarkentumassa 60 miljoonaa euroa (Yle, 2024). Kustannuksia on laskettu neljälle eri kokoluokan laitokselle: 50 ja 120 GWh

vuodessa tuottavalle LBG-laitokselle sekä 65 ja 150 GWh vuodessa tuottavalle CBG-laitokselle.
(Spoof-Tuomi, 2024; Jäntti, 2024)

Taulukko 4: Neljä maatilakokoluokan märkämädättämöesimerkkiä (Tiainen, 2025).

	Maitotila, 1 lypsyrobotti. Lietelanta, syötemäärä 2000 tonnia vuodessa, kuiva-ainepitoisuus 9 %	Maitotila, 3 lypsyrobotia. Lietelanta ja ylijäämänurmi, syötemäärä 6500 tonnia/vuosi, kuiva-ainepitoisuus hiukan yli 9 %	Yhteismädättämö. Perunan kuorimassa ja solunesteet, syötemäärä 10 000 tonnia /vuosi, kuiva-ainepitoisuus 12 %	Yhteismädättämö. Lantasyötet ja ylijäämärehu, syötemäärä 35 000 tonnia /vuosi, kuiva-ainepitoisuus hiukan alle 12 %
Kokonaishinta	400 000	900 000	1 120 000	2 000 000
Vuosikate	600	24 000	76 000	280 000
Takaisinmaksuaika huomioiden: - 50 % maatalouden kestävä kehityksen investointituki - 4 % korkokanta	yli 300 vuotta	18 vuotta	11 vuotta	7 vuotta
Liukoinen typpi lisääntyy €/vuosi	600	2 100	19 000	22 000
Biokaasun energiasisältö	0,24 GWh	0,78 GWh	2,8 GWh	7,5 GWh
Reaktorin laskennallinen teho	27 kW	90 kW	323 kW	860 kW
Tuotettu lämpö ja sähkö	0,22 GWh kattaa ko. maatilan lämpöenergian tarpeen ja lähes koko sähköenergian tarpeen	0,69 GWh	2,2 GWh	2,4 GWh
Lämmön myyntipotentialimaatilan oman käytön lisäksi		0,21 GWh	0,8 GWh	1,2 GWh
Sähkön myyntipotentiali maatilan oman käytön lisäksi		0,026 GWh	0,023 GWh	0,027 GWh
Puhdistettua ja paineistettua biometaanua vuodessa		0,038 GWh	0,138 GWh	1,5 GWh
Myynti vuodessa euroina tankkausasemalta, jos ei käytä polttoaineena omissa traktoreissa		3 400 €	12 000 €	140 000 €

Taulukko 5. CBG- ja LBG-tuotantolaitosten investointi- ja käyttökustannusvertailu (Jäntti, 2025; Spoof-Tuomi, 2024).

	LBG 50 GWh		CBG 65 GWh		LBG 120 GWh		CBG 150 GWh	
Investointikustannukset								
Biokaasulaitos	16 100 000		18 525 371		20 040 000		22 304 795	
Jalostuslaitos	3 360 000		6 381 279		5 400 000		6 421 233	
Varastointi ja paineistus/Nesteytys	4 920 000		2 116 460		11 376 000		4 884 139	
Yleiskustannuslisä 10 %	2 438 000		2 702 311		3 681 600		3 361 017	
Yhteensä	26 818 000		29 725 421		40 497 600		36 971 183	
Käyttökustannukset €/v								
Syötteiden hankintakustannukset	445 000		760 724		1 068 000		1 755 517	
Ostettavan sähkön kustannukset	975 000		913 652		1 992 000		2 103 722	
Tuotantoon tarvittavien kulutustarvikkeiden kustannukset	275 000		357 500		660 000		825 000	
Palkkakustannukset	475 000		529 246		720 000		651 450	
Huoltokustannukset	487 600		498 133		736 320		574 521	
Hallintokustannukset	265 760		315 668		517 632		613 503	
Yhteensä	2 923 360		3 374 923		5 693 952		6 523 713	
Käyttökustannukset €/MWh	58		53		47		45	
Biokaasun kuljetuskustannus (50 km) €/v	26 978		97 422		64 748		224 820	
Energian tasoitettu kustannus								
Laskentakorko	2,85 %	7,70 %	2,85 %	7,70 %	2,85 %	7,70 %	2,85 %	7,70 %
LCOE Perustapaus €/MWh	98,6	114,9	79,3	95,2	74,7	84,5	64,1	71,6
LCOE 30 % investointituki €/MWh	90,4	101,6	72,2	83,8	69,5	76,1	60,3	65,4

4.3 Huomioita tuotantolaitosten vertailuista

Tehdyissä laskelmissa CBG- ja LBG-tuotantolaitosten syötteen poikkeavat jonkin verran toisistaan. LBG laitoksille (50 ja 120 GWh/vuosi), syöteseos muodostuu lannoista (75 % syötemassasta) ja nurmista ja oljista yhteensä 25 % syötemassasta). CBG-laitoksille (65 ja 150 GWh/vuosi) syöteseos muodostuu lantasyötteistä 80 % ja nurmisyötteistä 20 %. Matalan metaanintuottopotentiaalinen omaavien syötteiden osuuden, kuten lietelantojen kasvaessa myös kuljetuskustannukset kasvavat.

Koska biokaasun nesteytys on tuotannollisesti vaativa erillinen prosessi, aiheuttaa se lisäkustannuksia laitosinvestointeihin ja käyttökustannuksiin. CBG:n kuljetuskustannukset muodostuvat pienemmän tiheyden vuoksi LBG:n kuljetusta kalliimmaksi. Spooftuomen (2024) teknillistaloudellisessa tarkastelussa ei LBG:n kuljetuskustannuksia laskettu mukaan biokaasutuotannon käyttökustannuksiksi toisin kuin Jäntin (2024) tekemässä tarkastelussa. Taulukossa 3 kuljetuskustannukset on laskettu mukaan yhdenmukaisen vertailun vuoksi myös LBG:lle.

Sekä metaanin nesteytys että paineistus kuluttavat suuria määriä energiaa. Laskelmien perusteella voidaan havaita, että pienen kokoluokan tuotantolaitoksissa paineistus on nesteytystä energiatehokkaampi ratkaisu. Suuressa kokoluokassa nesteytys muodostuu halvemmaksi ratkaisuksi.

5. Simulaatioita laitosten hankintasäteistä, lietelanta- ja olkikeskittymät

Maakunnittaisissa (Tiainen, 2024, Spooftuomi, 2024 & Jäntti, 2024) biokaasun syötteiden määrän tarkastelussa lähtökohtana oli teknistaloudellisessa tarkastelussa helpoiten käytettävissä olevan syötelajin eli lietelannan maksimihankintaetäisyytenä 20 kilometriä. Logistiikan kehittyessä myös pidemmät etäisyydet syötehankinnassa mahdollistavat esimerkiksi yli maakuntarajan tapahtuvan syötehankinnan.

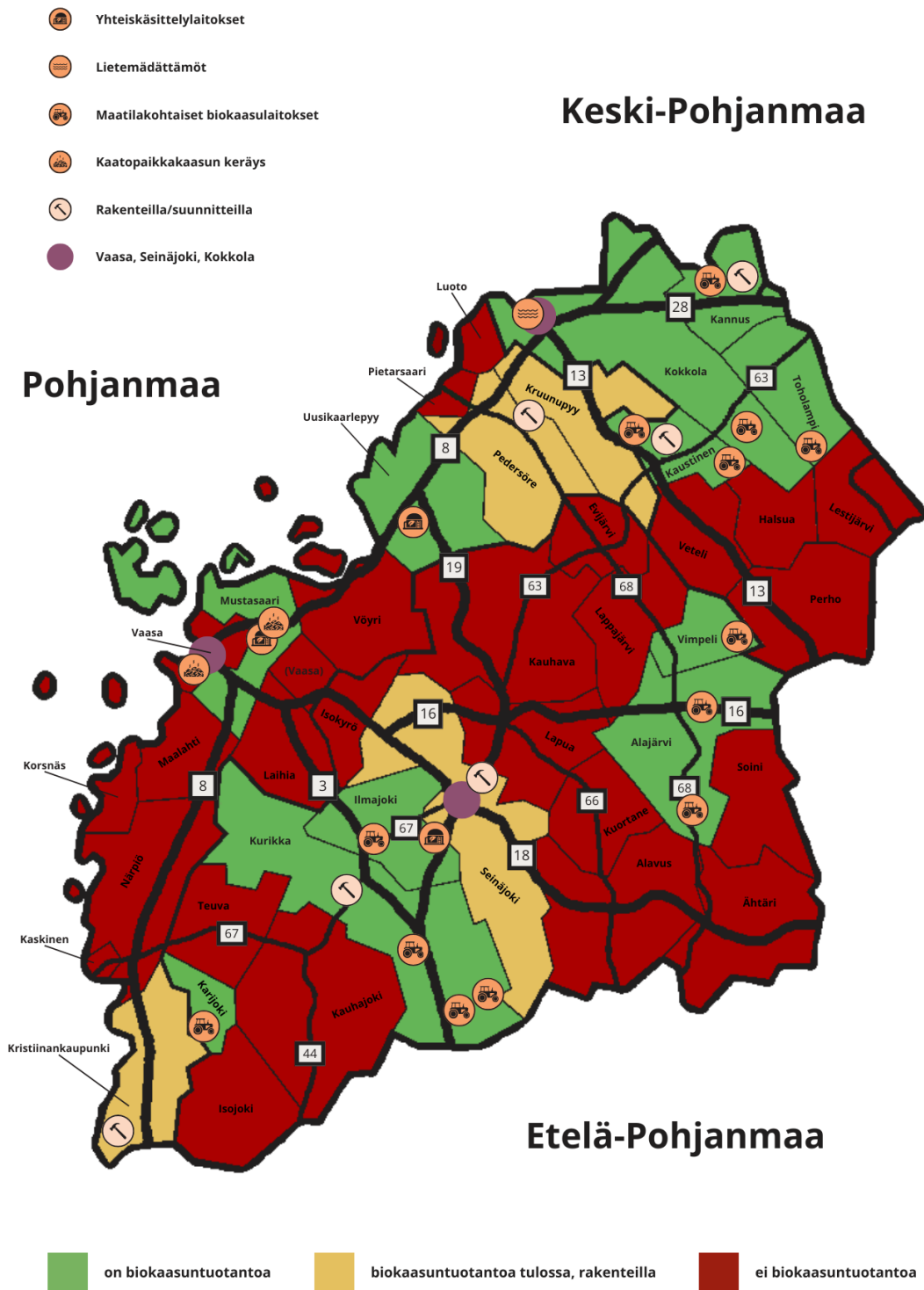
Lietelanta muodostaa kolmanneksi suurimman potentiaalinen pohjalaismaakuntien alueella. Suurin biometaanipotentiaali on oljella, sen jälkeen naudankuivalannalla. Näiden varaan on kuitenkin haastavaa laskea biokaasutuotantoa nykyteknologialla ja logistiikan kustannukset huomioiden. Lietelanta

on valmiiksi nestemäisessä muodossa ja se on pumpattavissa oleva syöte, minkä vuoksi se soveltuu parhaiten nykyiseen teknologiaan. Kuivalannan ja oljen suurempimittaisen käytön valjastamiseksi tarvitaan useita toimia sekä tutkimus- ja selvitystyötä esimerkiksi esikäsitteilytekniikoihin ja laitostekniikkaan etenkin isossa mittakaavassa.

Seinäjoella 19.2.2025 Suomen Lantakaasun edustaja selvitti tulevan Nurmon laitoksen (Nurmon Bioenergia Oy) syötehankintalogistiikkaa. Heillä tulee olemaan käytössä meno-paluukuljetuksiin perustuva menetelmä, jossa tuodaan valmis rejekti lannoitteeksi takaisin sopimusyrittäjälle ja samalla lieterellä syötteet haetaan yrittäjältä biokaasulaitokselle. Tällä tavalla toimien kannattavan syötehankinnan etäisyys nousee tapauskohtaisesti jopa 60 kilometriin teitä pitkin laskien. Tätä 60 kilometrin etäisyyttä käyttäen voidaan mallintaa aivan maksimaalista potentiaalia. (Suomen Lantakaasu 2025).

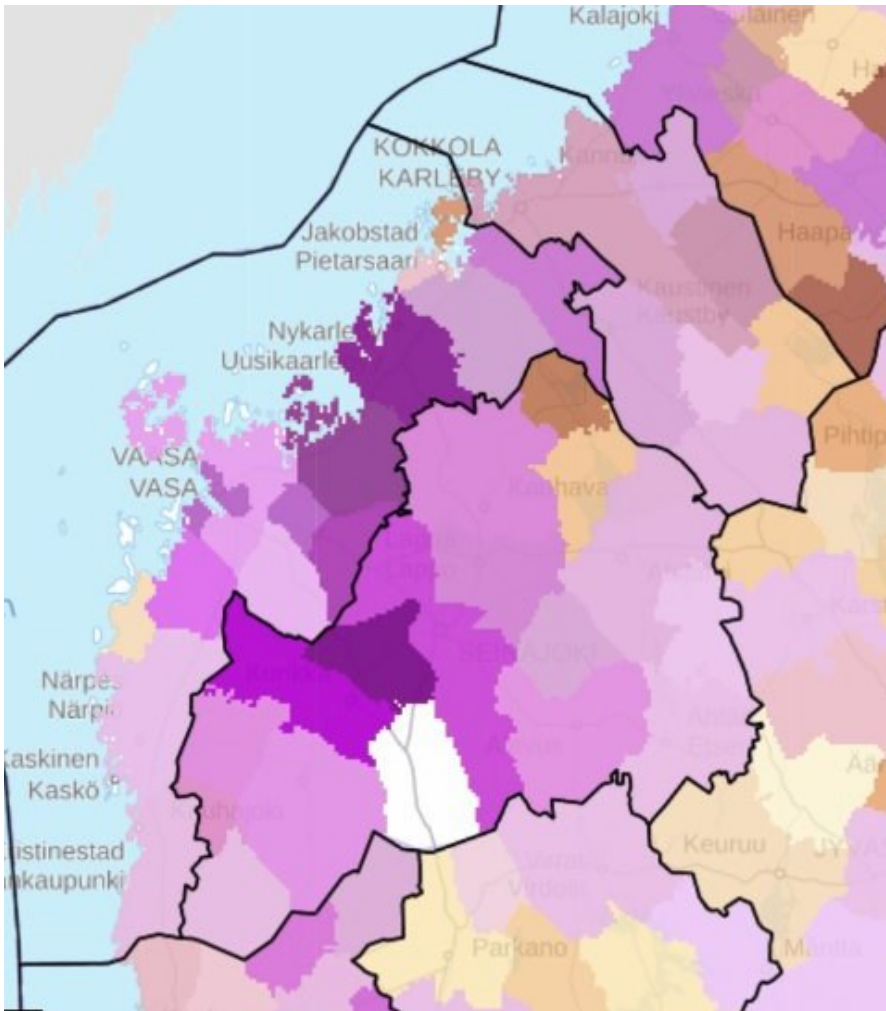
Tämän vuoksi tässä seuraavaksi esitetty syötepotentiaalilin laskenta Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan sekä Pohjanmaan maakuntien alueella perustuu maakuntien biokaasukysynnän ja syötetarjonnan suhteen tarkasteluun Biomassa-atlaksen datan avulla käyttäen pääosin 60 kilometrin syötehankintasädettä tietä pitkin ja keskittyä pelkästään logistisesti helpoimpaan syötelajiin lietelantaan, jota myös Nurmon Bioenergia laitoksen käyttöönoton ensimmäisessä vaiheessa hyödyntää. Näin tarkasteltuna tilanne vastaa paremmin oikeaa tilannetta teoreettisen tarkastelun lisäksi.

Kartassa 2 on esitetty maakuntien alueella jo toimivat biokaasulaitokset. Yhteiskäsitteilylaitoksista vain Jepua käyttää lietelantaa syötteenään. Lisäksi kysyntä-tarjonta-selvityksessä otetaan huomioon Nurmon Bioenergian jo rakennusvaiheessa oleva Nurmon biokaasulaitos, joka tulee käyttämään syötteenään lietelantaa.



Kartta 2. Biokaasutuotannon nykytila. Punainen väri = ei biokaasun tuotantoa, keltainen = tuotantoa tulossa/suunnitteilla, vihreä = olemassa olevaa biokaasun tuotantoa (Milla Hannula, Vaasan yliopisto).

Kuvasta 4 voidaan päätellä, että tarjontaa on tietyillä alueilla ja eniten on maatilakohtaisia laitoksia, joissa tarjontaa on lähinnä omaan käyttöön. Alueita, joilta puuttuu biokaasuntuotantoa, on Lapua-Kauhava-akseli ja toisaalta Alavus-Ähtäri-akseli ja Evijärvi ja Lappajärvi. Etelä-Pohjanmaan kaakkoisosissa olisi jonkin verran lietelanta- ja olkipotentiaalia. Kauhavalta voidaan toimittaa syötteitä Jepu-alle ja tulevaisuudessa Lapualta Seinäjoen Nurmoon tulevalle laitokselle. Katvealueeseen jäävät myös Kauhajoki, Teuva, Isojoki ja Kurikan pohjoisosassa Jurva. Pohjanmaalla tuotannon ulkopuolelle jää Närpiö. Keski-Pohjanmaalla maakunnan eteläosassa ei ole biokaasuntuotantoa. Toisaalta olkea tai lietelantaa ei ole sillä suunnilla niin suuria määriä, että biokaasulaitokseen olisi kannattavakaan investoida ainakaan syötteiden runsauden osalta.

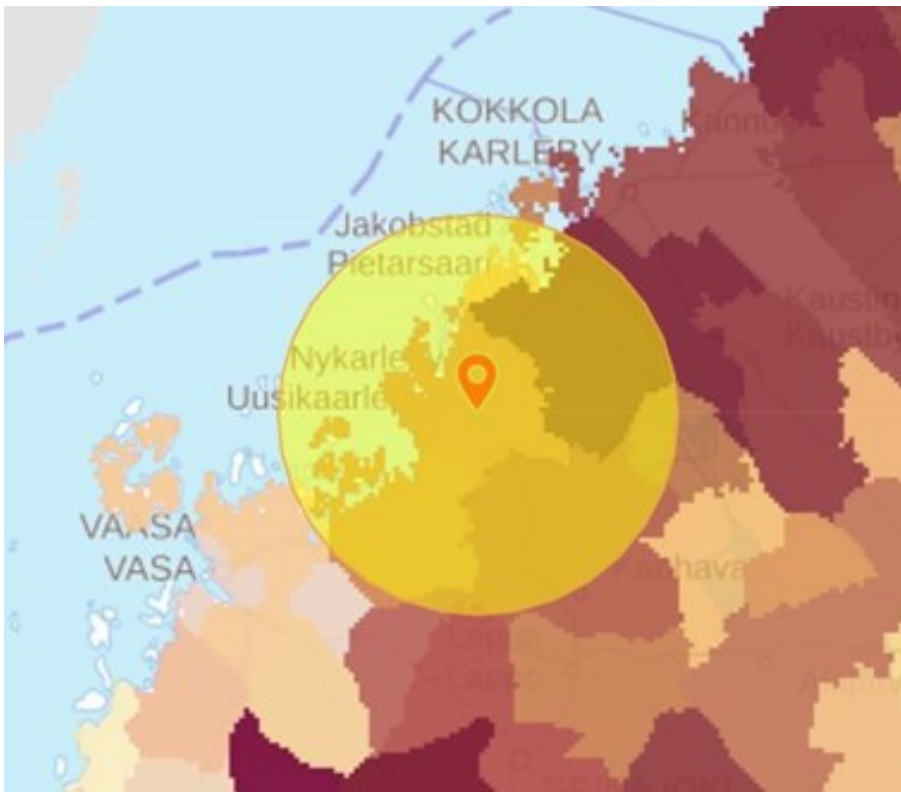


Kartta 3. Lietelantapotentiaali (brutto) pohjalaismaakuntien alueella (Luonnonvarakeskus, i.a.). Mitä tummempi alue, sitä isompi lietelantamäärä saatavissa. Kurikan Jalasjärvi virheellisesti valkoisena, alueen lietelantapotentiaali kerääntynyt kanta-Kurikkaan.

Kartassa kolme esitetty lietelantamäärät pohjalaismaakunnissa. Erityisesti Ilmajoki, Seinäjoki, Kurikka, Uusikaarlepyy ja Vöyri erottautuvat tummina, mikä tarkoittaa, että näillä alueilla lietelantaa on runsaasti. Vaikka lietelantojen biometaanipotentiaali ei yllä kärkikolmikkoon pohjalaismaakunnissa, soveltuu se parhaimmin nykyiseen laitostekniikkaan. Uudessakaarlepyyssä kuitenkin on biokaasulaitos, joka sinällään varmasti hyödyntää jo alueen lietelantapotentiaalia. Myös Seinäjoen Nurmon tuleva laitos sekä Kurikan tuleva laitos tulevat hyödyntämään runsaasti lietelantoja, joten alueiden lietelantapotentiaalia ollaan osin lähivuosina valjastamassa käyttöön.

5.1 Olemassa olevien ja suunnitteilla olevien laitosten käyttämä lietelantapotentiaali

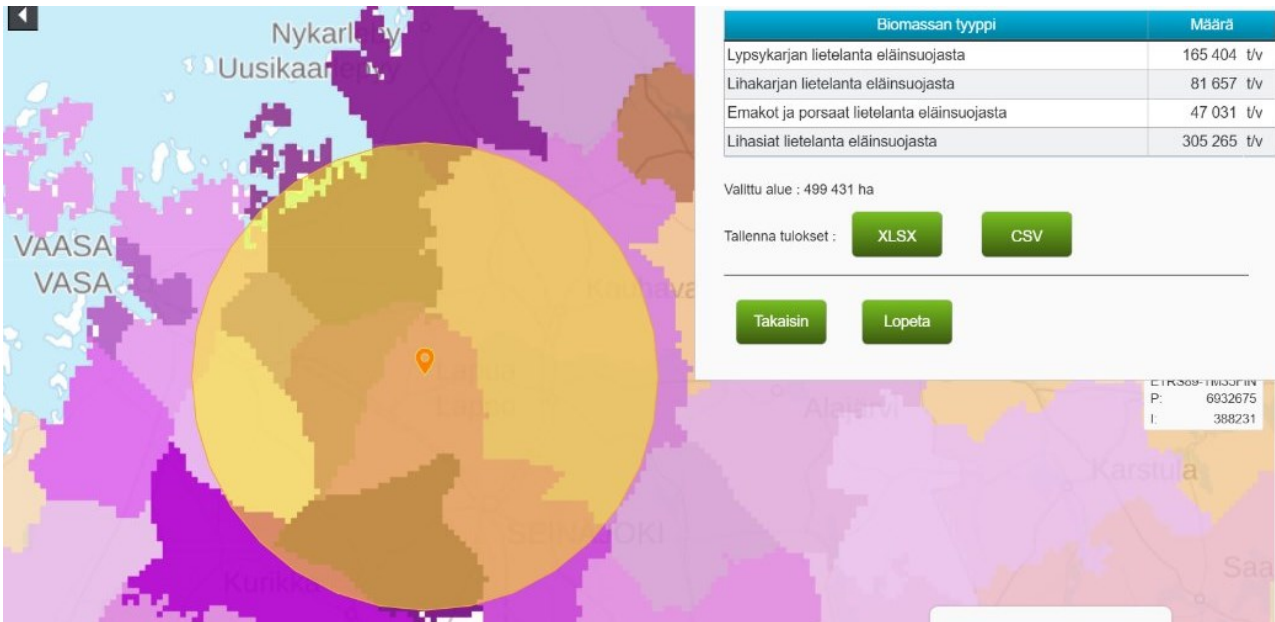
Jepuan laitos käyttää noin 70 000 tonnia sian lietelantaa vuodessa. Nämä syötteet tulevat pumppamalla lähisikaloista putkistoa pitkin laitokselle. Tällä syötemäärällä tuotetaan noin 14 GWh energiaa (Doranova & Jeppo Biogas, 2017). Kartassa 4 on esitetty Jepuan potentiaalinen lietesyötteiden hankinta-alue. Tämän alueen bruttopotentiaali on noin 85 GWh, joten lisäsyötepotentiaali Jepuulle tämän hetken käytön jälkeen on noin 71 GWh. Hankinta-alueeseen ulottuu Pohjanmaan lisäksi alueita Etelä-Pohjanmaalta, kuten Kauhavalta. Tiedossa on, että Jepua vastaanottaakin syötteitä myös Etelä-Pohjanmaan alueelta, esimerkiksi Kauhavan maatalousyrityksistä. Toiminta Jepuan biokaasulaitoksella on käynnistynyt vuonna 2013, joten se on ehtinyt toimia jo yli 10 vuoden ajan.



Kartta 4. Japanin syötteen hankinta-alue: Mitä tummempi alue kartalla, sitä enemmän alueella on lietelantaa.

5.2 Arvio Nurmon Bioenergian sekä mahdollisen Kurikan laitoksen syötehankinnasta

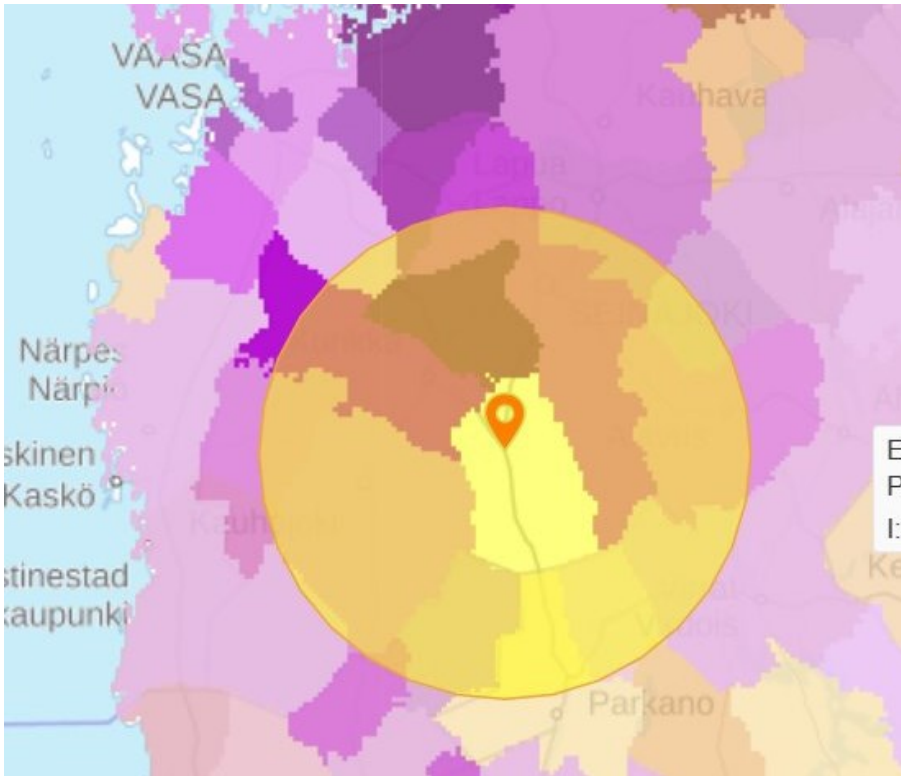
Kartan viisi hankinta-alueelta, jossa hankintaetäisyys on noin 60 km tietä pitkin, saatavissa on noin 109 GWh biokaasuenergiaa, joka vastaa melko hyvin Nurmon laitoksen suunniteltua suuruusluokkaa, joka on 100 GWh vuodessa ensimmäisessä käyttöönottovaiheessa. Laitoksen hankinta-alueen noin-rajat idässä Kuortane-Alavus (Tuuri) –tasolla, etelässä Koskuella Kurikan Jalasjärven alueella, lännessä Vöyrillä Pohjanmaan puolella, lounaassa osa Pohjanmaan Laihiaa ja pohjoisessa Kauhavan Korttesjärvellä rajana.



Kartta 5. Biomassa-atlaksen arvoilla 40 km piirretty hankintasäde, joka vastaa noin 60 km tietä pitkin. Nurmon tuleva biokaasulaitos keskipisteenä.

Kartan 6 simulaatiossa on Kurikan keskustan seutu keskipisteenä. Kuvan säteellä on kaikkiaan noin 134 GWh:n potentiaali lietelantaan perustuen. Kurikkaan tulevan laitoksen investointi on vielä epävarmaa, mutta sen ensimmäisen vaiheen tuotto olisi 40 GWh, joten ainakin alussa se pystyisi toimimaan hyvinkin pelkillä lietelantasyötteillä (Kurikan Energia, i.a.). Vertailun vuoksi, Nurmon Bioenergian laitoksen suunniteltu tuotanto olisi 100 GWh ensimmäisessä käyttöönottoavaiheessa.

Hankintasäde näillä etäisyyksillä ulottuu Etelä-Pohjanmaan lisäksi Pohjanmaalle Närpiön puolelle ja myös Laihialle ja osittain Maalahteen. Isohko osa tästä lietelannasta tulee olemaan rakenteilla olevan Nurmon Bioenergian laitoksen syötehankinnassa. Tältä osin Etelä-Pohjanmaan sisällä tulee hieman päällekkäisyyksiä, jos molemmilla laitoksilla olisi 60 kilometrin etäisyyteen perustuva hankinta-alue. Mielenkiintoinen kysymys tulevaisuutta koskien on, tuleeko laitoksille kilpailua tulevaisuudessa syötteiden hankinnan suhteen. Laitoksen koko ja hankintaetäisyydet ovat avainasemassa päällekkäisyyksien kanssa tulevaisuudessa. Ensimmäisen vaiheen suunnitelluilla kokoluokilla niin Kurikassa kuin Nurmassa tämä päällekkäisyys tuskin tulee aiheuttamaan haasteita, vaan kyse on spekulatiosta useiden vuosien päähän.



Kartta 7. Lieta-alueen hankintasäteenä tässä 40 km (n. 60 km tietä pitkin), keskipiste Jalasjärveltä 5 km valtatie 3 pitkin etelään.

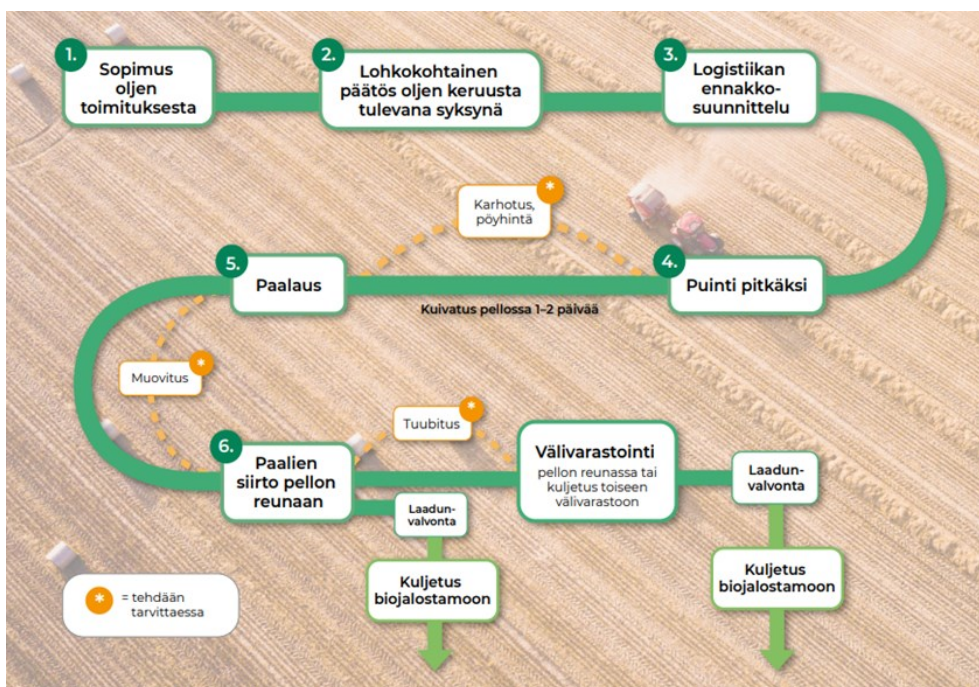
5.3 Olkimäärät pohjalaismaakunnissa

Valtaosa peltokasvien biometaanipotentiaalista on peräisin viljakasvien oljista. Toistaiseksi oljen käyttö orgaanisessa mädätyksessä Suomessa on vähäistä, ja sitä käytetään lähinnä pieninä osuuksina lannan tai lietteen seassa. Oljen biometaanipotentiaali on kuitenkin merkittävä: Jos maakuntien yhteenlasketusta teknistaloudellisesta olkipotentiaalista, kuivikekäyttö ja sänkeen jäävä osuus huomioiden, edes kolmannes saataisiin käyttöön, olisi sen biokaasupotentiaali jopa lähes 150 GWh vuodessa.

Ylijäämäoljen määrät kunnittain esitetään kartassa 8. Olkikartta antaa myös hyvää kuvaa siitä, millaisiin tuotantosuuntiin alueilla on painotettu: Etelä-Pohjanmaalla ja osassa Pohjanmaata viljantuotanto on hyvin yleistä.

Oljen mädätykseen liittyvien teknisten haasteiden lisäksi sen hyödyntämistä Suomessa rajoittavat sääolosuhteisiin liittyvät riskit, lyhyt korjuuaika ja siitä johtuvat kapasiteettihaasteet sekä toimitusketjun korkeat kustannukset. Kiinnostusta oljen myyntiin kuitenkin löytyy. Esimerkiksi Päijät-Hämeessä Vihreän kasvun biokylä -hankkeessa tehdyssä kyselyssä tavoitetuista 1 229 maatalousyrittäjästä 642 (52 %) oli kiinnostunut olkibiomassan myynnistä (Punntila ym., 2021). Noin puolet kiinnostuneista toimittaisi oljet paalattuna ja puolet suosisi toimitusmallia, jossa ulkopuolinen urakoitsija vastaisi paalauksesta.

Oljen toimitusketjun vaiheet havainnollistetaan kuvassa 3.



Kuva 3. Oljen toimitusketjun vaiheet (Punntila ym., 2021)

Sujuvan oljen toimitusketjun rakentaminen edellyttää tehokasta viestintää, kohdennettua markkinointia ja toimittajien sitouttamista selkein ostosopimuksin. Sopimusehdoilla ja hinnoittelulla on keskeinen rooli verkostoon liittymisessä. Lisäksi toimitusketjun eri vaiheiden (paalaus, kuljetus, varastointi) kapasiteetti on varmistettava huolellisella ennakoivalla suunnittelulla sekä reaaliaikaisella tiedonkululla myös satokauden aikana. (Punntila ym., 2021)

Vihreän kasvun biokylä -hankkeessa hahmoteltiin tiedonkeruuta ja viestintää varten paikkatietoon perustuvaa työkalua, jossa yhteiseen tietokantaan koottaisiin paikkatietoon sidottua tietoa

biomassojen vuosittaisista määristä ja arvioiduista valmistumisajoista. Tiedonkeruu aloitettaisiin jo viljelysuunnitelmista, ja sesongin aikana biomassojen statusta päivitetäisiin reaaliaikaisesti. Samaan portaaliin sisällytettäisiin tiedot myös oljen paalaus- ja kuljetusurakoijista. Vastaavan tyyppistä ratkaisua voitaisiin pilotoida myös mahdollisessa DigiBiogasHubs-hankkeen jatkohankkeessa.

Arffmanin ja Kyrön (2021) selvityksessä arvioitiin oljen korjuuketjun kustannuksia erilaisilla koneketjuvaihtoehdoilla. Peltotyöskentelyn kustannuksissa huomioitiin työaika, polttoaine ja pääomakustannukset. Viljelijävetoisessa pyöröpaalainketjussa viljelijät käyttävät edullisia tai jo olemassa olevia koneita ja pyrkimyksenä on vain saada lisäarvoa omalle työlle. Tämä vaihtoehto sitoo vähän pääomaa, mutta soveltuu vain rajatuille pinta-aloille. Urakoitsijat puolestaan tekevät koneinvestoinnit tätä työtä varten, mikä sitoo enemmän pääomaa, mutta mahdollistaa suuremmat työskentelypinta-alat.

Peltotyöskentelyn kustannus oli noin 60 € tonnilta riippumatta siitä, toteuttiko paalauksen viljelijä vai urakoitsija. Kuljetuskustannukset 50 km matkalla olivat kanttipaaleille 11–15 €/tonni ja pyöröpaaleille 15–21 €/tonni, kuorma-autokuljetusten ollessa edullisempia. 30 km matkalla vastaavat kustannukset olivat sekä traktori- että kuorma-autokuljetuksina kanttipaaleille 8 €/tonni ja pyöröpaaleille 11 €/tonni. Kun biometaanin tuotantopotentiaali optimiolosuhteissa tonnista olkea on noin 2,6 MWh, oljen korjuuketjun kustannukseksi 30–50 km matkoilla muodostuu 26–31 €/MWh biokaasua. Lopulta biometaanin markkinahinta ratkaisee, onko oljen keruu biokaasun tuottajalle taloudellisesti kannattavaa.

Edellä esitetyt kustannukset eivät sisällä oljen varastointia eikä sen lannoitusarvoa. Lannoitusarvolla tarkoitetaan oljen sisältämien ravinteiden taloudellista arvoa, joka menetetään, kun olki poistetaan pellostä ja ravinteet joudutaan korvaamaan lannoitteilla. Viljelijä voi odottaa saavansa tästä korvauksen joko rahallisesti tai vaihtoehtoisesti biokaasulaitoksen palauttamana mädätysjäänöksenä.

5.4 Biokaasulaitosten suunnittelu lietalannan ja muiden syötteiden saatavuuden näkökulmasta

Laskelmien ja simulaatioiden perusteella näyttää siltä, että pohjalaismaakunnissa on eniten käyttämättä lietalannan syötepotentiaalia Kurikan Jalasjärven ympäristössä laskennassa käytetyn 40 km:n säteen eli noin 60 km:n säteen tietä pitkin laskettuna. Tällöin voidaan hyödyntää myös sekä Suupohjan itäosien että Pirkanmaan Parkanon pohjoisosien lietalansyötepotentiaalia. Myös Jepuan laitoksen mahdolliseen laajennukseen on melko hyvä potentiaali. On kuitenkin huomioitava, että rakenteilla olevan Nurmon laitoksen ja Pedersören-Kruunupyyn alueelle selvityksessä olevan laitoksen syötehankinnoilla on iso vaikutus vapaana olevaan lietalansyötepotentiaaliin sekä mahdollisen 3-tien Jalasjärven laitoksen että Jepuan mahdollisen laajennuksen osalta. Simulaatioissa käytetty 60 kilometriä on melko pitkä etäisyys ja todellisuudessa syötteen kannattava etäisyys laitoksesta arvioidaan aina tapauskohtaisesti. Joissain tapauksissa 60 kilometriä on mahdollinen.

Samalla logiikalla esimerkiksi Keski-Pohjanmaalla Kaustisen tai Kruunupyy-Pedersören laitokset pystyvät hyödyntää jopa kolmen eri maakunnan syötteitä, toki laitoksen mittakaavasta riippuen. Pohjanmaan pohjoisosassa Kruunupyy-Pedersören laitoksen tavoiteltu kokoluokka on 150 GWh vuodessa, joten ainakin sinne vastaanotettavien syötteiden kokonaismäärä vuositasolla lienee useita satoja tuhansia tonneja vuositasolla. Pohjanmaalla myös Närpiö jää hieman katveeseen. Näin ollen Pohjanmaan eteläosissa voisi olla sijaa myös toiselle biokaasulaitokselle, sillä Kristiinankaupunkiin suunnitellun laitoksen kokoluokka on 13 GWh vuodessa. Pohjanmaan eteläosan tuleva biokaasulaitos pystyisi kokoluokastaan riippuen hyödyntää myös Etelä-Pohjanmaan eteläisimpien osien merkittävät maatalouden sivuvirrat energiantuotantoon. Keski-Pohjanmaan Kannuksen tuleva laitos taas voisi saada merkittäviä määriä syötettä Pohjois-Pohjanmaalta. Edellä mainittujen mahdollisten laitosten suunnitelmat ovat kuitenkin vielä hyvinkin alussa, ja toteutukseen mennee useita vuosia, eikä kaikki suunnitelmat välttämättä realisoidu.

Pelkästään olkeen perustuvalla biokaasulaitokselle hyvä sijainti olisi Kauhavan lounais-, etelä- tai itäosissa tai Seinäjoen Ylistarossa, jos sellainen ratkaisu saataisiin teknisesti toimivaksi ja kannattavaksi.

6. Maakuntarajat ylittävä yhteistyö laajentaa markkinamahdollisuuksia

Biokaasun tuotanto- ja käyttökohteiden sijaintien etäisyyksiä on tärkeää selvittää tarkasti kustannustehokkaan toiminnan varmistamiseksi. Biokaasuhubien toiminta edellyttää laajaa yhteistyötä eri alojen toimijoiden välillä. Esimerkiksi raaka-aineiden tuotanto, biokaasun tuotanto, biokaasun jalostus, sivuvirtojen käyttö, logistiikka, varastointi, myynti ja biokaasun loppukäyttö edellyttävät tehokasta yhteistoimintaa, jossa toimijoiden sijainneilla voi olla merkittävä vaikutus lopputuotteiden hintoihin. Tästä syystä on syytä kiinnittää huomiota siihen löytyvätkö kustannustehokkaimmat toimijat biokaasulaitoksen omasta maakunnasta, vai voidaanko viereisten maakuntien palveluja hyödyntää paremmin. Useiden maakuntien toimijoiden yhteistyö laajentaa toimintamahdollisuuksia merkittävästi. Esimerkiksi sijainnista riippuen Keski-Pohjanmaalla yhteistyöstä voitaisiin tehdä 50 km yhteistyösäteellä 3–5 eri maakunnan toimijoiden kesken. On myös huomioitava, että jokaisen maakunnan biokaasun käyttötarpeet ja raaka-aineiden tuotantotavat ovat erilaiset. Tällöin tehokas yhteistyö mahdollistaa pääsyn laajemmille markkinoille sekä laajemmille tuotantomahdollisuuksille.

6.1 Raaka-aineiden hyödyntäminen ja logistiikka: osuuskunta ja etäkaivot esimerkeinä

Biokaasun tuotannon kannalta on tärkeää tunnistaa soveltuvat raaka-ainevirrat ja -lähteet. Erityisesti suurten biokaasulaitosten onkin syytä tehdä kiinteitä sopimuksia raaka-aineiden tuottajien ja logistiikkayritysten kanssa jatkuvan ja tasaisen syötteen saatavuuden varmistamiseksi. Kun tietylle alueelle perustetaan useita biokaasulaitoksia, on mahdollista, että syötteen kysynnälle muodostuu kilpailua, mikäli raaka-aine hankitaan oman tuotantotilan ulkopuolisista lähteistä. Samalla eri tuotantolaitosten raaka-aineiden, biokaasun ja mädätysjäännösten kuljetustarpeet saattavat viivästyä tuotannon kannalta epäedullisesti, mikäli kuljetuksia ei optimoida logistiikkayritysten kanssa. Raaka-aineen hankinnan ja logistiikan sopimukset voisivat olla biokaasulaitosten yhteisiä, jos logistiikkaa voitaisiin optimoida tietyllä alueella. Näitä sopimuksia voisi hallinnoida esimerkiksi biokaasulaitosten omistajien hallinnoima osuuskunta, joka käy aktiivista keskustelua logistiikkayritysten, raaka-aineiden tuottajien ja biokaasulaitosten välillä. Tällöin osuuskunta kykenee tunnistamaan biokaasulaitosten tarpeet ja hankkii riittäviä raaka-ainevirtoja kaikille osuuskunnan biokaasulaitoksille ja

suunnittelee tehokkaimmat kuljetusreitit laitosten ja raaka-aineiden tuottajien välille. Tällä tavoin laitoksille kuljetetuissa syötteissä ei muodostu ylijäämää, sillä syötteet voidaan jakaa selkeästi ja tasaisesti useiden laitosten välillä. Biokaasun tuotannon ja ravinteiden kierron kannalta on tärkeää, että raaka-aine on mahdollisimman tuoretta. Lannan pitkäaikainen varastointi aiheuttaa ammoniakkipäästöjä sekä haihduttaa lannoituksen kannalta arvokasta tyypeä pois (Luostarinen & Pyykkönen, 2016). Nurmien säilytyksessä tapahtuva jälkilämpeneminen vähentää myös biomassan biokaasun tuotantopotentiaalia hiivojen ja bakteerien kuluttaessa nurmien sisältämiä sokereita ja maitohappoja (Ilola, 2022). Nurmien kuivaessa jälkilämpenemisen riski kasvaa. Näistä syistä raaka-aineiden kuljetuksia on kannattavinta optimoida siten, että syöte voidaan toimittaa biokaasulaitokselle mahdollisimman tuoreena.

Logistiikkakustannukset nostavat nopeasti lopputuotteiden hintoja. Tämän hankkeen aikaisemmin julkaistuissa teknillistaloudellisissa raporteissa käytettiin kuljetuskustannuksina 0,15 €/km/t (Jäntti, 2024; Tiainen, 2024; Spoof-Tuomi, 2024). Lietelannan metaanin tuotantopotentiaali on matala, mutta samalla sen tiheys on suuri. Tällaisten raaka-aineiden kuljettaminen nostaa lopputuotteen kustannuksia pitkillä matkoilla. Tuotantopotentiaaliselvityksissä lietelantojen keräilyetäisyyksiksi määriteltiin 20 km (Jäntti, 2024; Tiainen, 2024; Spoof-Tuomi, 2024). Samalla suuren metaanin tuotantopotentiaalilin omaavat ja matalatiheyksiset raaka-aineet, kuten nurmisyötteet ja oljet, soveltuvat 50 km keräilyetäisyyksille. Aiemmin mainituissa selvityksissä maatalouden ylijäämänä syntyville raaka-aineille määritelty hinta perustuu vain niiden kuljetuskustannuksiin. Tästä syystä raaka-aineiden kuljetus on kannattavinta suorittaa suoraan niiden syntylähteestä biokaasulaitokselle. Raaka-aineen yhteisvarastointi voi monissa tapauksista pidentää kuljetusetäisyyksiä nostaten raaka-aineen hintoja.

Logistiikan optimointia voidaan suorittaa myös CBG:n ja LBG:n tuotannon ja kulutuksen välillä esimerkiksi keskitetyn varastoinnin muodossa. Biokaasun keskitetty myynti ja logistiikka voi tarjota biokaasun kuluttajille tasaisemman kaasun tarjonnan ja helpomman hankintatavan.

Lisäksi biokaasulaitokset voisivat perustaa etäkaivoja, joihin biokaasutuotannosta muodostuva hygienisoitu mädätysjäännös voidaan kuljettaa haluttuun paikkaan syötteen hankinta-alueelle. Tällöin mädätteen ravinteet voidaan palauttaa niille peltoalueille, joita olisi lannoitettu ilman biokaasutuotantoa syötteeksi menneellä lannalla. Tällöin peltojen ravinnekierto voidaan toteuttaa tehokkaasti.

Nivalan Biokaasulaitos aikoo hyödyntää etäkaivoja biokaasulaitoshankkeessaan (Nivalan biokaasulaitos, 2025). Heidän käyttämänsä menetelmä on houkutteleva myös laitoksen syötteen hankinta-alueen maataloilille, sillä biokaasulaitos vastaa syötteen ja mädätysjäännöksen kuljetuskustannuksista. Samalla maatilat saavat suuremmassa ravinnetiheydessä olevaa mädätysjäännöstä käyttöönsä. Tämä vähentää maatalojen levittämiskustannuksia samalla vähentäen peltojen kuormitusta.

Tehokkaasta logistiikasta esimerkkinä toimii Jepuan biokaasu Oy. Yritys tarjoaa biokaasuaan sekä liikenne- että teollisuuskäyttöön (Jepuan Biokaasu, i.a.). Teollisuuteen yritys toimittaa biokaasuaan paineistettuna konttikuljetuksina. Lisäksi Jepuan Biokaasu valmistaa tuotannon mädätysjäännöksestä kierrätyslannoitetta, jota se toimittaa maatalouden käyttöön.

6.2 Markkinoiden laajentaminen ja kaupallistaminen; esimerkkeinä Stormossen ja Pohjanmaan Biokaasu Oy

Maakuntarakenne ei suoranaisesti vaikuta biokaasutuotantoon. Esimerkiksi biokaasulaitosten välisiä osuuskuntia on syytä suunnitella maantieteellisesti lähellä olevien laitosten kesken riippumatta kunta- tai maakuntarakenteista. Biokaasun raaka-aineiden hankinta-alueen laajentaminen yhden maakunnan ulkopuolelle mahdollistaa tapauskohtaisesti uusien syötteen hankinnan, minkä avulla voidaan saavuttaa erilainen biokaasupotentiaali. Raaka-ainepoikkeamat voivat johtua maakuntien erilaisista elinkeinorakenteista. Tietyillä alueilla suuri osa elinkeinosta voi koostua elintarviketuotannosta, toisilla alueilla raaka-aineita muodostuu karjataloudesta tai maanviljelystä. Sama elinkeinorakenteen eroavaisuus vaikuttaa myös biokaasun myyntiin. Esimerkiksi teollisuuteen painottuvilla alueilla biokaasun kysyntä on todennäköisemmin korkeampi kuin maatalouteen painottuvilla alueilla. Lisäksi suurten pääteiden läheisyys mahdollistaa biokaasun kysynnän lisääntymisen liikennekäytössä. Eroavaisuudet tuotanto- ja käyttöpotentiaalissa Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueilla havaittiin tämän hankkeen aiemmassa selvityksessä (Jäntti, 2024; Tiainen, 2024; Spoof-Tuomi, 2024).

Nykyisin toimivista biokaasulaitoksista hyvänä esimerkkinä laajoista markkinoista on Stormossen. Stormossen käsittelee Ekorosk Oy:n, Millespakka Oy:n ja Vestia Oy:n biojätettä omistajakuntien ja lietteen lisäksi (Stormossen, 2022). Edellä mainittujen yritysten toimintoja suoritetaan Pohjanmaalla,

Keski-Pohjanmaalla, Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla. Stormossen saa biokaasun tuotantoon varten raaka-ainetta laajalta alueelta maakuntarajoista huolimatta. Myös Keski-Pohjanmaalla toimiva Pohjanmaan-Biokaasu Oy on hyvä esimerkki laajalta alueelta hankitusta syötteestä. Biokaasulaitos vastaanottaa mustia vesiä Evijärven, Kaustisen, Kinnulan, Kokkolan, Kruunupyyn, Lappajärven ja Pietarsaaren alueilta. Laitoksella käytetään syötteenä myös Hopeakivenlahden jätevedenpuhdistamolalle saapuvista harmaista vesistä jäljelle jäävää lietettä. Syötteitä biokaasulaitokselle hankitaan siis neljän maakunnan alueilta. Biokaasulaitos kuitenkin käyttää muodostuneen biokaasun itse sähkön ja lämmön yhteistuotantoa varten. Pohjanmaan Biokaasun tuotantolaitoksesta erotellaan mädätysjäännöksestä kuivajae, jota tarjotaan maanparannusaineeksi sijainteihin, joissa ei kasvateta ihmisen tai eläimen ruoaksi käytettäviä kasveja.

6.3 Yhteiset investoinnit ja innovaatioiden käyttöönotto

Kun biokaasulaitokset toimivat tiiviissä yhteistyössä osuuskunnan kautta, on niiden laitosten keskinäinen tiedonjako helpompaa. Tällöin innovaatioita voidaan ottaa nopeammin laajempaan käyttöön, kun useampien laitosten muutoksia voidaan havainnoida samanaikaisesti. Samalla kun biokaasuosuuskuntien resilienssi pysyy yllättävistä muutoksista huolimatta hyvänä, voidaan yksittäisille biokaasulaitoksille tuotantoseisokkeja edellyttäviä innovaatioita ottaa käyttöön ilman biokaasun tarjonnan lamaan tuloa. Kun innovaatioiden hyödyt on havaittu yhden osuuskunnan sisällä, voidaan tietoutta jakaa asiantuntijoiden toimesta myös muille osuuskunnille useampien biokaasulaitosten tuotantotietojen avulla. Tämä mahdollistaa innovaatioiden nopeamman käyttöönoton biokaasukeskittymien välillä. Kuten raaka-aineiden hankinnan ja biokaasun myynninkin osalta, uusien teknologioiden hankinnasta muodostuvia kustannuksia ja riskejä voidaan jakaa osuuskunnan kesken (Osuuskuntien Keskusjärjestö Pellervo, i.a.). Tämä voi lisätä yksittäisten yrittäjien kiinnostusta uusiin investointeihin.

Kuten Spoof-Tuomen (2024) raportista kävi ilmi, ovat biometaanin nesteytysyksikön investointikustannukset varsin suuret. Yksittäisen maatilakokoluokan biokaasulaitoksen on haasteellista saada nesteytysyksikön investointi kannattavaksi pienellä tuotannolla. Osuuskuntamallissa useat biokaasulaitokset voivat hankkia yhteisen nesteytysyksikön, johon jokainen laitos voi tuotantotarpeidensa mukaisesti syöttää tuottamaansa biokaasua, esimerkiksi osuuskunta-alueen sisäisten kaasulinjojen kautta. Yhdistetyn tuotannon ja varastoinnin kautta nesteytysyksikön hankinta- ja

käyttökustannukset on helpompaa kattaa osuuskunnan kautta kannattavasti. Samaa toimintaperiaatetta voitaisiin hyödyntää myös hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia (CCS) varten.

6.4 Yhteinen markkinointi ja brändäys vahvistaisivat biokaasun tunnettavuutta

Biokaasulaitosten keskittäminen vähentää yksittäisten yritysten brändäyksen ja markkinoinnin tarvetta, kun yhdestä biokaasuosuuskunnasta voidaan luoda yksi brändi. Mikäli pienelle alueelle muodostuu useampia biokaasulaitoksia, ei biokaasun kuluttajan tarvitse käydä jatkuvaa tarjouskilpailua useiden eri yritysten kanssa biokaasun hankkimiseksi. Samalla biokaasun tuottaja kykenee tarjoamaan biokaasuaan laajemmille markkinoille, kun alueen muut biokaasulaitokset edistävät ja markkinoivat samaa brändiä. Yhteisten brändi-identiteettien luominen mahdollistaa vahvan asiakasluottamuksen muodostumisen. Hyvä asiakasluottamus markkinoi brändiä passiivisesti, mikä mahdollistaa tulevaisuudessa laajemmat markkinat (Tammikallio, i.a.). Biokaasulaitosten yhteistyö luo biokaasun hintaan vakautta. Myyntihintojen vakaus houkuttelee yrityksiä investoimaan halvempiin tuotantopoihin. Tällaisissa tapauksissa biokaasukeskittymän tuotantolaitoksien on kannattavaa olla mahdollisimman samankokoisia, jotta biokaasun myyntihinta olisi kaikille osapuolille tasavertainen.

6.5 Yhteenveto ja pohdinta

Maakuntien välinen yhteistyö voi mahdollistaa biokaasun tuotantoon ja käyttöön useita etuja. Yhteistyön avulla voidaan optimoida raaka-aineiden hankintaa, logistiikkaa ja jakelua, mikä vähentää kustannuksia ja parantaa biokaasun saatavuutta. Useiden maakuntien toimijoiden yhdistäminen mahdollistaa suuremmat ja monipuolisemmat tuotantomahdollisuudet sekä laajemman markkina-alueen. Lisäksi yhteistyö tukee yhteisiä investointeja, tutkimusta ja kehitystyötä, mikä nopeuttaa innovaatioiden käyttöönottoa. Biokaasuosuuskuntien kautta voidaan myös jakaa riskejä ja investointikustannuksia, esimerkiksi nesteytysyksiköiden hankinnassa. Yhteinen markkinointi ja brändäys vahvistavat biokaasun tunnettavuutta ja vakauttavat sen hintaa, mikä houkuttelee uusia asiakkaita ja investointeja.

Tämän selvityksen yhteydessä tehdyssä työpajassa saatujen tietojen perusteella, biokaasun tuotantomäärien kasvulle keskeinen ongelma voidaan nähdä olevan matala kysyntä. Tilanne muodostaa kehän, jossa tarjontaa ei muodostu ilman kysyntää, eikä kysyntää voi muodostua ilman tarjontaa.

Kyseisen haasteen ratkaiseminen voisi tarjota mahdollisuuden biokaasun kysynnän ja tarjonnan yhteiselle kasvulle. Työpajassa erääksi syyksi matalalle kysynnälle arveltiin poliittisia päätöksiä, jotka eivät tue tarpeeksi uusiutuvia polttoaineita suhteessa fossiilisiin. Uusiutuvilla polttoaineilla ei siis ole kilpailuetua, mikä heikentää niiden kysyntää. Väitteelle antavat tukea aiemmat selvitykset biokaasun käyttökustannuksista ja tehdyt teknistaloudelliset tarkastelut. (Jäntti, 2025; Tiainen, 2025; Spoof-Tuomi, 2024). Selvityksessä erityisesti teollisuudessa biokaasun hinta oli useissa tapauksissa maakaasua kalliimpi huolimatta alhaisemmasta valmisteverotasosta. Ainoastaan biokaasun paikallisuus mataline kuljetuskustannuksineen kykeni tekemään paineistetusta biokaasusta suuren kokoluokan tuotantolaitoksissa hieman maakaasua halvempaa. Pieni hintaetu ei kuitenkaan voi tarjota kilpailuetua ilman riittävää kysyntää ja tarjontaa.

7. Yhteenveto ja katse tulevaan

Pohjanmaalla teknistaloudelliseksi tuotantopotentiaaliksi arvioitiin 240–434 GWh, Keski-Pohjanmaalla 121–193 GWh vuodessa ja Etelä-Pohjanmaalla 315–545 GWh vuodessa. Varovaisenkin arvion mukaan (alemmat hyödyntämisasteet) tämä tuo Pohjanmaalla tilaa jopa 10–20 keskikokoiselle (10–20 GWh) tai 2–5 suurelle (50–120 GWh/v) biokaasulaitokselle. Keski-Pohjanmaan teknistaloudellisen potentiaalin valjastamiseen tarvitaan 6–10 keskikokoista tai 1–2 suurta biokaasulaitosta. Nurmooon rakenteilla oleva biokaasulaitos tulee pienentämään Etelä-Pohjanmaan teknistaloudellista potentiaalia noin 100 GWh:lla vuodessa. Tämän jälkeenkin Etelä-Pohjanmaalla voisi olla tilaa 10–20 keskikokoiselle tai 2–4 suurelle biokaasulaitokselle.

Lietelantojen osuus yhteenlasketusta teknistaloudellisesta potentiaalista on alle 5 %. Merkittävä biokaasutuotannon lisääminen maakunnissa edellyttääkin syötepuhjan laajentamista tällä hetkellä vähemmän hyödynnettyihin jakeisiin, kuivalantoihin ja peltobiomassoihin. Kuivalantojen osuus maakuntien yhteenlasketusta teknistaloudellisesta potentiaalista on, hyödyntämisasteesta riippuen, 30–40 %. Erityisesti huomiota kiinnittää kuitenkin olkien suuri osuus, 50 % potentiaalista. Toistaiseksi oljen käyttö orgaanisessa mädätyksessä Suomessa on vähäistä, ja sitä käytetään lähinnä pieninä osuuksina lannan tai lietteen seassa.

Vaikka kuivalantojen ja oljen käyttö Suomessa on vähäistä, on niiden potentiaali kuitenkin tunnistettu ja kiinnostus on kasvussa. Esimerkiksi Metener on kehittänyt ja patentoinut panoksittaisen kuivamädätysprosessin, joka soveltuu kuiville, hitaasti hajoaville biomassoille, kuten oljelle ja kuivalannalle (ProAgria, 2024). Tekniikka on käytössä mm. Palopuron ja Pyhäjärven biokaasulaitoksissa. Myös Pohjanmaalla sijaitseva Jepuan biokaasu on panostanut kuivamädätystekniikkaan. Jepuulle vuonna 2020 valmistunut Doranovan kehittämä Hardferm®-kuivamädätyslaitos on suunniteltu käsittelemään erityisen haastavia ja korkean kuiva-ainepitoisuuden omaavia syötteitä, kuten kiviä ja hiekkaa sisältäviä kuivalantoja (Doranova, 2020).

Erityisesti Keski-Euroopassa kuivamädätys ja kuivalantojen hyödyntäminen ovat jo melko yleisiä. Myös oljen hyödyntäminen biokaasun tuotannossa on selvästi pidemmällä kuin Suomessa. Saksa on Euroopan suurin biokaasun tuottaja, ja siellä on laaja kokemus erilaisten biomassojen, myös oljen, käytöstä. Yksi oljen hyödyntämisen edelläkävijöistä on VERBIO Vereinigte BioEnergie AG, joka on kehittänyt ja patentoinut teknologian oljen monomädätykseen – eli biokaasun tuotantoon pelkästään olkea käyttämällä, ilman muita syötteitä (VERBIO, 2025). VERBION ratkaisussa olki esikäsitellään hienontamalla se vasaramyllyllä oljen kuiturakenteen rikkomiseksi ja mikrobien käytettävissä olevan pinta-alan lisäämiseksi. Myös saksalainen Zorg Biogas on kehittänyt ja ottanut käyttöön innovatiivisia ratkaisuja, jotka mahdollistavat oljen tehokkaan muuntamisen biokaasuksi. Keskeisin näistä on höyryräjäytysesikäsittely (Zorg Biogas, 2025).

Edellä kuvatut esimerkit osoittavat, että kuivalantojen ja oljen hyödyntämiseen biokaasun tuotannossa on jo olemassa toimivia teknologisia ratkaisuja. Jotta näiden syötteiden teknistaloudellinen potentiaali voitaisiin hyödyntää laajamittaisesti, tarvitaan kuitenkin merkittäviä investointeja esikäsitteilykapasiteettiin sekä kuivamädätysteknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon. Erityisesti oljen osalta tarvitaan lisäksi kustannustehokkaita ratkaisuja oljen keruuseen, kuljetukseen ja varastointiin.

7.1 Biokaasuliiketoiminnan kehittäminen

Kansallinen siirtymä kohti kiertotaloutta ja hiilineutraalia energiantuotantoa nojaa keskeisesti biokaasun kysynnän kasvattamiseen ja teknistaloudellisen syötepotentiaalın entistä laajempaan käyttöön. Nämä toisiaan tukevat tavoitteet edellyttävät monipuolisia ja samanaikaisia toimia sekä

merkittäviä investointeja useilta yhteiskunnan ja elinkeinoelämän sektoreilta. Onnistuminen edellyttää koko arvoketjun kehittämistä – raaka-aineiden tuotannosta ja keräyksestä aina lopputuotteiden laajaan levitykseen ja sitä tukevaan politiikkakehykseen saakka. Taulukko 6 kokoaa yhteen biokaasuliiketoiminnan kehittämisen keskeiset osa-alueet ja niihin liittyvät toimijat.

Taulukko 6. Biokaasuliiketoiminnan kehittämisen keskeiset osa-alueet.

Kehityksen avainalue	Keskeiset toimet	Toimijat / Sidosryhmät
Kysynnän luominen	<p>Lainsäädännölliset ohjaukeinit: Lainsäädännölliset ohjaukeinit ja velvoitteet ovat tehokkaita kysynnän luojia. Näitä ovat esim. liikenteen jakeluvelvoite, hankintalainsäädännölliset keinit (esim. biokaasua suosivat kriteerit julkisissa hankinnoissa) ja verotukselliset keinit sekä päästökauppa.</p> <p>Taloudelliset kannustimet: Kysyntää voidaan tukea myös taloudellisilla kannustimilla. Vaikka investointituet kohdistuvat usein biokaasun tuotantoon, niitä voidaan myöntää myös biokaasua hyödyntäville investoinneille, esimerkkinä raskaiden kaasujoneuvojen hankintatuki ja tuet biokaasua hyödyntäville investoinneille teollisuudessa.</p> <p>Tiedon lisääminen ja asenneilmapiiriin vaikuttaminen: Kuluttajille, yrityksille ja päättäjille kohdistettu aktiivinen viestintä biokaasun hyödyistä voi lisätä kysyntää.</p> <p>Neuvonta ja koulutus: Tarjolla on oltava myös käytännönläheistä neuvontaa ja koulutusta biokaasuhankkeiden suunnitteluun, luvitukseen, rahoitukseen ja operointiin.</p>	EU, TEM, VM, ELY-keskukset, kunnat, yritykset, biokaasualan yhdistykset
Investoinnit kapasiteettiin	<p>Biokaasulaitosinvestoinnit: Uuden biokaasulaitoskapasiteetin rakentaminen on kasvun perusta. Maatilakokoiset, kyläkohtaiset/osuuskuntamuotoiset ja suuren mittakaavan keskitettyt laitokset voivat kaikki olla osa ratkaisua. Laitosten koot ja sijainnit määräytyvät syötelähteiden ja lopputuotteiden käyttökohteiden perusteella.</p>	Maatilat, biokaasuyritykset, kunnat, energiayhtiöt, kehitysrahoittajat, pankit, TEM
Teknologian kehitys ja innovaatiot	<p>Uusien syötevirtojen hyödyntäminen: Panostus myös haastavien biomassojen prosessointiin. Tämä voi edellyttää esimerkiksi kuivämädätyskapasiteetin kasvattamista ja tehokkaampien esikäsitteilymenetelmien käyttöönottoa.</p> <p>Prosessitehokkuuden parantaminen: Laitosteknologian kehittäminen mädätystehokkuuden ja metaanin saannon optimoimiseksi.</p> <p>Lopputuotteiden jalostus ja markkinat: Mädätysjäännöksen jalostus, tuotteen ja kaupallistaminen. Myös biokaasutuotannossa syntyvän hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia.</p> <p>Digitaaliset ratkaisut ja tiedonhallinta: Digitaaliset ratkaisut ja tietoalustat voivat merkittävästi parantaa tiedonkulkua kaikkien toimijoiden, kuten syötetoimittajien, kuljetusyritysten ja mädätysjäännöksen käyttäjien, välillä. Tämä mahdollistaa paremman suunnittelun ja tehokkaamman häiriötilanteiden hallinnan.</p> <p>Tehostettu logistiikka: Tähän voi kuulua esimerkiksi kaasuputkiverkoston laajentaminen tai muiden innovatiivisten kuljetusratkaisujen kehittäminen, jotka tukevat syötteiden, biokaasun ja sen sivutuotteiden liikkumista.</p>	Biokaasuyritykset, teknologiatoimittajat, yliopistot ja tutkimuslaitokset, insinööritoimistot, lannoitevalmistajat, energiayhtiöt

<p>Syötteiden saatavuuden varmistaminen ja logistiikan optimointi</p>	<p>Yhteistyö ja kumppanuudet: Maatilojen ja biokaasulaitosten välinen yhteistyö (lantakeräys, mädätysjäännöksen palautus pelloille). Sopimusviljely luo vakaan ja ennustettavan syötevirran, mikä on erityisen tärkeää suurille, keskitetyille biokaasulaitoksille, jotka tarvitsevat mittavia syötemääriä useilta eri toimijoilta.</p> <p>Logistiikan optimointi: Tehokkaat alueelliset keräys- ja kuljetusketjut varmistavat hajallaan olevien syötteiden kustannustehokkaan keruun ja mädätysjäännöksen jakelun. Tässä voidaan hyödyntää yhteisiä kuljetuspalveluita tai paikallisia välivarastoja pitkien kuljetusmatkojen varalle. Yhteiskuljetukset ja kuormakoon maksimointi voivat tuoda säästöjä työmenekissä ja kustannuksissa.</p> <p>Digitaaliset ratkaisut: Digitaalisten alustojen ja paikkatietojärjestelmien hyödyntäminen parantaa syötevirtojen hallintaa ja reittisuunnittelua.</p> <p>Riskien hallinta: Biokaasun syötteissä voi olla merkittäviä kausivaihteluita. Tehokas varastointi ja eri syötetyyppien yhdistely auttavat varmistamaan tasan syötevirran ympäri vuoden.</p>	<p>Maatilat, biokaasuyritykset, logistiikkayritykset, ohjelmistoyritykset</p>
<p>Vakaa politiikka-kehys</p>	<p>Investointituen jatkuvuus: Vakaa ja ennustettava tukipolitiikka on elintärkeää biokaasulaitosten suurille investoinneille.</p> <p>Kirjaukset strategioihin: Biokaasun ja ravinneriippuvuuden merkitys on tunnustettava selkeillä kirjauksilla maakunnallisissa strategioissa ja suunnitelmissa, kuten maakuntakaavoituksessa ja energia- ja ilmasto-ohjelmissa.</p> <p>Lupaprosessien sujuvuus: Panostaminen lupaprosessien nopeuteen ja selkeyteen.</p>	<p>TEM, Ruokavirasto, MMM, ELY-keskukset, kunnat, maakuntaliitot</p>

7.2 Biokaasupotentiaali tehokkaasti käyttöön yhteistyöllä

Pohjanmaan maakunnissa on merkittävä, mutta alihyödynnetty biokaasupotentiaali. Alueellisella yhteistyöllä tämä potentiaali voidaan saada entistä tehokkaammin käyttöön.

1. Resurssien tehostettu hyödyntäminen

Yhteistyöllä saadaan käyttöön laajempi ja monipuolisempi raaka-ainepohja, mikä parantaa syötteiden saatavuutta ja toimitusvarmuutta. Laaja raaka-ainepohja mahdollistaa myös kuljetusreittien optimoinnin ja säästöt logistiikkakustannuksissa. Lisäksi yhteistyö mahdollistaa laajempien laitosten rakentamisen, jolloin biokaasun tuotantokustannukset yksikköä kohti pienenevät.

2. Osaamisen jakaminen ja innovaatiot

Yhteistyö luo alustan parhaiden käytäntöjen, teknologisen osaamisen ja innovaatioiden jakamiselle. Tämä voi johtaa tehokkaampiin prosessointimenetelmiin ja uusiin sovelluksiin biokaasun hyödyntämisessä, edistäen koko alan kehitystä.

3. Markkinoiden laajentaminen ja riskienhallinta

Yhteistyö avaa ovia laajemmille markkinoille biokaasulle ja mädätteelle, mikä tasapainottaa kysyntää ja tarjontaa alueiden välillä. Yhteistyö myös vähentää yksittäisten toimijoiden taloudellista riskiä ja mahdollistaa laajempien, teknologisesti edistyneempien laitosten rakentamisen. Suuremmat, alueiden väliset biokaasulaitoshankkeet ovat usein myös houkuttelevampia sijoittajille ja ne voivat saada helpommin julkista rahoitusta.

4. Talouskehitys ja vaikuttamismahdollisuudet

Yhteistyöllä voidaan rakentaa vahvempia arvoketjuja ja luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia, esimerkiksi lannoitejalosteiden tuotannossa tai biogeenisen hiilidioksidin hyödyntämisessä, ja edistää näin alueellista talouskehitystä. Lisäksi yhteistyössä toimivat maakunnat voivat tehokkaammin ajaa biokaasualan etuja kansallisella tasolla. Tämä voi johtaa suotuisampiin säädöksiin ja tukijärjestelmiin, jotka vauhdittavat alan kasvua ja kehitystä.

Lähteet

- Arffman, M., & Kyrö, A. (2021). Loppuraportti – Selvitys oljen korjuuketjusta ja sen kustannuksista: Vihreän kasvun biokylä -hanke. Teoksessa E. Punntila, S. Luste, K. Tuominen, & H. Suomi, *Oljen toimitusverkon perustamisen reunaehdot: Case: Heinolan biojalostamo* (liite 3). (LAB-ammattikorkeakoulun julkaisusarja 34). LAB-ammattikorkeakoulu.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-827-389-2>
- *Biokaasuvisio2030*. (2024). <https://biokaasu2030.fi/>
- BIP Europe. (2023). *Insights into the current cost of biomethane production from real industry data*. Biomethane Industrial Partnership.
- Doranova, & Jeppo Biogas. (2017). *Jepuan biokaasulaitoksen toiminnan laajentaminen: ympäristövaikutusten arviointiselostus*.
https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Jeppo_Biogas_Ab_Ymparistovaikutusten_arviointiselostus.pdf
- Doranova. (2020). *Referenssit: Hardferm-kuivamädätyslaitos Jepuulle*.
<https://www.doranova.fi/referenssit/hardferm-kuivamadatyslaitos-jepuulle/>
- Jepuan Biokaasu. (i.a.). Haettu 28.3.2025, <https://jeppobiogas.fi/>
- Jäntti, P. (2024). *Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalın selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta: Keski-Pohjanmaan maakunta*. Centria-ammattikorkeakoulu. Haettu 13.5.2025, <https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2024/11/DigiBiogasHubs-report-Central-ostrobothnia-part1.pdf>
- Jäntti, P. (2025). *CBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknistaloudellinen analyysi: Keski-Pohjanmaan maakunta*. Centria-ammattikorkeakoulu. Haettu 26.5.2025, https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/DBH_CBGn-tuotannon-ja-kayton-seka-biokaasun-tuotannon-sivuvirtojen-hyotykayton-teknistaloudellinen-analyysi_K-P.pdf
- Kurikan Energia. (i.a.). *Lännen Biokaasu – Rakentamassa puhtaampaa tulevaisuutta*.
<https://kurikanenergia.fi/lannen-biokaasu/>
- Luonnonvarakeskus. (i.a.). *Biomassa-atlas*. [karttapalvelu]. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>

- Luonnonvarakeskus. (2024). *Luken selvitys: ruoka-ala työllistää Suomessa 320 000 henkeä*. Haettu 13.5.2025, <https://www.luke.fi/fi/uutiset/luken-selvitys-ruokaala-tyollistaa-suomessa-320-000-henkea>
- Luostarinen, S., & Pyykkönen, V. (2016). 'Maatilojen biokaasulla energiaa, päästövähennyksiä ja ravinnekiertoja'. Haettu 27.3.2025, https://www.ilmastoviisas.fi/wp-content/uploads/2013/07/biokaasu_www_24052016.pdf
- Nivalan biokaasulaitos. (2025.) *Yleisimmät kysymykset*. Haettu 27.3.2025, <https://www.nivalanbiokaasu.fi/yleisimmat-kysymykset/>
- Osuuskuntien Keskusjärjestö Pellervo. (i.a.). *Osuuskunnan hyödyt montaa kautta*. Haettu: 27.3.2025, <https://pellervo.fi/osuuskunnan-jasenyys/osuuskunnan-hyodyt-montaa-kautta/>
- ProAgria. (10.12.2024). *Metener: Panostoiminen kuivamädätys*. Biokaasulaitosten tekniikka. https://www.proagria.fi/uploads/ProAgria/Etela-Suomi/Metener_Joni_Alanko_10122024.pdf
- Punttila, E., Luste, S., Tuominen, K., & Suomi, H, (2021). *Oljen toimitusverkon perustamisen reunaehdot: Case: Heinolan biojalostamo* (LAB-ammattikorkeakoulun julkaisusarja 34). LAB-ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-827-389-2>
- Rasi, S. (2022). *Biokaasuntuotannon perusteet*. Luonnonvarakeskus. <https://pohjois-savo.mtk.fi/documents/197480/0/BiokaasunABC+x+Saija+Rasi+Luke+2022.pdf/a81a28e9-788b-03e5-2411-59a8ad6407d4?t=1666765855386>
- Riikonen, A.-M., Kotavaara, O., & Lehtinen, U. (2025). *Maatalouden lanta- ja peltosivuvirtojen saavutettavuus kestävän biokaasuntuotannon kannalta – paikkatietopohjainen tarkastelu Pohjois-Pohjanmaan eteläisessä osassa: BIOTUTO – Yhteistyöllä nostetta kierrätysravinteisiin ja paikalliseen bioenergian tuotantoon -hankkeen osaraportti* (Kerttu Saalasti Instituutin julkaisuja, Oulun yliopisto 1/2025). Oulun yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202502051463>
- Spoof-Tuomi, K. (2024). *Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalın selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta: Pohjanmaan maakunta* (TP2, osaraportti). Vaasan yliopisto/VEBIC. Haettu 13.5.2025, https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/03/TP2-Biokaasun-tuotanto-ja-kayttopotentiaali_revised-05032025.pdf

- Spoof-Tuomi, K. (2024). *LBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknis-taloudellinen analyysi - Pohjanmaan maakunta*. Vaasan yliopisto/VEBIC. Haettu 26.5.2025, https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/LBGn-tuotannon-ja-kayton-seka-biokaasun-tuotannon-sivuvirtojen-hyotykayton-teknis-taloudellinen-analyysi_Pohjanmaa.pdf
- Stormossen. (2022). *Käsittely ja hyödyntäminen* (Vuosikertomus 2022). Haettu 28.3.2025, https://ar2022.stormossen.fi/annual_report/vuosikertomus-2022/kasittely-ja-hyodyntaminen/
- Suomen Lantakaasu. (2025). *DigiBiogasHubs –hankkeen biokaasuiltapäivä Seinäjoella* 19.2.2025.
- Suomen ympäristökeskus. (2025). *Kuntien ja alueiden kasvihuonekaasupäästöt*. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>
- Tammikallio, T. (i.a.). *Yrityksen tunnettuuden lisääminen*. Haettu 3.3.2025, <https://www.influentialentrepreneur.net/brandin-rakentaminen/>
- Tiainen, J. (2024). *Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalın selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästöjen ja maatalouden ravinnetalouden arviointia: Etelä-Pohjanmaan maakunta* (TP2 –osaraportti 1). Haettu 13.5.2025, <https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/Biokaasun-potentiaali-Etela-Pohjanmaa.pdf>
- Tiainen, J. (2025). *Biokaasun ja CBG:n tuotannon teknistaloudellinen raportti – maatilamittakaavan sekä keskisuuren yhteismädättämön mallinnus: Etelä-Pohjanmaa*. Haettu 26.5.2025, https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/DBH_Biokaasun-ja-CBGn-tuotannon-teknis-taloudellinen-raportti_E-P.pdf
- Tolonen, S., Nieminen, J., & Bergman, T. (2025). *Alueelliset kehitysnäkymät keväällä 2025* (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2025:19). Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-660-4>
- VERBIO. (2025). *Products: Verbiogas*. <https://www.verbio.de/en/products/verbiogas/>
- Virolainen-Hynnä, A. (2024). *Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030, 2035 ja 2040*. Suomen Biokierto ja Biokaasu. <https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2024/05/Biokaasun-tuotanto-ja-kaytto-Suomessa-2030-2035-ja-2040-artikkeli-10052024.pdf>

- Zorg Biogas. (2025). *Technology: Straw to biogas*. <https://zorg-biogas.com/production-technology/straw-pre-treatment>
- Yle. (2024). *Nurmon jättimäisen biokaasulaitoksen rakentaminen varmistui, rakennustyöt alkavat heti*. Haettu 18.6.2025, <https://yle.fi/a/74-20110264>
- Ympäristöministeriö. (2024). *Ravinteiden kierrätyksen edistämiseen noin kuusi miljoonaa euroa – painopisteenä hankkeet Saaristomeren valuma-alueella*. Haettu 16.5.2025, <https://ym.fi/-/ravinteiden-kierrätyksen-edistämiseen-noin-kuusi-miljoonaa-euroa-painopisteena-hankkeet-saaristomeren-valuma-alueella>