

Biokaasu Satakunnassa

SAATAVUUS JA TEOLLISUUSKÄYTTÖ

Katri Juva, Julia Pihlavisto-Hakala ja Minna Haavisto



Euroopan unionin
osarahoittama



Prizztech



Euroopan unionin
osarahoittama



SATAKUNTALIITTO
Regional Council of Satakunta

*Raportti on tuotettu osana Euroopan unionin osarahoittamaa
Satakunnan biotalouden vahvistaminen ja varmistaminen
BIOVAHVA -hanketta. Hankkeen toteuttajia ovat Satakunnan
ammattikorkeakoulu Oy (koordinoija), Prizztech Oy, Satafood
Kehittämisyhdistys ry ja Pyhäjärvi-instituutti.*



Prizztech



Lukijalle

Tässä raportissa tarkastellaan biokaasua prosessiteollisuuden polttoaineena sekä teollisuuden mahdollisuuksia ja motiiveja siirtyä sen käyttöön. Koska biokaasun saatavuus on teollisuudelle keskeinen edellytys, raportin ensimmäisessä osassa käsitellään sen saatavuutta ja tuotantoa Satakunnassa, mukaan lukien vireillä olevat biokaasulaitoshankkeet ja e-polttoaineiden tuotantoon liittyvät kehittämishankkeet. Jälkimmäisessä osassa keskitytään biokaasun teollisuuskäyttöön: varastointiin, käyttömahdollisuuksiin, taloudellisiin näkökulmiin sekä yleiseen prosessikuvaukseen siirryttäessä fossiilisista polttoaineista biokaasuun.

Raportin tarkoituksena on tuottaa tietoa alueen teollisuudelle, joka harkitsee biokaasun käyttöön siirtymistä. Julkaisu on tuotettu osana Satakunnan biotalouden vahvistaminen ja varmistaminen BIOVAHVA -hanketta, joka on saanut Satakuntaliitolta JTF-rahoitusta.

Tiivistelmä

Biokaasun ja erityisesti jalostetun biometaanin mahdollisuudet korostuvat jatkuvasti teollisuuden energialavimissa. Biokaasusta jalostettu biometaani on kemiallisesti samanlaista kuin maakaasu, mutta tuotettu uusiutuvista lähteistä. Biokaasun käyttö tarjoaa teollisuudelle konkreettisen mahdollisuuden vähentää hiilidioksidipäästöjä ja edistää kansallisten sekä EU-tason ilmastotavoitteiden saavuttamista. Puhdistettuna ja jalostettuna biokaasu soveltuu erityisen hyvin prosesseihin, joissa tarvitaan korkeita lämpötiloja, nopeaa säätöä tai höyryn tuotantoa, ja se voidaan ottaa käyttöön olemassa olevissa kaasuinfrastruktuureissa ilman merkittäviä muutoksia. Muista polttoaineista vaihtaminen on myös mahdollista, mutta vaatii kohdekohtaisesti erisuuruisia investointeja.

Biometaania voidaan käyttää sekä paineistettuna että nesteytettynä. Nesteytys mahdollistaa suurten energiamäärien kuljettamisen pitkiä matkoja, kun taas paineistus soveltuu paikalliseen kuljetukseen. Satakunnan teollisuudessa on jo esimerkkejä siirtymisestä fossiilisista polttoaineista biokaasuun: Osuuskunta Satamaito on vaihtanut osan nestekaasustaan biometaaniin ja Boliden Harjavalta suunnittelee öljyn korvaamista biometaanilla. Nämä tapaukset osoittavat, että kiinnostus on kasvussa, vaikka kotimaisen tuotannon määrä on rajallinen.

Biometaanin käyttöönottoa vauhditetaan useilla ohjaukeinoilla. Investointituet tukevat biokaasulaitosten rakentamista ja infrastruktuurin kehittämistä. Maatalouden sivuvirtojen hyödyntämistä edistetään ravinnekierron tukien kautta, mikä vähentää myös mineraalilannoitteiden tarvetta. Liikennepolttoaineiden jakeluvelvoite luo lisää markkinoita biokaasulle ja alkuperätakuujärjestelmä varmistaa, että käytetty kaasu on aidosti uusiutuvaa. Verotus- ja päästökauppajärjestelmät puolestaan tekevät biokaasusta kilpailukykyisen vaihtoehdon teollisuudelle, sillä se lasketaan päästöttömäksi polttoaineeksi ja voi hyötyä verohuojennuksista.

Markkinan kehitystä jarruttaa kuitenkin se, että yksittäisen teollisuuskohteen energiantarve voi ylittää keskikokoisien biokaasulaitoksen vuosituotannon. Tämä asettaa haasteita toimitusvarmuudelle ja luo tarpeen suurille keskityille laitoksille tai yhteistyömalleille, joissa useiden laitosten tuottama kaasu jalostetaan yhdessä. Biometaanin tuonti muualta Euroopasta sekä mahdollinen synteettisen e-metaanin tuotanto biometaanin jalostuksen yhteydessä syntyvästä hiilidioksidista ja vihreästä vedystä voivat täydentää saatavilla olevan metaanin tarjontaa.

Satakunnassa biometaanilla on vahva potentiaali teollisuuden energialähteenä, mutta sen laajempi käyttöönotto edellyttää investointeja uusiin laitoksiin, kaasun jalostukseen ja toimiviin logistiikkaketjuihin. Taloudellinen kannattavuus riippuu paitsi kaasun hinnasta myös kuljetus-, jalostus- ja mädätekustannuksista. Ratkaisevaa on politiikan johdonmukaisuus ja ennakoitavuus, sillä vain näin yritykset voivat tehdä pitkäjänteisiä päätöksiä biokaasuun siirtymisestä.

Biometaanin tulevaisuus Satakunnassa kytkeytyy vahvasti teollisuuden päästövähennystavoitteisiin ja alueen maatalouden sivuvirtojen hyödyntämiseen. Teknologinen kehitys, kannustavat tukimekanismit ja toimiva yhteistyö eri toimijoiden välillä luovat perustan sille, että biometaani voi nousta keskeiseen rooliin maakunnan teollisuuden energialavimissa.

Sisällysluettelo

Sanastoa ja terminologiaa	6
Johdanto	7
Biokaasun saatavuus ja tuotanto.....	8
Biokaasun tuotantoa Satakunnassa ja lähialueella	9
Nykyiset biokaasulaitokset.....	9
Biokaasulaitoshankkeet Satakunnassa ja lähialueella.....	11
E-metaanin tuotantoa Satakuntaan	12
P2X Solutions, Harjavalta.....	13
Nordic Ren-Gas Oy Kirrinsanta, Pori.....	13
Biokaasu ja kierrätysravinteet	14
Biokaasun kestävyyskriteerit ja alkuperätakuu	16
Biokaasun tuotannon kannustimista	17
Investointituet biokaasulaitoksille	17
Ravinnekierron tuet.....	18
Liikennepolttoaineiden jakeluvelvoite ja tikettikauppa.....	18
Biokaasun käyttö teollisuudessa.....	19
Käyttökohteita teollisuudessa	19
Lämmön ja sähkön tuotanto	19
Biometaanin prosessien polttoaineena	20
Teollisuushöyryn tuotanto	20
Muut käyttökohteet.....	21
Biokaasutuotteiden ominaisuuksia	21
Jalostetun biometaanin varastointi	24
Jalostetun biometaanin logistiikka	25
Biokaasun käytön turvallisuusvaatimukset	26
Biometaanin käytön taloudelliset näkökulmat	28
Esimerkkejä biokaasuun siirtymisen kustannuksista	28
Biokaasun käytön taloudelliset kannustimet	30
Tuet biokaasuun käyttöönottoon yrityksissä	30
Verotus.....	30
Päästökauppa ja sen vaikutukset biokaasumarkkinoihin.....	31
Siirtyminen fossiilisista energialähteistä biokaasuun	31
Maakaasun korvaaminen	31
Muiden fossiilisten energiakaasujen korvaaminen.....	32
Kevyen tai raskaan polttoöljyn korvaaminen.....	32
Tulevaisuuden näkymiä biokaasun roolista teollisuuden energianlähteenä Satakunnassa	33
Lähteet	35

Sanastoa ja terminologiaa

ABG:	”Adsorbed Biomethane Gas” eli väliaineeseen absorboitu tai adsorboitu biokaasu. Biokaasu voidaan varastoida kiinteään aineeseen, kuten aktiivihieleen, adsorboituna sen pintaan tai absorboituna sen sisälle. Luonnossa biokaasu saattaa esiintyä veteen liuenneena eli absorboituneena. Keinotekoisena varastointiratkaisuna ABG-teknologiat ovat kehitys ja pilotointivaiheessa.
Biokaasu:	Yleisnimitys kaasulle, joka syntyy orgaanisen aineksen anaerobisessa hajo- tuksessa ja jota voidaan hyödyntää uusiutuvana energialähteenä. Biokaasua käytetään muun muassa sähkön ja lämmön tuotannossa sekä liikenteen polt- toaineena jalostettuna.
Bio-LNG:	Katso ”Nesteytetty biokaasu (LBG)”.
Biometaani:	Puhdistettu ja jalostettu biokaasu, joka sisältää lähes pelkästään metaania ja vastaa laadultaan maakaasua. Liikenteen polttoaineena ja teollisuuden pro- sesseissa käytettävä biokaasu on biometaania. ¹
E-metaani:	Synteettisesti tuotettu metaani, joka valmistetaan yhdistämällä sähköllä tuo- tettua vetyä hiilidioksidiin. Uusiutuvan e-metaanin tuotannossa käytetään uusiutuvaa sähköä ja kestävästä lähteistä peräisin olevaa hiilidioksidia. E-me- taani vastaa kemiallisesti biometaania ja maakaasua, ja sitä voidaan hyödyn- tää samoissa käyttökohteissa, kuten liikenteessä tai kaasuverkossa.
HCBG:	”Hydrogen Compressed BioGas” eli paineistettu biokaasu, johon on lisätty vetyä. Vedyn osuus on tyypillisesti 5–30 %. Voidaan käyttää liikennepolttoai- neena, mutta ei ole Suomessa käytössä. Kutsutaan myös hytaaniksi (hythane, HYdrogen meTHANE), joka ei erottele onko metaani peräisin biopohjaisista vai fossiilisista lähteistä.
Nesteytetty biokaasu (LBG):	Biometaani, joka on jäädytetty noin –160 °C lämpötilaan nestemäiseen muotoon. Nesteytetty biokaasu soveltuu erityisesti raskaaseen liikenteeseen ja teollisiin käyttökohteisiin, joissa tarvitaan suuria energiamääriä. Nesteytetyn biokaasun (LBG) energiatiheys on paineistettua biokaasua (CBG) suurempi.
Paineistettu biokaasu (CBG):	Biometaani, joka on puristettu korkeaan paineeseen (yleensä 200–250 bar) ja käytetään polttoaineena esimerkiksi ajoneuvoissa.
Puhdistettu biokaasu:	Biokaasu, josta on poistettu epäpuhtaudet, kuten vesi ja rikkivedyt. Puhdis- tettu biokaasu koostuu metaanista ja hiilidioksidista. Puhdistettua biokaasua voidaan käyttää energialähteenä esimerkiksi lämmityksessä tai sähkön tuo- tannossa. ¹
Raakabiokaasu:	Orgaanisen aineksen hajotessa hapettomissa oloissa syntyvä kaasuseos, joka sisältää metaanin lisäksi hiilidioksidia, vettä, rikkiyhdisteitä ja muita epäpuh- tauksia. Raakabiokaasua ei voi sellaisenaan hyödyntää energiana. ¹

Johdanto

Energiamurros on käynnissä. Siirtymä kohti puhtaita, fossiilittomia energiantuotantomuotoja on välttämätön ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. Fossiilisten polttoaineiden käytöstä luopuminen on nopeutunut. Tämä johtuu osittain siitä, että päästökauppa ja muut sääntelymekanismit ohjaavat energiantuotantoa kohti vähäpäästöisiä ratkaisuja. Monet yritykset ovat asettaneet kunnianhimoisia päästövähennystavoitteita ja etsivät aktiivisesti uusia energiaratkaisuja.

Teollisuudessa tarkastellaan laajasti vaihtoehtoja, kuten biokaasua, tuuli-, aurinko- ja vesivoimaa, jotka mahdollistavat siirtymisen ympäristöystävällisiin energialähteisiin ilman, että tuotannon tehokkuudesta tai luotettavuudesta tarvitsee tinkiä. Kasvava uusiutuvan sähkön tuotanto tarjoaa teollisuudelle keinon saavuttaa päästövähennystavoitteitaan. Myös ydinvoimalla tuotettu sähkö on päästötöntä. Pörssisähkön hintavaihtelut ovat avanneet mahdollisuuden tuottaa lämpöä sähkökattiloilla halpojen tuntien aikana ja varastoida sitä lämpövarastoihin. Kuitenkin prosessiteollisuudessa, jossa tarvitaan korkeita lämpötiloja ja teollisuushöyryä, kaasumaiset polttoaineet ovat edelleen tärkeitä energialähteitä.

Biokaasu on varteenotettava vaihtoehto maakaasulle ja nestekaasulle erityisesti teollisuudessa, joka on riippuvainen kaasumaisista polttoaineista. Tulevaisuudessa myös vihreä vety ja siihen perustuvat energiakaasut voivat nousta merkittäviksi ratkaisuiksi. Kun niiden tuotantomäärät kasvavat, tarjoavat ne teollisuudelle entistä enemmän uusiutuvia ja kestäviä vaihtoehtoja.

Biokaasu on uusiutuva polttoaine. Sen käyttöön siirtyminen on teollisuudelle yksi mahdollinen keino kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Energiakäytössä biokaasu poltetaan, mutta kaasun polttamisessa syntyvä hiilidioksidi on peräisin biomassasta, joka vapauttaisi hiilensä ilmakehään myös luonnollisesti hajotessaan. Niinpä kestävästi tuotetun biokaasun käyttö ei tuota ilmakehään ylimääräistä hiilidioksidia. Jos biokaasua tuotetaan esimerkiksi biojätteistä tai lietteistä, jotka muuten vapauttaisivat ilmakehään metaania, voi biokaasuprosessi olla jopa hiilinegatiivinen. Hiilinegatiivisuus on mahdollista myös, jos biokaasusta jalostetaan biometaania ja prosessissa erotettu hiilidioksidi otetaan talteen ja hyödynnetään tai varastoidaan. Tyypillisesti mädätyksessä syntyvä biokaasu koostuu 50–70 prosenttisesti metaanista ja loppu on pääosin hiilidioksidia.

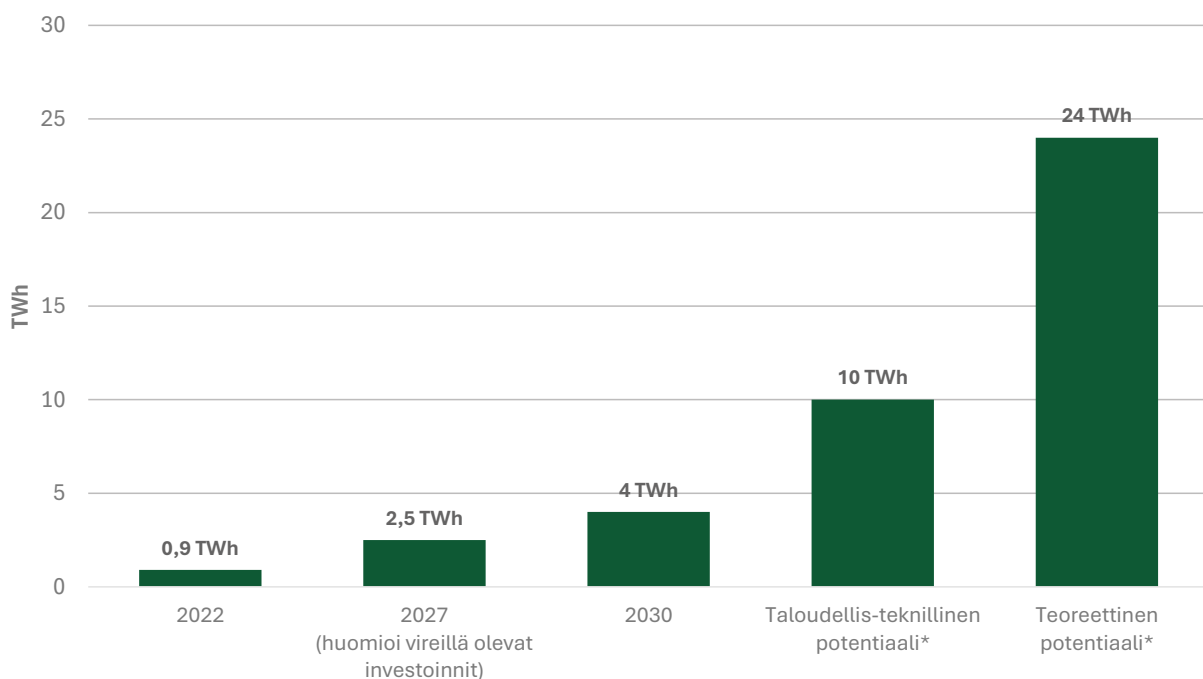
Biokaasun tuotanto tukee myös ruoantuotannon päästövähennystavoitteita. Lantaa ja muita maatalouden biosivurtoja voidaan käyttää biokaasulaitosten syötteinä. Biokaasuprosessi vähentää lannasta syntyviä ilmastopäästöjä verrattuna lannan suoraan peltolevitykseen, kun kasvihuonekaasut otetaan hallitusti talteen ja hyödynnetään energiana. Biokaasuprosessi tuottaa energian lisäksi kierrätyslannoitteita, joiden käyttö vähentää mineraalilannoitteiden tarvetta ja siten välillisesti niiden tuotantoon liittyviä päästöjä. Mineraalilannoitteiden tuotannossa käytetään fossiilisia energianlähteitä sekä kriittisiä raaka-aineita, joiden saatavuuteen ja hintaan geopoliittiset muutokset vaikuttavat herkästi. Mineraalilannoitteiden korvaaminen kierrätyslannoitteilla tukeekin vahvasti myös huoltovarmuutta. Myös fossiilisten tuontipolttoaineiden korvaaminen kotimaisilla, uusiutuvilla kaasuilla parantaa huoltovarmuutta.

Biokaasun saatavuus ja tuotanto

Biokaasun tuotantomäärä on pitkään ollut Suomessa noin 1 TWh vuodessa. Tämä vastaa noin puolta prosenttia Suomen uusiutuvan energian tuotannosta. Biokaasutuotannosta suurin osa on käytetty lämmöntuotantoon tai yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon ². Biokaasun hyödyntäminen yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon edellyttää, että raakakaasu puhdistetaan sellaisista epäpuhtauksista, jotka saattavat vaurioittaa laitteistoja.

Jotta biokaasu kelpaa liikenne- ja teollisuuskäyttöön, se on jalostettava biometaaniksi. Jalostusprosessissa raakakaasusta poistetaan epäpuhtauksien lisäksi myös hiilidioksidi. Biometaani on siis lähes puhdasta metaania, ja vastaa kemialliselta koostumukseltaan likimain maakaasua. Biometaania tuotettiin Suomessa vuonna 2022 noin 22 % biokaasun kokonaistuotantomäärästä. ²

Vuonna 2024 julkaistussa Biokaasuvisio2030-julkilausumassa asetetaan biokaasun vuotuiseksi tuotantotavoitteeksi 4 TWh vuoteen 2030 mennessä (kuva 1). Julkilausumassa esitetään konkreettisia toimenpiteitä tavoitteen saavuttamiseksi. Näitä ovat mm. poliittiset ohjelmat ja strategiat, taloudelliset kannustimet sekä biokaasun saatavuuden varmistaminen. ³



Kuva 1. Biokaasun tuotanto vuonna 2022, arvio tuotantotasosta vuonna 2027, vuoden 2030 tavoite ja tuotantopotentiaalit (TWh) (Lähde: Biokaasuvisio2030¹). Lukujen lähteet: Vuoden 2022 luvut Tilastokeskus, vuoden 2027 luku sisältää vireillä olevat laitosinvestoinnit, potentiaaliluvut julkaisusta Rural biogas: feasibility and role in Finnish energy system. BEST suitable Bioenergy Solutions for Tomorrow. Research Report no 1.1.3–4³. *Potentiaaliluvut eivät sisällä biometaanin yhteydessä talteen otetusta ja hyödynnetystä hiilidioksidista tuotettua e-metaania.

Biokaasutuotannon ennustettu kasvuloikka perustuu siihen, että Suomessa on vielä runsaasti biokaasun tuotantoon soveltuvia jätteitä ja sivuvirtoja saatavilla. Erityisesti maatalouden sivuvirtojen merkityksen biokaasusyötteenä arvioidaan kasvavan. Vireillä onkin kymmeniä biokaasulaitosinvestointeja ympäri Suomea. Monissa vireillä olevissa biokaasulaitoshankkeissa maatalouden sivuvirrat muodostaisivat suuren osan käytettävistä syötteistä. Elokuussa 2024 vireillä olleiden laitosinvestointien perusteella biokaasutuotannon on arvioitu kasvavan vuosien 2024–2027 välisenä aikana lähes 1,3 TWh:lla vuodessa. Tämä tarkoittaisi, että nykyinen biokaasutuotanto yli tuplaantuisi vuoteen 2027 mennessä. ²

Luonnonvarakeskus on vuonna 2015 arvioinut Suomessa muodostuvien biokaasusyötteiden teknis-taloudelliseksi tuotantopotentiaaliksi 10 TWh ⁴, mutta joidenkin asiantuntija-arvioiden mukaan biokaasun tuotanto voi nykyisillä toimenpiteillä kasvaa korkeintaan 3 terawattituntiin vuoteen 2030 mennessä, 5 terawattituntiin vuoteen 2035

mennessä ja 7 terawattituntiin vuoteen 2040 mennessä. Biokaasuvisio 2030 -julkilausumassa esitettyyn 4 TWh:n tavoitteeseen on sisällytetty biometaanin jalostuksen yhteydessä talteen otetusta hiilidioksidista tuotettu e-metaani (kuva 1).³

Kasvavalle biokaasun tuotannolle arvioidaan olevan myös kysyntää. Biokaasuvisio arvon mukaan raskas liikenne (kuorma-autot ja laivat) voisi kuluttaa 3 TWh biometaanina vuonna 2030, ja kulutuksen arvioidaan tästäkin kasvavan seuraavan vuosikymmenen aikana. Lisäksi biometaanina ja biokaasua kulutetaan teollisuudessa sekä lämmön ja sähkön tuotannossa. Erityisesti teollisuudessa biometaanin kysynnän ennustetaan kasvavan.³

Kasvavasta kysynnästä kertoo myös se, että biometaanin tuonti Suomeen on kasvanut aivan viime vuosina. Kysyntää on siis enemmän kuin kotimaista tuotantokapasiteettia. Tähän on osaltaan vaikuttanut se, että maakaasun tuonti Venäjältä päättyi vuonna 2022 Venäjän hyökättyä Ukrainaan ja maakaasun hinta nousi. Toki myös päästötavoitteiden kiristyminen kasvattaa kysyntää. Gasgridin tilaston mukaan vuoden 2025 ensimmäisellä neljänneksellä Suomeen on hankittu Euroopasta n. 200 GWh:n edestä biometaanina, kun kotimaisen biometaanin hankinta on samalla kvartaalilla ollut n. 100 GWh. Biometaanina tuodaan Euroopasta Suomeen mm. Balticconnector-putkea pitkin sekä Porin LNG-terminaalin kautta.^{5, 6, 7}

Biokaasun tuotantoa Satakunnassa ja lähialueella

Satakuntaan on rakennettu useita biokaasulaitoksia (kuva 2). Nykyiset laitokset ja niiden tuotanto käydään läpi seuraavassa luvussa. Satakunnassa on tätä raporttia kirjoitettaessa vireillä kaksi teollisen mittakaavan biokaasulaitoshanketta, molemmat Säskylässä. Satakunnan lähialueilla on kehitetty biokaasulaitoksia Pirkanmaalle Punkalaitumelle sekä Varsinais-Suomeen Oripäähän. Nämä Satakunnan ja lähialueen laitoshankkeet käydään läpi omassa luvussaan.

Nykyiset biokaasulaitokset

Satakunnassa biokaasua tuotetaan kolmella teollisen kokoluokan laitoksella ja kahdella maatilakohtaisella biokaasulaitoksella vuonna 2025. Teollisen kokoluokan laitoksia ovat Gasum Oy:n Honkajoella ja Huittisissa sijaitsevat laitokset sekä Nevel Oy:n laitos Porissa. Maatilakokoluokan laitokset sijaitsevat Emomyllyn sekä Matintalo Agro Oy:n maatiloilla Huittisissa.

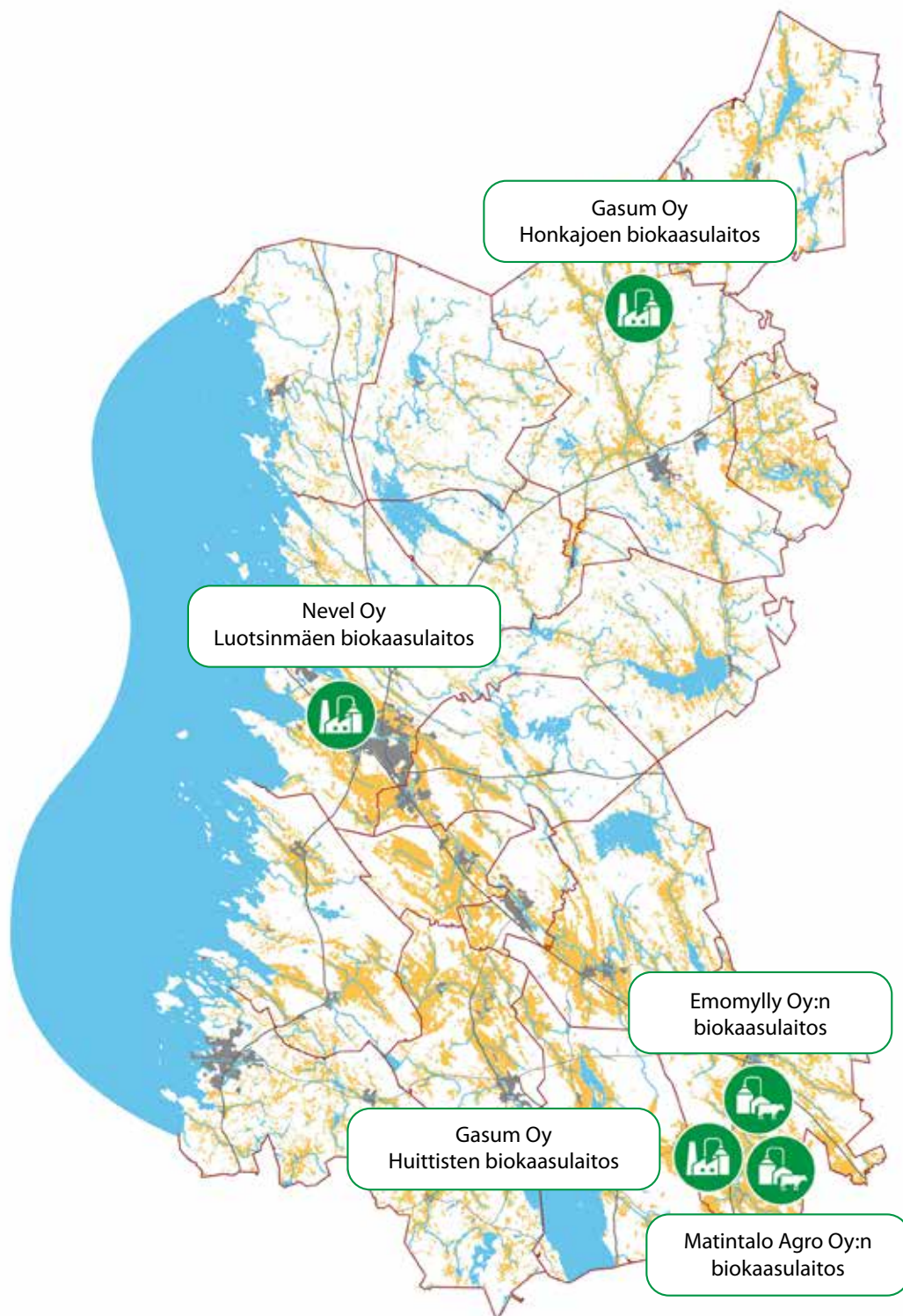
Gasumin Honkajoen laitos tuottaa biokaasua elintarviketeollisuuden sivuvirroista sekä erilliskerätystä ja pakkauskellisesta biojätteestä. Syötteitä käsitellään noin 60 000 tonnia vuodessa. Laitoksen biokaasu myydään lähellä sijaitsevan energiyhtiön kattilalle sekä CHP-koneelle sähkön, lämmön sekä prosessihöyryn tuotantoon (CHP = Combined Heat and Power). Biokaasulla tuotetaan höyryä ja lämpöä eläinperäisten sivutuotteiden käsittely- ja jalostusprosesseihin. Biokaasua ei jalosteta biometaaniksi, vaan se käytetään raakakaasuna. Laitos tuottaa biokaasua 35 GWh vuodessa.^{8, 9}

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamon lietettä mädättävä Nevelin biokaasulaitos Porissa jalostaa biokaasun biometaaniksi, jota tarjotaan paineistettuna ajoneuvopolttoaineeksi läheisellä Luotsinmäen tankkauspiisteellä. Loput biometaanista myydään Osuuskunta Satamaidolle, joka tuottaa sillä höyryä ja lämpöä maitotuotteiden jalostusprosesseihin. Laitos tuottaa biokaasua noin 12 GWh vuodessa.¹⁰

Gasumin Huittisten biokaasulaitos käsittelee useamman kunnan ja kaupungin puhdistamolietteitä, paikallisten sikaloitten lietteitä sekä elintarviketeollisuuden lietemäisiä sivuvirtoja yhteensä noin 60 000 tonnia vuodessa. Laitokselta saatavaa biokaasua käytetään lähellä sijaitsevan teollisuuden prosessissa sekä jalostetaan liikennepolttoaineeksi. Laitos tuottaa biokaasua 35 GWh vuodessa.⁸

Emomyllyn biokaasulaitos Huittisissa on maatilakohtainen laitos, joka tuottaa biokaasua sian lietelannasta sekä elintarviketeollisuuden sivuvirroista (mm. rasvakaivolietteet). Laitos hyödyntää tuottamansa biokaasun raakakaasuna ja tuottaa sillä omiin sikaloihinsa sähkö- ja lämpöenergiaa noin 2,5 GWh vuodessa.¹¹

Huittisiin on vuonna 2023 valmistunut myös toinen maatilalan biokaasulaitos. Matintalo Agro Oy:n biokaasulaitos käsittelee lietelantaa, kuivalantaa ja ylijäämärehua. Laitoksen kapasiteetti on 10 000 - 30 000 t syötteitä vuodessa, ja se tuottaa sähköä ja lämpöä maatilalle. Sähköä myydään myös valtakunnan verkkoon. Määtysjäännös separoidaan, ja kuivajae hyödynnetään lehmien kuivikkeena. Tila on laitosten investoinnin myötä omavarainen sähkön, lämmön ja kuivikkeiden suhteen.^{12, 13, 14}



Kuva 2. Satakunnan nykyiset biokaasulaitokset kartalla.

Säkylässä toimineen VSS Biopowerin biokaasulaitoksen tuotantoa käynnisteltiin vuonna 2020, ja vuonna 2021 laitoksen yhteyteen valmistui liikennekaasun tankkausasema. Laitoksella tuotettua biokaasua oli yhtiön verkkosivujen mukaan tarkoitus toimittaa kevään 2023 aikana myös teollisuuskäyttöön Länsi-Säkylän alueelle Lännen teollisuuspalvelun laatikkopesulaan sekä Apetit Oyj:n tehtaalle. VSS Biopower asetettiin kuitenkin konkurssiin joulukuussa 2023, ja laitoksella ei tällä hetkellä ole biokaasun tuotantoa. Toiminta-aikanaan laitos käytti syötteinä lähiympäristössä syntyviä kasvi- ja eläinperäisiä maatalouden sekä elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Laitos tuotti biokaasua hieman alle 20 GWh vuodessa. Biokaasun lisäksi laitoksella tuotettiin biodieselin raaka-aineeksi rasvoja, jotka erotettiin biokaasusyötteistä erillisessä prosessissa.^{15, 16}

Edellä esitettyjen lukujen mukaan Satakunnan alueella olevien biokaasulaitosten energiantuotantokapasiteetti on 105 GWh vuodessa, eli 0,105 TWh. Matintalo Agro Oy:n maatilakohtaisen biokaasulaitoksen tuottamasta energiamäärästä ei ollut tätä kirjoitettaessa tarkkaa tietoa, joten sitä ei ole sisällytetty em. arvioon. Kapasiteetista on käytössä noin 85 GWh, sillä Säkylän laitoksella ei tällä hetkellä tuoteta biokaasua. Biometaanituotannon kapasiteetti on 67 GWh (Nevel Pori, Gasum Huittinen ja Säkylän suljettu laitos).

Biokaasulaitoshankkeet Satakunnassa ja lähialueella

Valion ja St1 Biokraftin yhteisyritys Suomen Lantakaasu Oy tiedotti kesäkuussa 2025 selvittävänsä biokaasulaitoshankkeen käynnistämistä Säkylässä. Raporttia kirjoitettaessa yhtiö laatii laitoksesta toteutettavuusselvitystä. Laitokselle sopivaa sijaintipaikkaa on etsitty Länsi-Säkylän teollisuusalueen tuntumasta, Luvalahdentien varrelta ja Bioharjulta. Teollisen mittakaavan laitos käyttäisi syötteinään ainakin alueen elintarviketeollisuuden sekä kotieläintuotannon sivuvirtoja. Tavoitteena on, että laitos käynnistyisi vuonna 2029 ja tuottaisi noin 100 GWh nesteytettyä biometaanua vuodessa.¹⁷

Myös Auris Energia tiedotti syyskuussa 2025 suunnittelevansa 50 M€:n biokaasulaitosinvestointia Säkylään. Yhtiön mukaan hankkeen esisuunnittelu on valmistunut ja investointipäätös on tarkoitus tehdä keväällä 2026. Laitoksen on määrä valmistua vuonna 2028. Auris Energian suunnittelema biokaasulaitos käyttäisi syötteinään paikallisen teollisuuden sekä maatalouden sivuvirtoja noin 230 000 tonnia vuodessa, ja valmistaisi niistä 130 GWh jalostettua biokaasua alueen teollisuudelle ja liikenteelle. Yhteistyökumppaneiksi paikallisista teollisuusyrityksistä ovat lähdössä Apetit ja P2X Solutions.¹⁸

BioEnergo Oy suunnittelee Porin Kaanaankorpeen bioetanolilaitosta, jonka yhteyteen on tarkoitus rakentaa myös biokaasulaitos. Yhtiön verkkosivujen mukaan tuotettu biokaasu tullaan jalostamaan nesteytetyksi biometaaniksi (LBG) lähinnä raskaan liikenteen käyttöön. Kesäkuussa 2025 uutisoitiin, että BioEnergon laitoshanke on saamassa 10 miljoonan euron energiatuen Työ- ja elinkeinoministeriöltä.^{19, 20, 21}

Punkalaitumen Kanteenmaalle rakennettiin biokaasulaitosta 2010-luvun lopulla, mutta rakennustyöt keskeytyivät laitosta toimittaneen yhtiön mentyä konkurssiin kesken rakentamisen vuonna 2018.²² Vuonna 2020 myös laitosta rakennuttanut Punkalaitumen Bioenergia Oy hakeutui konkurssiin.²³ BioAurora Oy osti konkurssipesän vuonna 2020 tarkoituksenaan rakentaa laitos loppuun ja käynnistää biokaasun tuotanto laitoksessa. BioAurora Oy haki hankkeelleen Työ- ja elinkeinoministeriön investointitukea, joka on myönnetty syksyllä 2024. Myönnetyn tuen määrä on lähes 4,2 miljoonaa euroa.²⁴

BioAurora Oy:n suunnitelmien mukaan laitoksen kapasiteettia laajennetaan, ja laitos luvitetaan käsittelemään 35 000 t syötteitä vuodessa. Syötteinä käytetään paikallisia maatalouden syötteitä ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Laitoksen erikoisuutena on painesterilointi, joka mahdollistaa myös raatoeläinten ja teurasjätteiden käsittelyn. Biokaasu on tarkoitus jalostaa biometaaniksi ja toimittaa teollisuuden ja liikenteen käyttöön.²⁵

Wega Group Oy kehitti vuosien 2023–2024 ajan Copenhagen Infrastructure Partnersille (CIP) Suomen suurinta biokaasulaitosta Varsinais-Suomen puolelle Pöytyälle. Laitos olisi toteutuessaan kerännyt biokaasusyötteeksi maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja 300 000 tonnia vuodessa, ja tuottanut noin 150 GWh nesteytettyä biometaanua vuodessa pääosin liikenteen polttoaineeksi. Syötteitä olisi kerätty myös Satakunnan eteläosista, joten laitoksen vaikutusalue olisi ulottunut myös Satakuntaan. Hankkeen valmistelu kuitenkin keskeytettiin loppuvuonna 2024, koska laitoksen suunniteltu sijaintipaikka ei osoittautunut sopivaksi.²⁶ Wega Group Oy on suunnittelun keskeytymisen jälkeen kartoittanut Varsinais-Suomesta sopivaa tonttia biokaasulaitokselle²⁷, ja toukokuussa 2025 yritys tiedotti, että laitoksen sijoituspaikasta on tehty suunnitteluvaraus Oripään kuntaan, ja myös vaihtoehtoisesta sijainnista käydään edelleen keskusteluja. Suunniteltu laitos tulisi tuottamaan nesteytettyä biometaanua noin 200 GWh vuodessa ja e-metaanua noin 160 GWh vuodessa tieliikenteen, meriliikenteen sekä teollisuuden tarpeisiin.²⁸

Vuosina 2023–2024 on selvitetty edellytyksiä Huittisiin sijoittuvalle biokaasulaitokselle. Selvitys tehtiin Alueelliset innovaatiot ja kokeilut (AIKO) -määrärahasta rahoitetussa hankkeessa (Biokaasutuotannon selvitys Huittisten Bioparkin alueelle, 1.2.2023–31.1.2024). Selvityksessä tarkasteltiin biokaasulaitosinvestoinnin toteutusedellytyksiä alueella, mukaan lukien käytettävissä oleva syötepohja, sille soveltuva laitosteknologia, tarvittava logistiikka sekä REDII-direktiivin kestävyysvaatimukset. Lisäksi arvioitiin lannoitevalmisteiden alueellista kysyntää, sijaintien vaikutusta toimintaan ja kartoitettiin mahdollisia investointiin sitoutuvia toimijoita. Soveltuville laitosteknologioille tehtiin myös kannattavuuslaskelmia. Samanaikaisesti Sastamalassa kartoitettiin alueelta löytyviä maatalouden biokaasusyötteitä ja arvioitiin niiden biokaasupotentiaalia sekä laitospaikkavaihtoehtoja Sastamalasta. Selvitysten

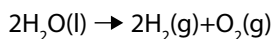
tuloksena hahmoteltiin soveltuvat biokaasulaitosten sijainnit sekä Sastamalasta että Huittisista. Hankkeilla ei tällä hetkellä ole jatkokehittäjää. Selvitysten tulokset ovat saatavilla [Biokaasutuotannon selvitys Huittisten Biopark-hankkeen kotisivuilla](#) ²⁹.

E-metaanin tuotantoa Satakuntaan

Biokaasu sisältää noin 30–50 % hiilidioksidia, joka erotetaan raakabiokaasusta, kun sitä jalostetaan biometaaniksi liikenne- ja teollisuuskäyttöön. Hiilidioksidi on siis biometaanin jalostuksen sivutuote, joka päästetään yleensä tuotannosta takaisin ilmakehään. Biokaasuperäinen hiilidioksidi on biogeenistä, kestävästä lähteestä peräisin olevaa hiilidioksidia, jolle on syntymässä käyttökohteita ja markkinoita mm. synteettisten, hiilineutraalien ja uusiutuvien polttoaineiden valmistuksessa. Sen talteenottoa on suunniteltu muutamissa vireillä olevissa biokaasulaitoshankkeissa.

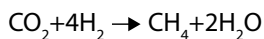
Biogeenisen hiilidioksidin yksi mahdollinen käyttökohde on e-metaanin eli synteettisen metaanin tuotanto. Hiilineutraalin e-metaanin tuotantoon tarvitaan kestävästä lähteestä peräisin olevan hiilidioksidin lisäksi vihreää vetyä. Vihreä vety on ilman fossiilisia polttoaineita, uusiutuvalla sähköllä elektrolyysin avulla tuotettua vetyä. Elektrolyysissä vesi hajotetaan sähkövirran avulla vedyksi ja hapeksi. Kun prosessissa käytetään vain uusiutuvista lähteistä, kuten tuuli-, aurinko- tai vesivoimasta, saatavaa sähköä, lopputuloksena on täysin päästötön vety. Teknologiaa, jossa uusiutuvalla sähköllä tuotettu energia muunnetaan varastoitavaan tai hyödynnettävään muotoon, kuten vedyksi tai synteettiseksi polttoaineeksi, kutsutaan yleisesti Power-to-X:ksi. Kun halutaan korostaa, että sähkö muunnetaan kaasuksi, kuten e-metaaniksi, voidaan käyttää termiä Power-to-Gas.

Veden elektrolyysireaktio:



Kun biokaasusta erotettua hiilidioksidia syntetisoidaan vihreän vedyn kanssa metaaniksi, saadaan hiilineutraali ja uusiutuva polttoaine, joka on yhteensopiva nykyisen kaasuinfrastruktuurin kanssa: E-metaani on kemiallisesti samaa ainetta kuin maakaasu tai biometaani.

Hiilidioksidin metanointireaktio:



E-metaanin tuotanto on Suomessa vielä alkuvaiheessa, eikä Suomesta toistaiseksi löydy biokaasulaitosta, joka valmistaisi e-metaania biokaasusta erotetusta hiilidioksidista. Harjavallassa sijaitseva P2X valmistaa vihreää vetyä tuottavalla laitoksellaan e-metaania muista lähteistä peräisin olevasta hiilidioksidista. Biokaasusta erotetun hiilidioksidin metanointia suunnitellaan kuitenkin ainakin Kannukseen ja Varsinais-Suomeen Wega Groupin biokaasulaitoshankkeissa ^{28, 30}.

Uusiutuvan e-metaanin tuotantoon ei välttämättä tarvita biokaasulaitosta, sillä kestäväksi luokiteltavaa hiilidioksidia syntyy myös muunlaisessa tuotannossa, esimerkiksi puun tai muun biopohjaisen polttoaineen poltossa. Nordic Ren-Gas Oy:llä on suunnitteilla useammalle suomalaiselle paikkakunnalle laitos, jossa biovoimaloiden hiilidioksidia jalostettaisiin e-metaaniksi. Yritys suunnittelee e-metaanin tuotantolaitosta mm. Poriin Kirrinsannan teollisuusalueelle. ^{31, 32}

Päästöttömän ja uusiutuvan e-metaanin tuotantoon tarvitaan kestävästä lähteestä peräisin olevan hiilidioksidin lisäksi vihreää vetyä ja vetytaloutta. Suomessa on vireillä useita vihreän vedyn tuotantoon keskittyviä laitoshankkeita. Elinkeinoelämän keskusliiton [vihreän siirtymän investointien dataikkunan](#) mukaan vetylaitosinvestointeja oli 27.2.2025 suunnitteilla 55 kpl, ja niiden yhteenlaskettu arvo oli lähes 23 900 miljoonaa euroa. Valtaosa hankkeista on esiselvitys- tai suunnitteluvaiheissa. Investointipäätös- tai käynnistysvaiheissa olevien hankkeiden arvo oli hie-
man alle 150 miljoonaa euroa (yht. kuusi hanketta).

Suunnitteilla ja jo toiminnassa olevista vetylaitoksista neljä sijoittuu Satakuntaan. Kaikkien laitosten toimintaan sisältyy myös e-polttoaineiden valmistus. Harjavaltaan sijoittunut P2X Solutionsin laitos on valmis, ja e-metaanin tuotanto on käynnistynyt ³³. Poriin suunnitellut Nordic Ren-Gas Oy:n sekä Green NorthH2 Energy laitokset ovat suunnitteluvaiheessa. Nordic Ren-Gas Oy:n laitos tuottaisi e-metaania Aittaluodon voimalaitoksesta talteen otettavasta biogeenisestä hiilidioksidista ³². Green NorthH2 Energyn laitos tuottaisi toteutuessaan vihreästä vedystä ja tyypestä ammoniakista, joten tuotannossa ei tarvita hiilidioksidia ³⁴. Esiselvitysvaiheessa on Norsk e-fuelin ja Fortumin yhdessä Raumalle kaavailema laitos, joka tuottaisi nestemäisiä polttoaineita elektrolyysillä puhtaasta sähköstä

ja talteen otetusta hiilidioksidista jopa 100 miljoonaa litraa vuodessa. Suuri osa polttoaineesta olisi synteettistä lentopolttoainetta ³⁵.

P2X Solutions, Harjavalta

P2X Solutions on suomalainen vihreän vedyn ja Power-to-X-tekniikan edelläkävijäyritys, joka on käynnistänyt Suomen ensimmäisen kaupallisen vihreän vedyn tuotannon Harjavallassa sijaitsevassa tehtaassaan helmikuussa 2025 ³⁶. Laitoskokonaisuuteen kuuluu myös metanointilaitos, jossa vety jatkojalostetaan hiilidioksidin avulla e-metaaniksi. Metanointilaitoksen on toimittanut QPower ja heidän verkkosivujensa mukaan e-metaanin tuotanto on alkanut huhtikuussa 2025 ³³.



Kuva 3. Suomen ensimmäistä kaupallista vihreän vedyn tuotantolaitosta viimeisteltiin kesällä 2024. (kuva: Katri Juva).

Nordic Ren-Gas Oy Kirrinsanta, Pori

Nordic Ren-Gas Oy kehittää Power-to-X kaasupolttoaineiden tuotanto- ja jakeluverkostoa Suomessa ³⁷. Porin Kirrinsantaan on suunnitteilla vedyn ja e-metaanin tuotantolaitos, joka tuottaa uusiutuvaa e-metaania erityisesti raskaan maantieliikenteen ja Euroopan meriliikenteen tarpeisiin. Laitoksen tuotantoprosessissa hyödynnettäisiin Pori Energian Aittaluodon voimalaitoksesta talteen otettavaa biogeenistä hiilidioksidia, joka kuljetetaan Kirrinsantaan metanoitavaksi. Tuotantolaitoksen kapasiteetti tulisi olemaan 150 MW, ja tuotannon prosessilämpöä on suunniteltu käytettäväksi Porin kaukolämpöverkossa. ³²

Hankkeen kehitystyö etenee vaiheittain: ympäristövaikutusten arviointi ja lupaprosessit on suunniteltu vuosille 2024–2026, rakennustyöt vuosille 2026–2028, ja tuotannon on tarkoitus alkaa vuonna 2028 ³⁸. [EK:n vihreän siirtymän dataikkunan](#) tietojen mukaan hanke ei ole vielä edennyt investointipäätösvaiheeseen (tieto haettu 27.2.2025).

Biokaasu ja kierrätysravinteet

Biokaasun lisäksi mädätysprosessissa muodostuu mädätysjäännöstä. Mädätysjäännös syntyy, kun syötteenä käytetystä biomassasta on poistettu anaerobisessa mädätysprosessissa muodostuvat kaasut. Käytetyistä prosesseista riippuen mädätysjäännös voi olla olomuodoltaan hyvin nestepitoista tai kasalla pysyvää, melko kuivaa materiaalia. Nestepitoisesta mädätysjäännöksestä voidaan erilaisilla erotusprosesseilla (esim. linkous, separointi, nauhakui-vaus) erottaa kuiva- ja nestejake toisistaan, jolloin saadaan sekä nestemäistä mädätysjäännöstä, ns. rejektivettä, sekä aumoissa varastoitavaa kuivamädätettä.

Mädätysjäännöksestä on runsaasti tärkeitä kasviraavinteita, kuten typpeä ja fosforia, ja mädätysjäännöstä käytetäänkin lannoitteena maataloudessa. Mädätysjäännöksen tuotteistaminen ja hyödyntäminen on yksi biokaasulaitosten kannattavuuteen voimakkaasti vaikuttava tekijä. Mädätysjäännösten käyttö lannoitteena nähdään tavoiteltavana ratkaisuna myös kestäväen ruokajärjestelmän, huoltovarmuuden ja kiertotalouden näkökulmista katsottuna.

Mädätteen lannoitekäytön hyödyt

- Tärkeit ravinteet saadaan palautettua maaperään, ja tarve mineraalilannoitteille vähenee. Tämä on tärkeää ruokaturvan ja lannoiteomavaraisuuden kannalta, koska se vähentää riippuvuutta tuontilannoitteista ja niiden valmistuksessa käytettävistä fossiilisista polttoaineista ja kriittisistä raaka-aineista.
- Biokaasulaitoksissa käytettävistä sivuvirta- ja jättepohjaisista raaka-aineista saadaan sekä energiaa että kierrätyslannoitteita (kuva 4). Biokaasu on kiertotalousratkaisu, joka vähentää sekä jätteen määrää että ilmastopäästöjä.
- Kuiva-ainetta sisältävä mädäte sisältää orgaanista ainesta, joka parantaa maan kasvukuntoa monin tavoin (rakenne, vesitalous, maaperän mikrobitoiminta).
- Biokaasuprosessissa bakteerit hajottavat osan orgaanisesta tyypestä epäorgaaniseksi ammoniumtyypeksi (NH_4^+), joka muuttuu maassa edelleen epäorgaaniseksi nitraattityypeksi (NO_3^-). Nämä epäorgaaniset tyyden yhdisteet ovat kasveille käyttökelpoista, ns. liukoista tyypeä. Mädätteessä on näin ollen yleensä enemmän kasveille käyttökelpoista tyypeä kuin syötteenä käytetyssä biomassassa, jossa tyyppi on suurelta osin orgaanisessa muodossa.

Maatilakohtaisilla biokaasulaitoksilla mädätteen käyttö lannoitteena on yleensä osa maatalan luonnollista kiertoa, eikä se käytännössä merkittävästi eroa tilalla muodostuvan lannan lannoitekäytöstä. Keskitetyillä biokaasulaitoksilla tilanne on kuitenkin toinen, sillä mädätteen käyttöön liittyy useita teknis-taloudellisia ja lainsäädännöllisiä haasteita.

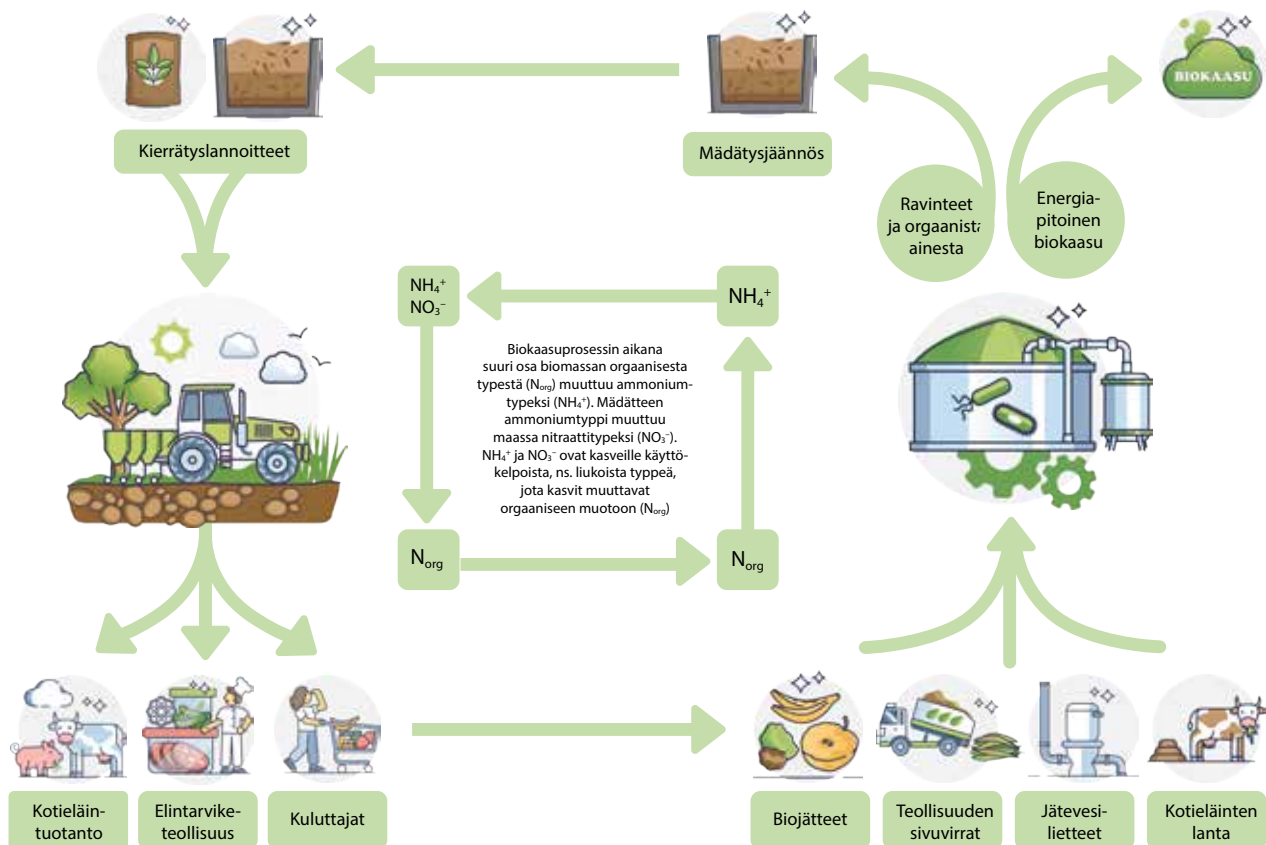
Keskitetyissä laitoksissa biokaasua tuotetaan usein märkäprosessilla, minkä seurauksena mädätysjäännös on hyvin vesipitoista. Korkea vesipitoisuus nostaa kuljetuskustannuksia. Lannoitteet hinnoitellaan niiden ravinnepitoisuuden mukaan, ja vesipitoinen jäännös sisältää suhteessa vähän ravinteita. Lisäksi lietemäisen mädätysjäännöksen varastointi vaatii paljon tilaa, mikä asettaa rajoituksia erityisesti pienemmille tiloille, joilla ei ole sopivia säiliöitä. Yksi merkittävä ongelma on myös ravinteiden epätasapaino: mädätysjäännöksestä on usein runsaasti fosforia suhteessa tyypeen, jolloin tarvitaan lisätyppilannoitusta.

Mädätteen neste- ja kuivajake voidaan erottaa toisistaan, jolloin saadaan fosforipitoista, helpommin kuljetettavaa kuivajakea ja typpipitoista nestejakea eli rejektivettä. Nestejakea voidaan edelleen konsentroida erilaisin teknologioin, jolloin sen ravinnepitoisuudet saadaan korkeammiksi. Kuivajakeesta voidaan valmistaa rakeistettuja lannoitevalmisteita. Tällainen mädätysjäännösten jatkojalostus tasalaatuisiksi, helppokäyttöisiksi, helposti kuljetettaviksi ja ravinnesuhteiltaan optimaalisemmiksi lannoitetuotteiksi nähdään tehokkaan ravinnekierron toteutumisen kannalta välttämättömänä.

Jätevesiliitteitä käsittelevien biokaasulaitosten mädätysjäännösten lannoitekäyttö on herättänyt keskustelua. Jätevedenpuhdistamoihin päättyy monenlaisia haitta-aineita, joista osa kulkeutuu edelleen puhdistamolietteiin ja

niistä mädätysjäännöksiin. Viljanostajat ja elintarviketeollisuus ovat asettaneet rajoituksia puhdistamolietettä sisältävien lannoitteiden käyttöön ostamiensa raaka-aineiden tuotannossa. Suomen kansallinen lannoitelainsäädäntö kuitenkin mahdollistaa jätevesilietepohjaisten kierrätyslannoitteiden valmistamisen ja käytön tietyin ehdoin.

Biokaasuprosessi kierrättää ravinteet ja ottaa talteen energian



Kuva 4. Biokaasulaitos palauttaa valtaosan pääravinteista ja orgaanisesta aineksesta takaisin kasvien käyttöön, kun mädätteet hyödynnetään kierrätyslannoitteina.

Erityisesti huolta herättävät jätevesilietepohjaisten lannoitteiden sisältämät orgaaniset haitta-aineet, kuten lääkejäämät, joiden pitoisuuksille ei ole lannoitelainsäädännössä asetettu raja-arvoja. Luonnonvarakeskuksen (Luke) raportti "Puhdistamolietteen sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä" kokoaa laajasti tietoa jätevesilietteiden sisältämistä orgaanisista haitta-aineista ja niiden aiheuttamista ympäristö- ja terveysriskeistä lannoitekäytössä³⁹. Raportin mukaan lannoitteena käytettävien jätevesilietteiden sisältämien orgaanisten haitta-aineiden aiheuttama riski ihmisten terveydelle on vähäinen. Sen sijaan merkittävämpi riski kohdistuu maaperän eliöihin. Ympäristöriskkejä punnitessa on kuitenkin hyvä huomioida myös se, että mm. lääkejäämiä päättyy maaperään myös muita reittejä: esimerkiksi antibiootteja kulkeutuu ympäristöön myös eläinlannan ja jätevesien kautta.³⁹

Haasteista huolimatta jätevesilietteiden sisältämät fosfori ja typpi ovat arvokkaita ravinteita, ja niiden kierrättämistä takaisin viljelykasvien käyttöön pidetään tärkeänä sekä ravinnekierron että huoltovarmuuden kannalta. Viime vuosina onkin tarkasteltu ja kehitetty tekniikoita, joiden avulla puhdistamolietteiden ja jätevesien sisältämät ravinteet saadaan talteen siten, että niistä voidaan valmistaa turvallisia lannoitetuotteita⁴⁰. Esimerkiksi Satakunnassa toteutetussa BioStruvi-hankkeessa on pilotoitu menetelmää, jolla jätevesien fosforia voidaan kiteyttää puhtaaksi struviitiksi⁴¹.

Jatkojalostamalla mädätysjäännöstä voidaan valmistaa myös muualle kuin maatalouteen soveltuvia tuotteita: markkinoilta löytyy esimerkiksi biokaasulaitoksen sivutuotteena syntyvä vahva ammoniakivisi (15-20 %), jota markkinoidaan teollisuuden NOX-päästöjen hallintaan soveltuvana vihreänä ammoniakkinä⁴². Ruotsissa mädätteestä erotetusta kuivajakeesta valmistetaan kuluttajatuotteita puutarhakäyttöön⁴³.

Biokaasun kestävyyskriteerit ja alkuperätakuu

Jotta biokaasun käyttöön siirtyvä teollisuus voisi hyötyä biokaasun käyttöön liittyvistä kannustimista, kuten hiidioksidiverottomuudesta, tarvitsee kaasun loppukäyttäjän osoittaa sekä käytetyn biometaanin alkuperä että kestävyys. Alkuperän osoittamiseen käytetään alkuperätakuutodistusta. Kestävyys todennetaan osoittamalla, että biokaasu täyttää tietyt kestävä biokaasun tuotannolle asetetut kriteerit. Taulukko 1 havainnollistaa alkuperätakuutodistuksen ja kestävyystodistuksen keskeisiä ominaisuuksia ja eroja.

Alkuperätakuu

Biometaanin on kemialliselta koostumukseltaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan samaa ainetta kuin fossiilinen maakaasu. Kaasun käyttäjän on mahdotonta erottaa, onko hänelle toimitettu kaasu fossiilista vai uusiutuvaa alkuperää. Kaasun uusiutuvuuden osoittamiseen käytetään sähköistä alkuperätakuutodistusta, joka kertoo kaasun käyttäjälle, että tietty osuus energiasta on peräisin uusiutuvista lähteistä. **Teollisuus hyödyntää alkuperätakuudokumenttia osoittaakseen esimerkiksi päästölaskennassaan tai verotuksessa käyttäneensä uusiutuvia polttoaineita, kuten biometaania.** Suomessa biometaanin alkuperätakuun myöntäjänä ja rekisterin ylläpitäjänä toimii Gasgrid Finland.^{44, 45}

Kestävyyskriteerit

Vaikka biokaasua tuotetaan uusiutuvista biomassoista, sen tuotanto ei automaattisesti ole kestävä (taulukko 1). Sääntelyn tavoitteena on varmistaa, että biokaasun tuotannossa käytettävät biomassat eivät kilpaile ruuantuotannon kanssa eikä niiden hankinta heikennä luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi sääntelyllä pyritään takaamaan, että biokaasun tuotanto vähentää kasvihuonekaasupäästöjä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Koko tuotantoprosessin on oltava kestävällä pohjalla.

Taulukko 1. Biometaanin alkuperätakuutodistuksen ja kestävyystodistuksen vertailua.^{44, 48}

Biometaanin alkuperätakuutodistus	Biokaasun kestävyystodistus
Todistus biometaanin uusiutuvasta alkuperästä.	Todistus siitä, että biokaasu on tuotettu kestävyyskriteerien mukaisesti.
Perustuu tarpeeseen erottaa kemiallisesti samanlaiset biometaanin ja maakaasu toisistaan.	Perustuu tarpeeseen osoittaa, että biokaasun tuotanto on raaka-aineiden ja kasvihuonekaasupäästöjen osalta kestävä.
Sähköisen alkuperätakuutodistuksen Suomessa myöntää Gasgrid Finland.	Hyväksytyt todentajat varmistavat tuotannon kestävyysjärjestelmät. Energiavirasto hyväksyy kestävyysjärjestelmät. Kestävyystodistus kulkee myytävän biokaasuerän mukana.
Alkuperätakuutodistus on edellytys verokannustimille, päästölaskennan nollapäästökertoimelle ja jakeluvelvoitteen täyttämisen osoittamiselle.	Kestävyystodistus on edellytys verokannustimille, investointituille, päästölaskennan nollapäästökertoimelle ja jakeluvelvoitteen täyttämisen osoittamiselle.

EU:n uusiutuvan energian direktiivi REDII (2018/2001) määrittelee esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteet uusiutuvalla energialle ja kestävä biomassan hankinnan vaatimukset. Nämä kestävyysvaatimukset on Suomessa toimeenpantu kestävyyslailla 393/2013, jossa on määritelty kriteerit kestävästi tuotetulle biometaanille. Kestävyyskriteerien mukaan tuotetun biokaasun raaka-aineet eivät saa olla pois ruuantuotannosta eikä raaka-aineiden tuotanto saa lisätä maatalousmaan tarvetta. Lisäksi biokaasuntuotannon kasvihuonekaasupäästöjen on oltava selvästi pienemmät kuin fossiilisten vaihtoehtojen.

Kestävyyskriteerien täyttyminen osoitetaan kestävyystodistuksella, jonka biometaanin käyttävä yritys saa biometaanin toimittajalta. **Biometaanin kestävyystodistus on edellytys mm. alhaisemmalle verotukselle. Lisäksi kestävyystodistusta tarvitaan jakeluvelvoitteen täyttämisen osoittamiseen, ja päästölaskennassa biome-**

taanin nollapäästökertoimen käyttämiseen. Myös investointitukea saavien biokaasulaitosten on osoitettava biokaasutuotannon kestävyys.⁴⁶

REDII-direktiivin lisäksi EU:ssa on marraskuussa 2023 tullut voimaan REDIII direktiivi, joka asettaa uusia ehtoja uusiutuvan energian tuotantoon ja kulutukseen. Kun REDIII:n vaatimukset toimeenpannaan Suomessa, kestävyyslakiin voi tulla muutoksia, jotta se vastaa uusimpia EU:n kestävyyskriteereitä ja uusiutuvan energian tavoitteita.⁴⁷

Biokaasun tuotannon kannustimista

Suomi on sitoutunut moniin kansallisiin ja kansainvälisiin sopimuksiin ja ohjelmiin, joiden tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja hillitä ilmaston lämpenemistä. Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää uusiutuvan energian kasvavaa roolia energiantuotannossa, joten tuotantoa edistetään monilla kansallisilla ja kansainvälisillä ohjauskeinoilla. Kuten tässä raportissa on jo aiemmin todettu, biokaasu on uusiutuva ja nollapäästöinen tai jopa hiilinegatiivinen energiaratkaisu.

Biokaasulaitoksille myönnetään erilaisia investointitukia, jotka riippuvat hankkeen laajuudesta ja toteuttajasta. Investointitukien tarkoituksena on alentaa investointikustannuksia ja lisätä tuotannon taloudellista houkuttelevuutta.

Biokaasun tuotantoa tukevaksi kannustimeksi voidaan laskea myös biokaasulaitoksille maksettava ravinnekierrotuki sekä ravinnekierronkorvaus, jota maksetaan orgaanisia kierrätyslannoitteita, kuten esimerkiksi biokaasulaitosten mädätteitä käyttävälle viljelijälle osana CAP27 -ohjelman ympäristökorvausjärjestelmää⁴⁹. Kannustimien lisäksi biokaasun tuotannon lisäämiseen ohjaavat esimerkiksi biojätteen kaatopaikkasijoittamisen kieltä ja muut jätteiden hyödyntämiseen tähtäävät jätelainsäädännön ohjauskeinot.

Investointituet biokaasulaitoksille

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) myöntää investointitukia biokaasulaitosinvestoinneille. TEM:in myöntämä tuki kohdistuu yli viiden miljoonan euron investointeihin. Tyypillinen tukitaso uusiutuvan energian hankkeille on 30 %. Etusijalla ovat uutta teknologiaa sisältävät biokaasulaitokset, biokaasua liikennekäyttöön tuottavat laitokset, hiilidioksidia talteen ottavat biokaasulaitokset sekä laitokset, joilla on konkreettinen ja toteutuskelpoinen suunnitelma mädätteen jatkojalostuksesta ja -käytöstä.

Business Finland myöntää energiatukea biokaasulaitosinvestoinneille, joiden kokonaisarvo on 30 000 – 5 000 000 €. Uusiutuvan energian hankkeissa tukitaso on tyypillisesti 15 – 30 %.⁵⁰

Maatalouden investointituet mahdollistavat biokaasulaitosten rakentamisen ja kehittämisen maataloilla. Maatilat voivat tällä hetkellä saada uuden biokaasulaitoksen rakentamiseen 50 % tuen, joka voi rahamääräisesti olla pienimmillään 7 000 € ja suurimmillaan kolmen verovuoden jakson aikana 1 500 000 €⁵⁰. Leaderin kautta haetaan alle 5 htv työllistävien yritysten alle 100 000 € investoinnit.

Työ- ja elinkeinoministeriön investointituki biokaasulaitoksille:

tem.fi/tuettavat-hankkeet

Business Finlandin energiatuki biokaasulaitoksille:

www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki

Tuet maatalouden energiainvestointeihin:

www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/investoinnit/maatalouden-investointituet/#3.-maatilojen-energiainvestoinnit

Maaseudun investointituet biokaasulaitoksille:

www.ruokavirasto.fi/tuet/maaseudun-yritystuet/maaseudun-yritystuet/yrityksen-investointi-ja-kehittamiset/uusiutuvan-energian-ja-biopolttoaineiden-tuotanto/ ja <https://www.ely-keskus.fi/maaseudun-yritystuet>

Ravinnekierron tuet

Erilaiset ravinnekiertoa tukevat instrumentit muodostavat kokonaisuuden, joka tukee biokaasulaitosten toimintaa ja kierrätyslannoitteiden käyttöä. Tällaisista instrumenteista esimerkkejä ovat ravinnekiertotuki, ravinnekiertokorvaus ja ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma.

Biokaasun tuotannon tukemiseksi Suomessa otettiin vuosille 2024-2026 käyttöön määräaikainen ravinnekiertotuki. Tuki suunnattiin biokaasulaitoksille, jotka käsittelevät kotieläinten lantaa tai vesistökasvillisuuden hoitojätettä ja tuottavat näistä biokaasua sekä pitkälle jalostettuja kierrätyslannoitevalmisteita, joita on helppo kuljettaa ja varastoida. Ravinnekiertotukea myönnettiin kesällä 2024 yli 5 miljoonaa euroa.⁵²

Viljelijöille maksetaan ravinnekiertokorvausta osana EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP27) ympäristökorvausjärjestelmää. Tämä korvaus kohdistuu orgaanisten kierrätyslannoitteiden, kuten esimerkiksi biokaasulaitosten mädätteiden, käyttöön. Tavoitteena on lisätä kierrätysravinteiden käyttöä viljelyssä, vähentää riippuvuutta mineraalilannoitteista ja edistää ravinteiden kierrätystä alueellisesti.⁵³

Lisäksi ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta voidaan rahoittaa biomassojen ravinteiden kierrätystä edistäviä TKI-hankkeita ja niihin liittyviä investointeja. Ravinnekierrätyksen kokeiluohjelma on käynnistetty jo vuonna 2016 ja kesällä 2025 Eduskunnassa päätettiin ohjelman jatkamisesta vuoteen 2027 saakka. Kokeiluohjelmasta voidaan rahoittaa esimerkiksi biokaasulaitosten mädätteen hyödyntämistä edistäviä hankkeita tai tuotannollisia investointeja.

Lue lisää: <https://www.ely-keskus.fi/ravinteiden-kierrätyksen-kokeiluohjelma-2020>

Liikennepolttoaineiden jakeluvelvoite ja tikettikauppa

Laki uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä (446/2007) eli ns. ”Jakeluvelvoitelaki”, jonka tarkoituksena on edistää uusiutuvien polttoaineiden sekä sähkön käyttöä liikenteessä, velvoittaa polttoaineen jakelijoita toimittamaan uusiutuvia polttoaineita kulutukseen. Laki edellyttää, että jakelijan toimittamasta polttoaineesta vähintään tietyn osuuden on oltava uusiutuvaa. Biokaasu on luokiteltu jakeluvelvoitelaisissa uusiutuvaksi polttoaineeksi vuoden 2022 alusta lähtien. Tämä tarkoittaa, että liikennepolttoaineeksi jaettava, kestävyysvaatimukset täyttävä biokaasu on 100 prosenttisesti uusiutuvaa. Jakeluvelvoitelain 6 § mukaan ”Jakeluvelvoitteensa, lisävelvoitteensa tai vähimmäisosuusvelvoitteensa täyttämiseksi jakelija saa sopia velvoitteensa siirtämisestä osittain tai kokonaan toiselle jakelijalle.” Tämä kirjaus mahdollistaa ns. tikettikaupan, jossa polttoaineen jakelijat voivat täyttää oman jakeluvelvoitteensa ostamalla muiden jakelijoiden ylijäämää uusiutuvan polttoaineen osuuksista eli niin sanottuja tikettejä. Kestävästi tuotettua biokaasua liikennekäyttöön jakelevat toimijat voivat siis myydä muille polttoaineen jakelijoille tällä tavoin muodostuneita tikettejä. Tämä ns. tikettikauppa kannustaa biokaasutuotannon ja jakelun lisäämiseen.⁵⁴



Kuva 5. Nesteytettyä kaasua käyttävä raskas ajoneuvo kulkee ajoneuvomallista riippuen jopa 1 600 kilometriä sekä paineistettua kaasua käyttävä ajoneuvo noin 600 kilometrin matkan yhdellä tankkauksella. Kuva: Gasum.

Biokaasun käyttö teollisuudessa

Teollisuudessa kuluu paljon energiaa erilaisissa prosesseissa. Teollisuussektori on myös merkittävä kasvihuonekaasujen tuottaja. Vaikka teollisuuden kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet huomattavasti 1990-lukuun verrattuna ja esimerkiksi Satakunnassa laskeneet lähes kolmasosaan, myös teollisuussektorilla tarvitaan edelleen toimia ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Monissa yrityksissä kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on otettu myös strategiseksi tavoitteeksi.

Tässä osuudessa perehdytään biokaasun ominaisuuksiin, käytön turvallisuusvaatimuksiin, taloudellisiin näkökulmiin sekä teollisuuskäyttöön todellisten esimerkkien kautta, jotta useampi toimija harkitsisi biokaasun käyttöön siirtymistä. Teollisuustoimijat ovat ilmoittaneet siirtymisen haasteeksi muun muassa investointien suuruuteen ja laitevaihtoehtoihin liittyvän epävarmuuden. Tässä osiossa pyritään vastaamaan epävarmuuksiin liittyviin kysymyksiin.

Käyttökohteita teollisuudessa

Tarkkaa tietoa suomalaisen teollisuuden biometaanin käytöstä ei ole, mutta maakaasun sekä metaanin käytöstä kokonaisuudessa on olemassa tilastotietoa. Vuonna 2023 teollisuus käytti Suomessa noin 6 TWh edestä maakaasua. Trendi on ollut laskeva erityisesti Venäjän hyökkäyssodan alettua, kun kaasun saatavuus heikkeni ja hinta nousi.⁵⁵ Maakaasua hyödynnetään teollisuudessa pääasiassa polttoaineena eri prosesseissa sekä raaka-aineena vedyntuotannossa. Suomessa suurimmat maakaasun teolliset käyttäjät ovat kemianteollisuus, metsäteollisuus ja metallinjalostus.⁵⁶

Suuri osa teollisuuden käyttämästä maakaasusta voidaan korvata biometaanilla. Biometaanilla voidaan korvata myös muita teollisuudessa käytettyjä polttoaineita, kuten propaania, butaania tai näiden yhdistelmää, neste-kaasua. Lisäksi polttoöljyn käyttöä voidaan vähentää korvaamalla se biometaanilla. Biometaanilla hyödynnetään teollisuudessa jo laajasti ja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää laajemminkin eri teollisuuden sektoreilla, kuten elintarvike-, savi- ja lasi- sekä asfalttiteollisuudessa. Kaikkiin prosesseihin biometaanilla ei silti sovi. Esimerkiksi elintarviketeollisuudessa biometaanilla ei kelpaa polttoaineeksi, mikäli sen poltosta muodostuvat savukaasut ovat suoraan kosketuksissa valmistettavaan tuotteeseen.

Suomessa tuotettiin 2023 noin 940 GWh biokaasua ja suurin osa tästä kulutettiin lämmön ja sähkön tuotantoon.⁵⁷ Suomen Biokierto ja Biokaasu ry on arvioinut, että vuonna 2030 biokaasua voitaisiin tuottaa 4–11 TWh, josta teollisuus voisi käyttää noin 0,5–4,0 TWh jalostettua biometaanina.⁵⁸ Teollisuuden potentiaali merkittävänä biokaasusta jalostetun biometaanin käyttäjänä on täten tunnistettu. Satakunnassa teollisuus käytti 2023 noin 13 000 tonnia metaania, joka vastaa noin 180 GWh energiasisältöä.⁵⁹

Lämmön ja sähkön tuotanto

Eniten potentiaalia biokaasun hyödyntämiselle teollisuudessa on lämmön ja sähkön tuotannossa. Teollisuuden energiankäyttö on vähentynyt melko tasaisesti 2010- ja -20-luvuilla, erityisesti metsä- ja kemianteollisuuden energiankäytön vähentyessä. Vuonna 2023 Suomessa teollisuus kulutti energiaa noin 126 TWh, josta sähkön osuus oli noin 21 % eli 27 TWh. Teollisuudessa vaaditaan paljon lämpöä ja monet polttoaineet sopisivat korvattavaksi biokaasulla.

Raakabiokaasu sisältää epäpuhtauksia, joten sen ainoa suora käyttökohde on lämmitys, jolloin se poltetaan kaasupolttimella lämmöksi. Raakabiokaasu on hyödynnettävissä vain biokaasulaitoksen välittömässä läheisyydessä, sillä raakabiokaasun kuljettaminen on kallista sen energiatihyteen suhteutettuna. Useimmiten raakabiokaasua hyödynnetään lähinnä biokaasulaitoksen omien prosessien ylläpitoon.

Jo maatilakokoluokan biokaasulaitoksella kaasuntuotanto ylittää usein oman lämmitystarpeen. Useissa maatilojen yhteyteen rakennetuissa laitoksissa on siirrytty yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon. Raakakaasu ei sovi sähkön tuotantoon, vaan kaasua tulee puhdistaa ja poistaa epäpuhtaudet, kuten kosteus, happi ja vety, kaasunpuhdistuslaitteiston avulla. Sähköä tuotetaan polttamalla biokaasua esimerkiksi kaasukäyttöiseksi muutetussa dieselmoottorissa tai suuremmissa yksiköissä ottomoottorilla, stirling-moottorilla tai mikroturbiinilla.⁶⁰

Forssassa nykyisin Nevelin omistama biokaasulaitos tuottaa biokaasua erilaisista biopohjaisista materiaaleista kolmessa eri reaktorissa noin 6 miljoonaa m³ vuodessa. Siitä jalostetulla biometaanilla katetaan biokaasulaitoksen ja läheisten toimistotilojen lämmönkulutus ja tuotetaan samalla sähköä valtakunnan verkkoon. Biometaania kuljetetaan putkea pitkin läheisen teollisuuden tarpeisiin. Lisäksi sitä jalostetaan liikennepolttoaineeksi.⁶¹

Snellmanin tehtaalla Pietarsaareissa paineistettua biometaania on hyödynnetty tehtaan tilojen lämmityksessä vuodesta 2018 alkaen, jolloin se korvasi polttoöljyn. Lisäksi sitä hyödynnetään höyryn tuotannossa. Noin 30 kilometrin päässä sijaitseva biokaasulaitos hyödyntää tuotannossaan juuri Snellmanin tehtaan lietteitä. Biometaani toimittaan tehtaalle kaasusäiliöissä siirtolavalla. Polttoaineen vaihto vähensi tehtaan hiilidioksidipäästöjä noin 3000 tonnia vuodessa.⁶²

Biometaani voidaan muuntaa sähköksi myös polttokennotekniikalla. Polttokennot muuntavat kemiallisen energian sähköenergiaksi suoraan ilman polttoprosessia, sillä sen toimintaperiaate perustuu hapetus-pelkistysreaktioihin. Markkinoilla on erilaisia polttokennoratkaisuja, jotka sopivat erilaisiin kohteisiin.⁶³ Suomessa polttokennoratkaisuja ei ole käytössä, mutta esimerkiksi Kaliforniassa Yhdysvalloissa [FuelCell Energy](#) on kaupallistanut biokaasulaitoksen yhteyteen toteutettuja polttokennoratkaisuja.

Biometaani prosessien polttoaineena

Erityisesti raskaan teollisuuden prosessit perustuvat pitkälti polttoprosesseihin. Biokaasua voidaan käyttää polttoaineena korvaamaan esimerkiksi maa- tai nestekaasua, öljyä tai kivihiiltä.

Helsinkiläinen leipomo Ekberg hyödyntää kaasuverkostosta saatavaa paineistettua biometaania kahdessa kaasuuunissaan. Ennen käytössä oli ollut samasta verkosta saatava maakaasu, joten investointeja ei vaadittu, vaan vaihto biokaasuun tapahtui sopimusmuutoksella.⁶⁴

Metsä Groupin Äänekosken tehdasalueella sijaitsee tehtaan sivu- ja jätevirtoja käyttävä biokaasulaitos, jonka tuotama kaasu jalostetaan paineistetuksi biometaaniksi. Sitä käytetään biotuotetehtaassa meesauunin polttoaineena sekä liikennepolttoaineena.^{65,66} Myös Isoverin tehdas Forssassa käyttää biokaasulaitokselta putkea pitkin saatavaa biometaania. Biometaani korvasi jo vuonna 2010 valtaosan Isoverin sulatusuunien käyttämästä nestekaasusta ja vuoden 2025 aikana yritys aikoo siirtyä hyödyntämään ainoastaan uusiutuvia energianlähteitä.⁶⁷

Säkylässä Sucroksen Suomen ainoassa juurikassokeritehtaassa on päätetty korvata kattiloiden polttoaineena käytetty kivihiili ja raskas polttoöljy nesteytetyllä metaanilla. Tällä hetkellä käytössä on nesteytetty maakaasu, joka kuljetetaan tehtaalle rekoilla Porin LNG terminaalista. Myös nesteytetyn biometaanin (LBG) käyttö on mahdollista. Bio- ja maakaasun käyttöön siirtymistä varten Sucroksen tontille on rakennettu terminaali, joka sisältää metaanin varastosäiliöt, höyrystimen nesteytetyn kaasun höyrystämiseksi, sekä teollisuusautomaation. Kaasuun siirtyminen poistaa rikkipäästöt kokonaan ja vähentää tehtaan kasvihuonepäästöjä arviolta 38–90 %, maakaasun ja biokaasun sekoitussuhteesta riippuen.^{68,69}

Oulussa Ruskon Betoni korvasi veden ja kiviaineksen lämmityksessä käytetyn kevyen polttoöljyn vuosittaisen 80 000 litran kulutuksen viereiseltä biokaasulaitokselta saatavalla paineistetulla biometaanilla.⁷⁰ Vieremällä Ponssen tehdas korvasi nestekaasun biokaasulla metsäkoneiden osien pintakäsittelyprosessin polttoaineena. Biometaani toimitetaan paikalliselta biokaasulaitokselta paineistettuna putkea pitkin. Savi- ja lasi- sekä sementti- ja betoniteollisuudessa käytetään yhä paljon fossiilisia polttoaineita ja potentiaalia biokaasun käyttöön löytyy runsaasti.⁷¹

Satakunnassa Boliden Harjavalta Oy suunnittelee polttoöljyn korvaamista biometaanilla Harjavallan tehtaan sulatusprosessissa liekkisulatusuuneissa sekä anodiuuneissa. Muutoksella tehtaan vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät 24 000 t CO₂e. Selvitystyö biometaaniin siirtymisestä on vielä kesken. Tulevaisuudessa biometaani voisi korvata fossiilisia energialähteitä myös muissa Boliden Harjavallan prosesseissa.⁷²

Teollisuushöyryn tuotanto

Biometaanilla valmistettua teollisuushöyryä käytetään muun muassa veden, raaka-aineen tai tuotteen lämmittämiseen tai kuivaamiseen. Höyryn tuotanto vaatii runsaasti energiaa ja se tuotetaan pääasiassa polttoprosesseilla. Energiatehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä lauhteen sisältämä lämpö esimerkiksi tilojen lämmitykseen.

Oulun Keskuspesula Cliinin laitos hyödyntää pesukoneiden veden lämmityksessä biometaanilla tuotettua höyryä. Läheisellä biokaasulaitoksella tuotettu ja jalostettu biometaani jaellaan alueputkea pitkin pesulalle ja poltetaan höyryksi pesulan omassa voimalassa.^{73,74}

Helsingin tislauksen uuden höyrytoimisen tislaimen höyry tuotetaan kaasuverkosta saatavalla biometaanilla. Helsingissä myös Marimekon tehtaalla kankaiden painamiseen tarvittava höyry tuotetaan kaasuverkosta saatavalla biometaanilla, joka poltetaan kaasukattilassa aiemman maakaasun sijasta.^{75,76}

Pehmopaperia Ruotsissa valmistava Essity siirtyi käyttämään nesteytetyn maakaasun sijaan nesteytettyä biometaania. Hiilidioksidipäästöjen pudottaminen nolnaan ei vaatinut investointeja, sillä maakaasusta biokaasuun siirtyminen oli sopimuskysymys. Tehtaalle kaasu tuodaan tankkiautolla, jossa siitä tuotetaan höyryä pehmopaperin kuivaukseen.⁷⁷

Satamaito siirtyi meijerissään 2024 nestekaasusta osittain biometaanin käyttöön. Meijeri hyödyntää tilojensa lämmityksessä ja prosessissa 15 km päässä sijaitsevan Nevelin biokaasulaitoksen tuottamaa paineistettua biometaania, joka kuljetetaan meijerille kaasukonteissa. Biometaanin korvaa nestekaasun käytöstä meijerillä aluksi noin kolmasosan. Myöhemmin tavoitteena on kattaa puolet energiantarpeesta biometaanilla. Prosessien vaatima höyry tuotetaan tontilla sijaitsevassa energiantuotantolaitoksessa ja sitä käytetään esimerkiksi tuotteiden lämpökäsittelyyn. Biometaanin käyttöönotto vaati polttimen vaihdon sekä erillisen kaasukonttien purkupaikan.^{78,78,79,79}

Muut käyttökohteet

Biometaania voidaan hyödyntää myös liikennepolttoaineena esimerkiksi henkilöautoissa, trukeissa ja traktoreissa sekä rekoissa. Liikennekäytössä hyödynnetään yleensä paineistettua biometaania, jota kuitenkin puhekielessä kutsutaan yleensä yksinkertaistetusti biokaasuksi. Jalostettua biometaania pääsee vuonna 2025 Satakunnassa tankkaamaan Porissa kahdessa eri pisteessä sekä yhdessä Raumalla. Tankkauspisteiden vähäinen määrä on tunnistettu yhdeksi biokaasun liikennekäytön yleistymistä hidastavaksi tekijäksi. Samaan aikaan politiikka on ohjannut henkilöliikennettä kohti sähköistymistä, eikä autoteollisuus ole siksi nähnyt tarpeelliseksi kehittää enää uusia polttomoottorisia kaasukäyttöisiä henkilöautoja. Liikennekäytössä biometaanin potentiaali halutaan hyödyntää erityisesti hankalasti sähköistettävässä pitkiä välimatkoja kulkevassa raskaassa liikenteessä. Tämä vaatisi nykyistä enemmän mahdollisuuksia tankata nesteytettyä biokaasua.

Teollisuudessa on hyviä kokemuksia biometaanin liikennekäytöstä. Biokaasukäyttöisten raskaan liikenteen ajoneuvojen lukumäärä on kasvussa ja yritykset, kuten Fazer Leipomot ja Valio, raportoivat positiivisista kokemuksistaan^{80,81}. Esimerkiksi Iveco Finlandilla, Volvolla ja Scaniaalla on mallistossaan biokaasukäyttöisiä kuorma-autoja. Niiden toimintasäde on noin 1000 kilometriä ja hankinta- ja käyttökustannukset lähellä dieselkäyttöisiä vastaavia kuorma-autoja. Hiilineutraalius toimii kuljetusyrityksille kilpailuetuna.⁸² Jalostettu biometaanin soveltuu käytettäväksi kaikissa metaanikäyttöisiksi suunnitelluissa ajoneuvoissa. Markkinoilla on myös biokaasukäyttöisiä työkohteita, kuten esimerkiksi trukkeja.

Biometaania voidaan hyödyntää myös vedyn tuottamisessa. Suomalainen [Hycamite TCD Technologies](#) tuottaa päästöttömästi vetyä ja puhdasta kiinteää hiiltä pilkkomalla maa- ja biokaasun metaanimolekyylejä. Patentoitu termokatalyyttinen teknologia mahdollistaa kestävästi vedyn tuotannon hajautetusti asiakkaiden luona. Vedyn ja hiilen samanaikainen tuotanto alentaa tuotantokustannuksia ja sitoo hiilen kiinteään muotoon tuottamatta hiilidioksidipäästöjä. Syntyvää vetyä voidaan hyödyntää esimerkiksi teollisuuden raaka-aineena tai liikenne- ja teollisuuspolttoaineena. Käytetyt katalyytit voidaan kierrättää ympäristöystävällisesti.⁸³

Biokaasua voidaan hyödyntää myös kaasuväläisimpien polttoaineena, jäähtytykseen polttamalla sitä absorptiolämpöpumpun lämmönlähteeksi tai pumppujen ja puhaltimien moottoreiden polttoaineena. Biometaania hyödynnetään kaasuseoksina esimerkiksi maakaasuverkostossa sekoitettuna maakaasun kanssa sekä vedyn kanssa hytaanina (CHBG) metaanikäyttöisissä ajoneuvoissa. Lisäksi biokaasua voidaan jatkojalostaa muiksi polttoaineiksi, kuten metanoliksi tai DME:ksi eli dimetyylieetteriksi, joka voi toimia muun muassa dieselin korvaajana.⁸⁴

Biokaasutuotteiden ominaisuuksia

Biokaasulaitokselta saatavan raakakaasun metaanipitoisuus vaihtelee 50–70 % välillä, lopun koostuessa pääosin hiilidioksidista ja muista kaasuista, kuten typestä, vedystä ja hapestä. Ennen hyödyntämistä raakakaasu pitää puhdistaa epäpuhtauksista, kuten rikkivedystä, jotta kaasua käyttävä tekniikka ei vaurioidu. Puhdistettua biokaasua voidaan käyttää biokaasulaitoksen läheisyydessä esimerkiksi lämmön tuotantoon.

Biokaasua voidaan jalostaa energiatiheämmäksi ja tehokkaammaksi polttoaineeksi poistamalla siitä epäpuhtauksien lisäksi myös muut kaasut, kuten hiilidioksidi. Jalostetun biokaasun eli biometaanin metaanipitoisuus vaihtelee

95–99 % välillä, lopun ollessa hiilidioksidia. Jalostettua biometaania voidaan käyttää samoissa kohteissa kuin maakaasua, sillä se on kemiallisesti samanlaista. Biometaanin ja maakaasua voidaan jaella yhden yhteisen verkoston kautta ja säilöä yhdessä nesteytetyn maakaasun (LNG) säiliöissä ja terminaaleissa.^{58, 85}

Suomen kaasuverkossa siirrettävässä maakaasussa on 85–98 % metaania, jonka lisäksi se sisältää vähäisiä määriä typpeä sekä hiilidioksidia. Maakaasu sisältää myös raskaita hiilivetyjä, kuten propaania ja butaania, jotka palavat metaania paremmin. Tämän vuoksi maakaasu voi sisältää jalostettua biometaanin vähemmän metaania, mutta maakaasun lämpöarvo on suurempi. Raakabiokaasun, puhdistetun biokaasun, jalostetun biometaanin sekä maakaasun ominaisuuksia on verrattu taulukossa 2. Näitä termejä hyödynnetään raportissa kuvaamaan eroja biokaasun eri jalostusasteiden välillä. Usein puhkekielessä puhutaan pelkästään biokaasusta, vaikka tarkkaan ottaen kyse on puhtaammaksi jalostetusta biometaanista. Tässä raportissa biokaasu-termiä on käytetty yleisnimityksenä, joka kattaa sekä jalostetun että jalostamattoman kaasun.

Taulukko 2. Raakabiokaasun, puhdistetun biokaasun, jalostetun biokaasun ja maakaasun keskeiset ominaisuudet.^{86, 87}

	Raaka biokaasu	Puhdistettu biokaasu	Jalostettu biometaanin	Maakaasu Suomen verkossa
Metaanipitoisuus [til-%]	45–75	<80	95–97	85–98
Hiilidioksidi-pitoisuus [til-%]	20–55	20–55	0–3	<2,5
Typpi [til-%]	0–3	0–3	0–3	<16
Muut yhdisteet	Rikkivety, happi, vety, siloksaanit, hiukkaset	-	-	-
Energiasisältö (alempi) [MJ/Nm ³]	14–22	20–30	34–36	30–47
Oktaaniluku	140–150	140–150	130–140	120–130

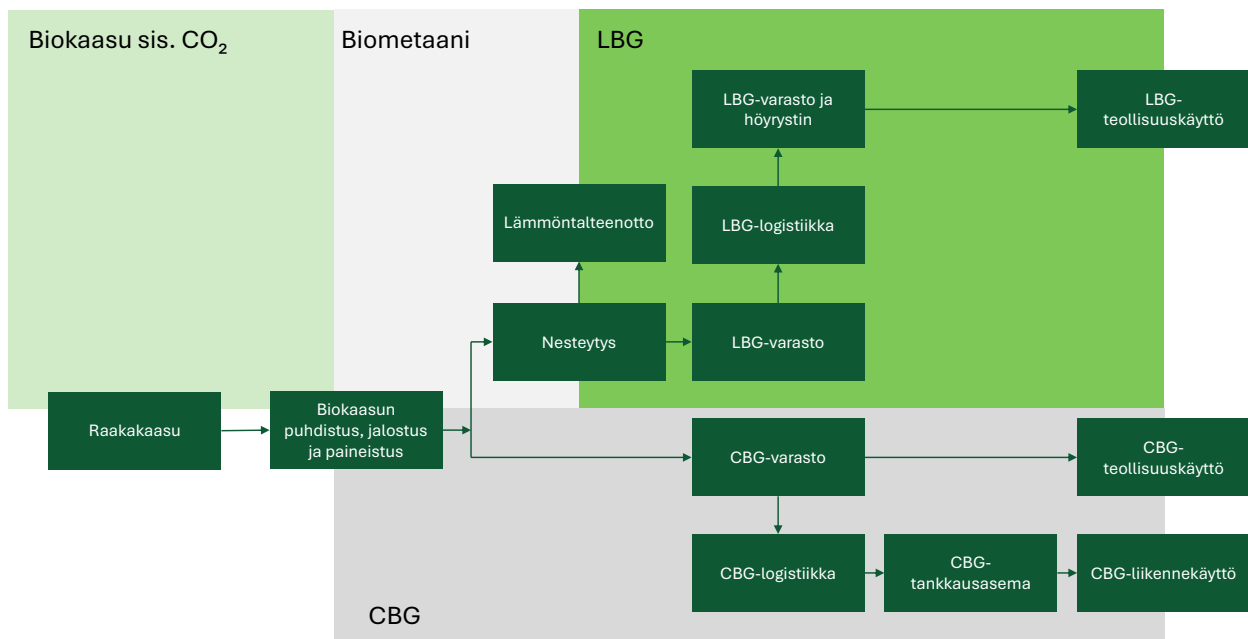
Kuten maakaasu, jalostettu biometaanin voidaan hyödyntää korkeapaineistettuna (CBG, Compressed BioGas) tai nesteytettynä (Bio-LNG tai LBG, Liquefied BioGas). Paineistettuna biometaanin tilavuus pienenee ja sen liikuteltavuus paranee. Tyypillisesti biometaanin paineistetaan paikalliseen kaasunjakeluverkkoon sopivaksi, eli 4–16 bar tasolle. Vertailun vuoksi liikenteessä hyödynnettävä paineistettu biometaanin paineistetaan noin 250–275 bar tasolle.⁸⁸

Jalostettu biometaanin saadaan nesteytettyä tyypillisesti jäädyttämällä sitä noin -163°C:een, joka on metaanin nesteytymislämpötila. Kevyesti paineistettuna metaanin nesteytymislämpötilaa saadaan nostettua. Nesteytettäessä kaasun tilavuus putoaa noin 600-osaan verrattuna sen tilavuuteen ilmanpaineessa. Nesteyttämistä suositetaan paineistamisen sijasta erityisesti silloin kun kaasun kuljetusmatkat ovat pitkiä tai kaasu halutaan mahdollisimman pienen tilavuuteen, kuten raskaan liikenteen polttoaineeksi.⁸⁸ CBG:n ja LBG:n keskeiset ominaisuudet on esitetty taulukossa 3. Energiatiheydestä nähdään, että kaasumaisen biometaanin varastointi vaatii noin 2,5 kertaa enemmän varastointitilavuutta kuin saman määrän varastointi nesteytettyä biometaanina.

Taulukko 3. Korkeapaineisen ja nesteytetyn jalostetun biometaanin keskeiset käyttöominaisuudet.

	Korkeapaineistettu jalostettu biometaani (CBG)	Nesteytetty jalostettu biometaani (LBG)
Olomuoto	Kaasu	Neste
Varastointilämpötila [°C]	Ilman lämpötila	-160
Varastointipaine [bar]	200–250	alle 10
Energiatiheys eli tilavuus [MJ/l]	6–10	22–25
Energiatiheys [kWh/l]	noin 2,8	noin 7
Tiheys [kg/m ³]	0,8	420...450

Biokaasun jalostusta raakakaasusta paineistetuksi (CBG) tai nesteytetyksi (LBG, Bio-LNG) jalostetuksi biometaaniksi on esitetty kuvassa 5. Kuva havainnollistaa jalostuksen vaiheita sekä terminologiaa. Raakakaasu on suoraan bio-kaasulaitokselta tulevaa kaasua, jota puhdistamalla ja jalostamalla saadaan maakaasua vastaavaa biometaania. Paineistettuna jalostettu biometaani voidaan hyödyntää teollisuudessa tai liikennepolttoaineena. Nesteyttämällä jalostettu biometaani saadaan huomattavasti pienempään tilaan, jotta se on helpompi kuljettaa. Teollisuuskoh- teessa nesteytetty biometaani höyrytetään uudelleen kaasumaiseksi käyttöä varten.



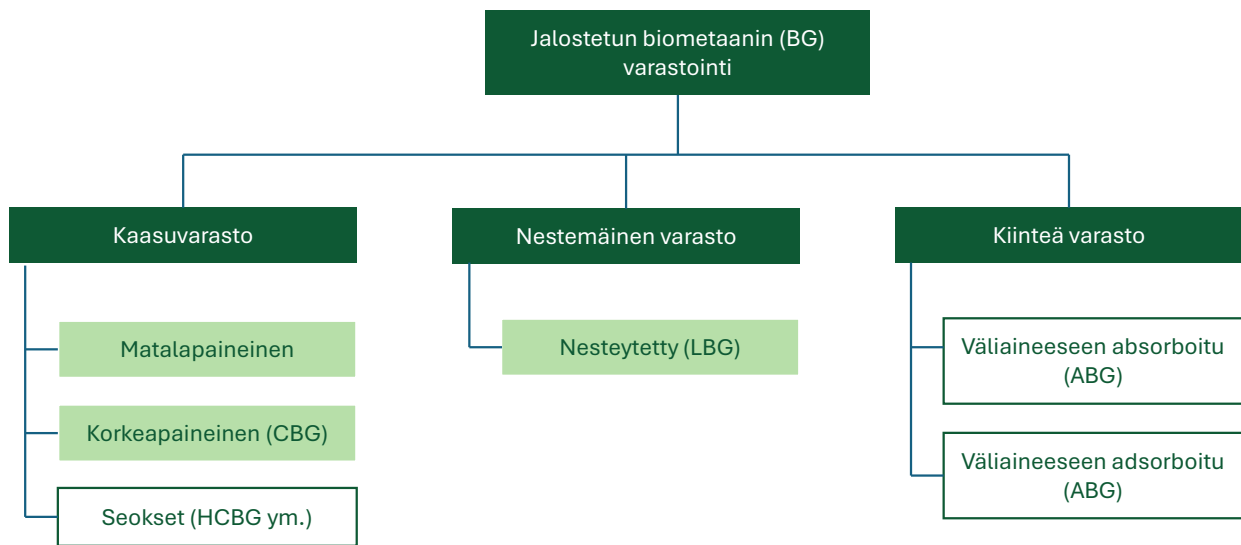
Kuva 5. Biokaasun jalostus ja vaiheet raakakaasusta teollisuus- ja liikennekäyttöön.

Jalostettu biometaani sopii erinomaisesti hyödynnettäväksi teollisuudessa, sillä se palaa puhtaasti ja sitä voidaan käyttää monipuolisesti esimerkiksi tuotteiden valmistukseen, kuivaukseen tai lämmitykseen. Lisäksi se sopii polttoaineeksi yhdistettyyn lämmön ja höyryn tai lämmön ja sähkön tuotantoon.⁸⁹ Uusiutuvan ja päästöttömän bio-kaasun käyttö vähentää merkittävästi toiminnan hiilidioksidipäästöjä verrattuna fossiilisten polttoaineiden käyttöön, joka puolestaan tukee yritysten ympäristötavoitteiden saavuttamista.

Jalostetun biometaanin varastointi

Jalostettua biometaania voidaan varastoida eri tavoin. Se voidaan varastoida kaasuverkkoon, paineistettuna tankkiin, nesteytettynä, pulloitetuna, fysikaalisesti tai kemiallisesti muunnettuna seoksina sekä biometaanin tuotantoinfrastruktuurissa. Teollisuudessa maakaasun varastointi tapahtuu yleensä nesteytettynä (LNG) ja tätä varten rakennetut säiliöt soveltuvat myös nesteytetyn biometaanin varastointiin. Kuvassa 6 on esitetty erilaisia biokaasun varastointimahdollisuuksia varastointityypin mukaan kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa. Varastointiin liittyviä turvallisuuskulmia on esitetty kappaleessa ”Biokaasun käytön turvallisuusvaatimukset”.

Luonnossa metaani voi esiintyä varastoituna kiinteään aineeseen. Myös jalostettu biometaani voidaan varastoida adsorboituna kiinteään aineen pintaan tai absorboituna kiinteään aineen sisään. Sopivia väliaineita on paljon, kuten aktiivihili ja hiilinanoputket. Biometaanin keinotekoinen varastointi kiinteään varastoon on vasta tutkimusasteella. Suomessa kaasumaista jalostettua biometaania ei juuri varastoida myöskään seoksina, esimerkiksi vedyn kanssa, vaikka teknologioita siihen on olemassa.



Kuva 6. Biokaasun varastointimenetelmiä. Mukailten⁸⁶

Biokaasun varastointi kaasumaisessa olomuodossa

Kaasumaisen paineistetun biometaanin (CBG) varastointipaine riippuu sen säilytysmuodosta. Tyypillisesti biometaanin paineistetaan kaasunjakeluverkkoon sopivaksi, eli 4–16 bar tai suuriin siirtolinjoihin sopivaan paineeseen 20–60 bar. Täytettävissä kaasusäiliöissä varastointipaine voi olla jopa 300 bar.⁸⁸ Biokaasu voidaan varastoida myös sekoitettuna muihin kaasuihin ja hyödyntää seoksena. Esimerkiksi vedyn ja biometaanin seosta HCBG:tä voidaan hyödyntää liikennepolttoaineena. Suomessa sen käyttöä ei tiettävästi ole.

Kaasumuotoisen CBG:n siirtäminen säiliöstä toiseen vaatii erikoiskalustoa, eikä ole yhtä suoraviivaista kuin LBG:n käsittely. Tehdasalueella kaasumuotoinen biometaani varastoidaankin yleensä kuljetukseen käytetyissä kaasukonteissa. Saatavilla on eri kokoisia ja eri materiaaleista valmistettuja ratkaisuja, joiden sopivuus kohteeseen riippuu kaasun käyttökohteesta ja säilytysmäärästä. Vaihdeettavat kaasukontit sopivat määrällisesti pienempään kaasun käyttöön. Markkinoilla on ratkaisuja noin 8 000 litran vesitilavuudesta yli 40 000 litran vesitilavuuksia sisältäviin kontteihin. 200 bar paineessa pienimmissä konteissa saadaan kuljetettua energiasisällöltään noin 20 MWh edestä korkeapaineista biometaania ja suurimmissa yli 100 MWh edestä biometaania per kontti. Varastointipaineen nosto kasvattaa konttiin mahtuvaa energiasisältöä. Käytännössä Suomen liikenteessä olevat kaasunsiirtokontit ovat 20 jalan standardimittaisia koukkulavakontteja, koska kontit lasketaan täyten ja tyhjennyksen yhteydessä maantasolle. Renkaiden päällä olevia kontteja ei saa Suomessa tyhjentää tai täyttää, kuten muissa maissa.

Tehdasalueella varastointijärjestelmä koostuu purkupaikasta, kaasukontista sekä apulaitteista, kuten mittareista ja varolaitteista. Kaasu syötetään useimmiten tehdasalueelle rakennettuun biokaasuverkkoon, jolla se siirretään hyödyntämiskohteeseen. Vaihtoehtoisesti biometaani voidaan ohjata polttolaitokselle, jossa se poltetaan ja höyry jaellaan teollisuusalueelle.

Biokaasun varastointi nestemäisessä olomuodossa

Nesteytetyn biometaanin eli LBG:n tai Bio-LNG:n energiatiheys vastaa useiden satojen baarien paineessa varastoidun kaasun energiatihelyttä. Käytännössä voidaan saavuttaa 2,5–3-kertainen energiatiheys 250 bar paineeseen varastoituun biometaaniin verrattuna. Tämä tarkoittaa sitä, että 1 MWh energiasisältöisen biometaanin varastointi nesteytettynä vaatii noin 140 litraa ja kaasumaisena yli 350 litraa varastointitilavuutta. Kemiallisten ominaisuuksien vuoksi biometaanin varastointi nestemäisenä ei sovellu pitkäaikaiseksi varastointiratkaisuksi. Nesteytettynä biometaani tulisi käyttää joidenkin päivien kuluessa nesteytyksestä, sillä osa biometaanista höyrystyy takaisin kaasuksi. Tämän vuoksi teollisuuskohteissa ja muissa säilöntäkohteissa tulee olla käytössä biokaasun uudelleen nesteytystä varten erilliset laitteistot.

Tehdasalueella nesteytetty biometaani voidaan varastoida erikoisrakenteiseen LBG/LNG-säiliöön. Kuten nesteytetyn maakaasun kohdalla, LBG-asiakassäiliökokonaisuus koostuu tankkiauton purkupaikasta, asiakassäiliöistä, höyrystimistä sekä apulaitteista. Höyrystimillä -160 asteinen nesteytetty biometaani muutetaan takaisin kaasumaiseen olomuotoon ennen sen syöttämistä tehdasalueen kaasuverkkoon. Hyödyntämistä varten biometaanin on oltava kaasumaisessa olomuodossa.

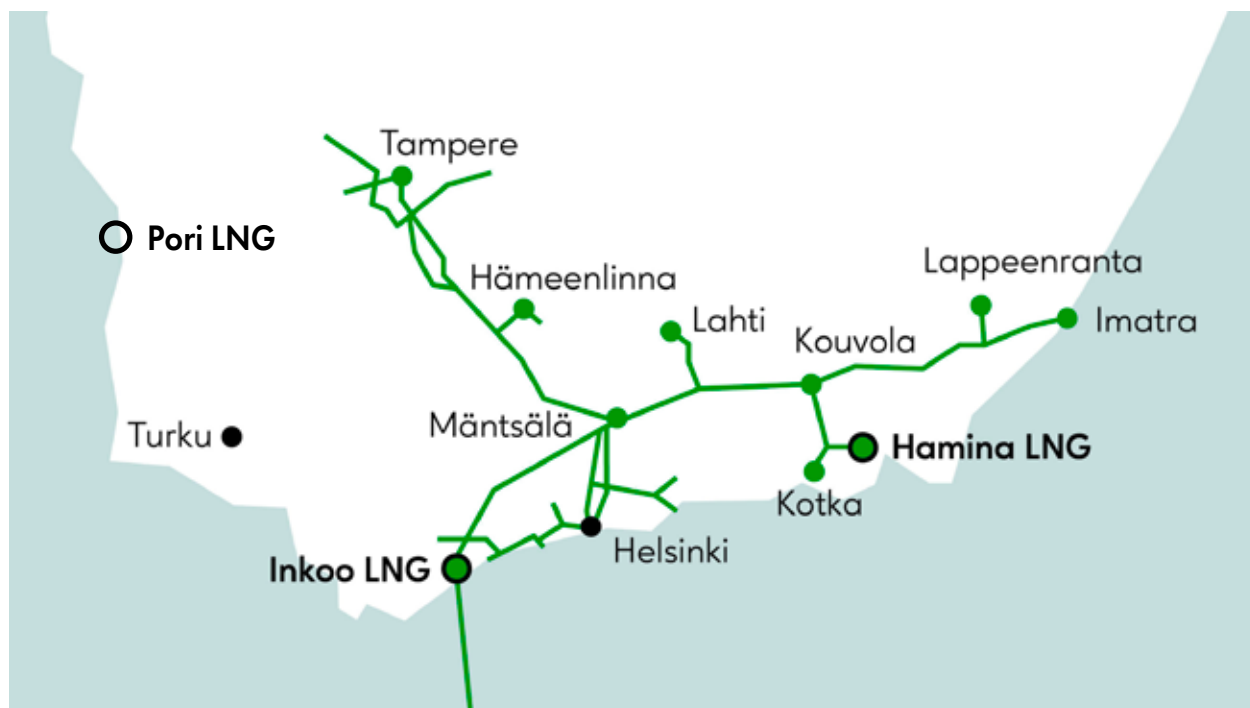
Jalostetun biometaanin logistiikka

Biokaasua voidaan kuljettaa putkisiirtuna tai säiliöissä maanteitse, rautateitse tai vesiteitse. Sopivin kuljetusmuoto riippuu biokaasun tuotanto- ja hyödyntämiskohteiden sijainneista ja kaasun määrästä sekä jalostusmuodosta. Vertailua eri kuljetusmuotojen välillä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Kuljetusvaihtoehdot raa'alle, puhdistetulle ja jalostetulle biokaasulle. ⁸⁶

Etäisyys	Putki	Maantie	Rautatie	Vesitie
Laitosalueella (100 m)	- Raaka ja puhdistettu - Matalapaineinen - Biokaasuputki			
Paikallisesti (10 km)	- Puhdistettu ja jalostettu - Keskipaineinen - Biokaasuputki, biokaasuverkko, kaupunkikaasuverkko, metaanijakelun verkko	- Jalostettu ja puhdistettu - CBG - LBG	- Jalostettu - CBG - LBG	
Alueellisesti (100 km)	- Puhdistettu ja jalostettu - Keskipaineinen - Biokaasuverkko, metaanijakelun verkko	- Jalostettu - CBG - LBG	- Jalostettu - CBG - LBG	
Kansallisesti (1 000 km)	- Jalostettu ja puhdistettu - Korkeapaineinen - Metaanisiirtoverkko	- Jalostettu - CBG - LBG	- Jalostettu - LBG - CBG	- Jalostettu - LBG - CBG
Kansainvälisesti (10 000 km)	- Jalostettu - Korkeapaineinen - Metaanisiirtoverkko	- Jalostettu - LBG - CBG	- Jalostettu - LBG - CBG	- Jalostettu - LBG - CBG

Etelä-Suomen kaasuverkoston varrella biometaanin hyödynnetään yleensä paineistettuna. Olemassa oleva Gasgridin omistama kansallinen metaanikaasuverkko esitetään kuvassa 7. Kaasuverkossa kuljetetaan sekä Inkoon ja Haminan kautta tuotua maakaasua että kotimaista biometaanin. Kaasuverkkoa laajennetaan jatkuvasti, mutta hitaasti. Pienempiä verkkoja muodostuu biokaasun tuotanto- ja jalostuslaitosten, teollisuuslaitosten sekä kaasuterminaalien ympärille. Verkostosta erilliset nesteytetyn maakaasun (LNG) terminaalit löytyvät Porista Tahkoluodon satamasta sekä Tornioista.



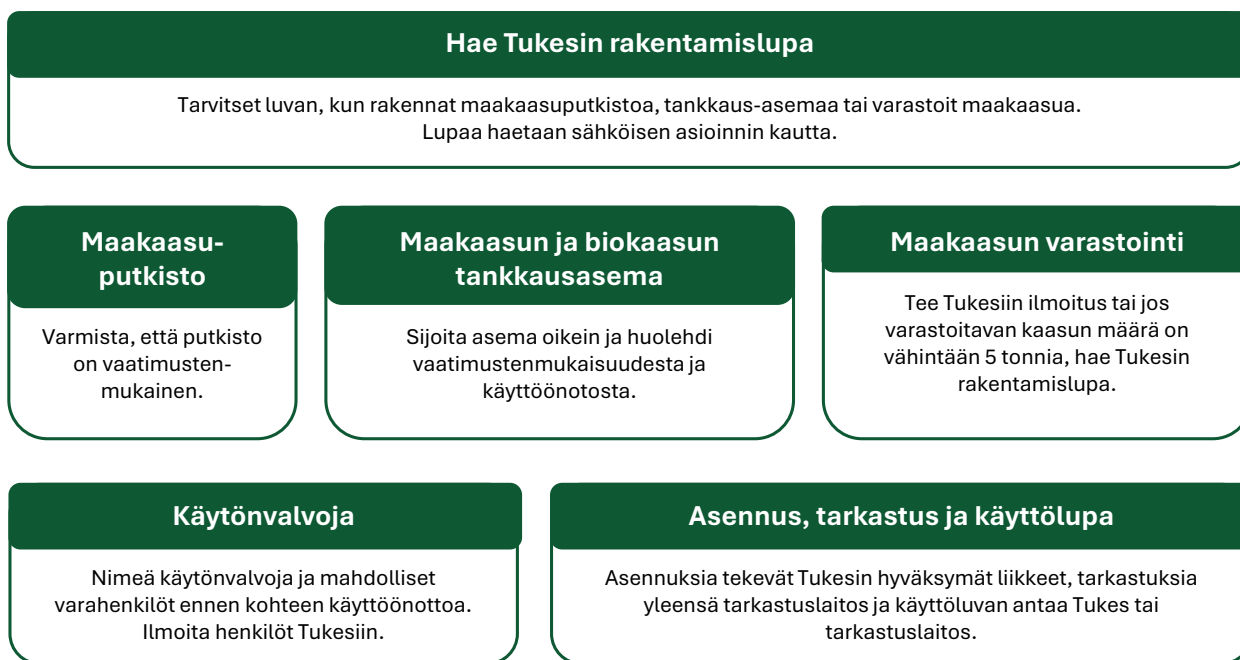
Kuva 7. Suomen maakaasuverkosto. Mukaillen ⁹⁰

Valtakunnallinen maakaasuverkko ei toistaiseksi ulotu Satakuntaan. Kaasuverkon ulkopuolella jalostettua biometaanin kuljetetaan biokaasulaitoksilta käyttökohteeseen kaasumaisena kontissa tai paikallisen jakeluputken avulla tai nesteytettynä tankkiautolla. Saatavilla olevan jalostetun biometaanin varastointimuodon, käyttötarpeen ja kuljetusetäisyyden mukaan jalostettu biometaanin voidaan kuljettaa korkeapaineisena (CBG) tai nesteytettynä (LNG).

Kuljetusyhtiöllä on VAK-lainsäädännön (Vaarallisten aineiden kuljetuslaki) mukaan vastuu biokaasun turvallisesta kuljettamisesta ja lainmukaisuudesta. Turvallisuusvaatimusten noudattamista valvoo putkikuljetusten osalta Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES ja maantie-, raide- ja vesikuljetusten osalta Traficom.

Biokaasun käytön turvallisuusvaatimukset

Keskeisiä biokaasun hyödyntämistä koskevia asetuksia ovat maakaasasetus (1058/1992) sekä asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999). Biokaasun jakeluun ja käyttöön sovelletaan samoja vaatimuksia kuin maakaasuunkin. Kaasut ovat helposti palavia, ja niiden riskejä ovat erilaiset vuototilanteet, syttymät, tulipalot, räjähdykset ja häämyrkytysvaara. Lainsäädäntövaatimuksina jalostettuun biokaasuun sekä biometaanin liittyy TUKES:in rakentamislupa, tarkastuslaitosten tarkastukset ja TUKES:in hyväksymien asennusliikkeiden käyttäminen. Kuvassa 8 on esitetty TUKES:in ohjeet maakaasun ja jalostetun biokaasun käyttöönoton vaatimuksenmukaisuudesta. ⁹⁰



Kuva 8. Tukesin ohjeet vaatimusten täyttämiseksi maakaasun ja jalostetun biokaasun hyödyntämiseen.⁹¹

Teollisuuskohteesta riippuen biokaasun käyttöönottoon saattaa liittyä myös muita lupamuutoksia. Esimerkiksi päästöjen muuttuessa tai kaasun kuljetukseen liittyvän raskaan liikenteen kasvaessa voi olla tarvetta päivittää yrityksen ympäristölupaa. Lisäksi suuremmalle terminaalialueelle tarvitaan T/KEM kaava, joten tarvittaessa asemakaavaan tulee hakea muutosta. Lisäksi ympäristölupaan tulee hakea muutosta, jossa selvitetään biokaasun käyttöön liittyvän logistiikan, varastoinnin ja rakentamisen vaikutusta ympäristöön. Mikäli olemassa olevassa ympäristöluvassa todetaan esimerkiksi tuplasuojausvaatimus, tulee se ottaa huomioon biokaasuinfra rakennettaessa. Biokaasun käytöstä tulee ilmoittaa kemikaaliluvan mukaisesti Kemidigi-palveluun ja muutokset päästöissä kirjata päästölupaan.

Varastointimenetelmän myyjä on vastuussa laitteiden turvallisuudesta asennusvaiheessa. Kaasua hyödyntävä yritys on vastuussa varsinaisesta kaasun säilytyksestä ja sen turvallisuudesta. Valvovana viranomaisena toimivat TUKES ja AVI vuoden 2025 loppuun. Vuoden 2026 alusta AVI:n tehtävät siirtyvät uudelle lupa- ja valvontavirastolle. Taulukossa 5 esitetyn lupamenettelyn lisäksi varastoinnissa tulee ottaa huomioon esimerkiksi turvaetäisyydet ulkopuolisiin kohteisiin, jotka vaihtelevat 10–100 metrin välillä kohteesta riippuen. Lisäksi tulee huomioida muita turvallisuuteen liittyviä tekijöitä, kuten että käyttökohteessa CBG-konttia ei saa varastoida pyörillä varustetun trailerin päällä.^{92, 93}

Taulukko 5. Biometaanin varastointiin liittyvät lupamenettelyt.⁹⁴

Jalostetun biokaasun varastoinnin lupamenettely	Ilmoitus Tukesille	Lupa Tukesilta	Toimintaperiaate-asiakirjalaitos (lupa Tukesilta)	Turvallisuus-selvityslaitos (lupa Tukesilta)
Biokaasua (puhtausaste vähintään 80 %)	0,2 – alle 5 tonnia	5 – alle 50 tonnia	50 – alle 200 tonnia	Vähintään 200 tonnia

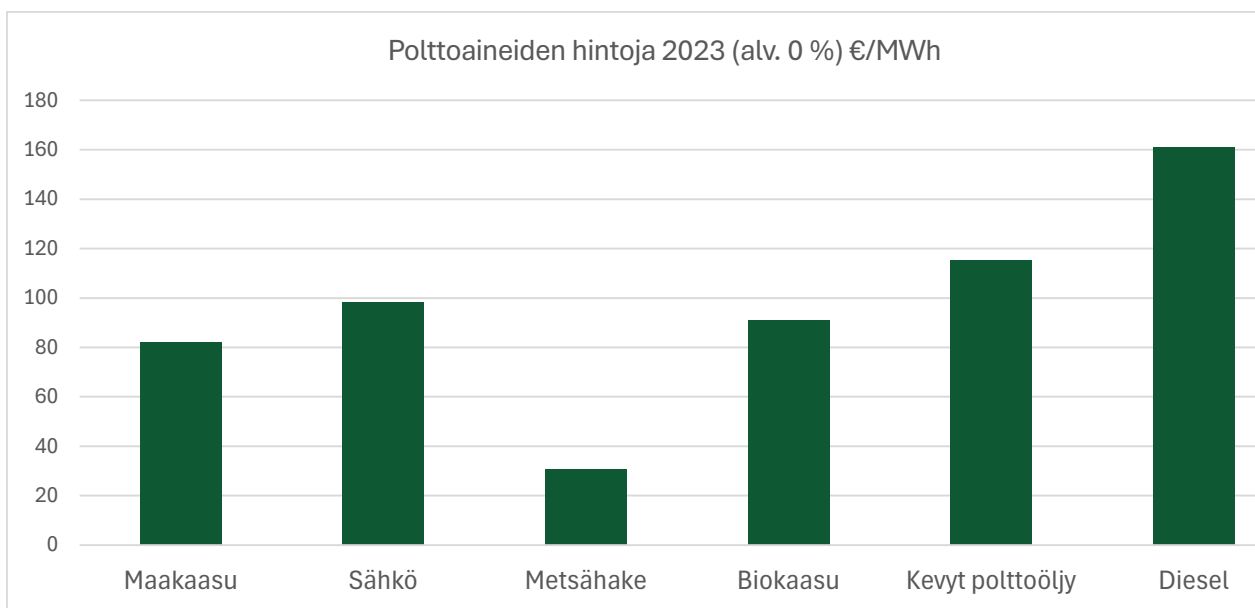
Lisätietoa biokaasun turallisesta varastoinnista, turvaetäisyyksistä sekä määräaikaistarkistuksista löytyy Kaasuyhdistyksen julkaisemasta [Biokaasun turvallisuusohjeesta](#) tai [TUKES:n nettisivuilta](#). Lisäksi Suomen Biokaasu ja Bio-kierto ry:n ylläpitää [Biokaasun turvallisuus ja laatu -sivua](#).

Biometaanin käytön taloudelliset näkökulmat

Ympäristöystävällisyys ei yksinään riitä ajavaksi voimaksi biometaanin käytön lisääntymiseen, vaan sen käytön on oltava myös kustannuksiltaan kilpailukykyinen vaihtoehto. Seuraavaksi on esitetty esimerkkejä biometaanin käytön hintakehityksestä sekä sen hyödyntämiseen liittyvän laitteiston suunnittelu-, asennus- ja käyttökustannuksista. Tämän jälkeen esitellään taloudellisia kannustimia, joilla yrityksiä pyritään ohjaamaan puhtaassa siirtymässä.

Esimerkkejä biokaasuun siirtymisen kustannuksista

Polttoaineen hinta on yksi merkittävimmistä kustannustekijöistä, joka pitää huomioida suunniteltaessa biometaanin käyttöön siirtymistä. Kuvassa 9 on esitetty eri polttoaineiden hintoja vuonna 2023. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa. Metsähakkeen hinta sisältää kuljetuskustannuksen käyttöpaikalle ja sähkön hinta myös siirtohinnan. Biometaanin sekä maakaasun hinnat sisältävät kuljetuksen maakaasuverkossa. Kevyen polttoöljyn ja dieselin hinnat ovat tilastoituja kuluttajahintoja. Kuvasta nähdään, että biometaanin on hinnaltaan samaa suuruusluokkaa muiden polttoaineiden kanssa, mutta hieman suurinta kilpailijaansa maakaasua kalliimpaa.



Kuva 9. Polttoaineiden verottomat hinnat €/MWh^{95,96}. Lähtöarvot: [Auris Energia](#) ja [Tilastokeskus](#).

Biometaanin käyttöön siirryttäessä muusta kuin maakaasusta, merkittävin investointi on biometaanin varastointiratkaisu teollisuusalueella. Teollisuuskokoluokassa, kaasuverkoston ulkopuolella, kustannustehokkainta on varastoida biometaanin nesteytettynä. Tämä todettiin mm. Vaasan yliopiston tapaustutkimuksessa, jossa selvitettiin biokaasun käyttöönottoa jätteenpolttolaitoksen apupolttoaineena. Selvityksessä verrattiin paineistetun ja nesteytetyn biometaanin varastointiratkaisujen investointikustannuksia keskenään. Paineistetun kaasun varastointi vaatii suurempia ja kalliimpia säiliöitä sekä muita komponentteja, kuten kompressorin ja paineenalennusyksikön, kuin nesteytetyn metaanin varasto. Nesteytetyn biometaanin luonnollisesta uudelleenkaasuuntumisesta vapautuvan kaasumaisen metaanin talteenottolaitteistoa ei kuitenkaan laskettu mukaan kustannuksiin. Järjestelmän koosta ja talteenottolaitteiston suuruudesta riippuen tällä voi olla merkittävä vaikutus kokonaiskustannuksiin. Tapaustutkimuksen kustannusarviot on esitetty taulukossa 6.

Kaasun kuljettaminen kaasuverkossa on energiatehokkain ja halvin vaihtoehto. Kaasuputkiston puuttuessa, tulee jalostettu biometaanin paineistaa tai nesteyttää ja kuljettaa esimerkiksi maa- tai vesiteitse käyttökohteeseen. Korkeapaineisen biometaanin kuljetus on edullisempaa kuin nesteytetyn biometaanin kuljetus, sillä nesteyttäminen on kallista. Paineistettu biometaanin sopii erityisesti lyhyemmille maantiekuljetuksille. Pidempiin kuljetuksiin ja kohteisiin, missä energiantarve on suurempaa, biometaanin kannattaa kuljettaa nesteytettynä, sekä erittäin suurilla kuljetusmäärillä nesteytettynä rauta- tai vesiteitse.

Taulukko 6. Westenergyn tapaustutkimuksen jalostetun biometaanivaraston arvioidut rakentamiskustannukset. Mukaillen ⁹⁷

	400 MWh		600 MWh	
	CBG	LBG	CBG	LBG
Säiliö [€]	1 456 000	272 000	1 868 000	376 000
Varastointiratkaisu yht. [€]	1 646 000	462 000	2 058 000	566 000

Jalostetun biometaanin arvioituja kuljetuskustannuksia:

- Putkikuljetus ⁹⁸
 - Uuden putkiston rakentaminen omaan käyttöön maatilalle maksaa noin 100 000–200 000 € per kilometri eli noin 100–200 € per metri.
 - Suuremman halkaisijan putkistot voivat maksaa 300–1 500 € per metri.
 - Kaasun syöttökustannus putkeen riippuu syötettävän kaasun määrästä sekä putken paineesta. Kalleinta on pienen kaasumäärän syöttäminen korkeapainoiseen verkkoon, noin 0,5 € / m³.
- Maantiekuljetus ⁹⁹
 - Kuljetuksen kokonaiskustannukseen vaikuttaa kuljetettavan määrän lisäksi myös kuljetusmatka. CBG:n kuljetushinnan suhdetta kuljetusetäisyyteen esitetään kuvassa 10.



Kuva 10. Konsulttiyhtiö Maconin arvio kuljetusetäisyyden vaikutuksesta jalostetun ja paineistetun biometaanin konttikuljetuksen kustannukseen.

Biometaanin kannattavimpaan logistiikkaan vaikuttavat monet tekijät, kuten energiantarve ja kuljetusetäisyys. Yhteenvetona voidaan todeta biometaanin olevan hinnaltaan kilpailukykyinen muihin energialähteisiin verrattuna. Edullisinta on paineistetun biometaanin putkikuljetus. Koska biometaanin nesteyttäminen on kallista, erityisesti lyhyemmillä, muutamien kymmenien kilometrien matkoilla, taloudellisesti järkevää on biometaanin kuljettaminen paineistettuna kontissa. Jos kuljetettava matka on pitkä tai energiantarve suurta, silloin taloudellisesti kannattavinta on biometaanin nesteyttäminen.

Biokaasun käytön taloudelliset kannustimet

Euroopan Unionin ja Suomen valtion asettamien ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi hiilineutraalin biokaasun käyttöönottoa tuetaan erilaisilla taloudellisilla ja lainsäädännöllisillä ohjaukeinoilla. Tärkeimmät käytön kannustimet liittyvät verotukseen, päästökauppaan sekä jakeluvaihtoehtoihin. Taloudellisten kannustimien kohdalla on huomioitava Euroopan Unionin uusiutuvan energian direktiivit REDII ja REDIII, jotka ohjaavat edellä mainittuja taloudellisia tukia kestävästi tuotetun biokaasun käyttöön (kts. luku Biokaasun alkuperätakuu ja kestävyyskriteerit).

Tuet biokaasuun käyttöönottoon yrityksissä

Energiatohokkuutta ja vähäpäästöisen energian käyttöönottoa yrityksissä tuetaan useilla eri instrumenteilla. Biokaasuun vaihtamisen tueksi [ELY:n vaatimukset täyttävä pk-yritys](#) voi hakea esimerkiksi:

- Hankkeen suunnitteluvaiheessa tarvittaviin asiantuntijatoihin Yrityksen kehittämisavustusta
- Vähähiilisiin ratkaisuihin kannustavaa yritysten Euroopan aluekehitysrahaston hanketukea (EAKR)

Tukimuotojen etsiminen voi olla haastavaa, joten apua kannattaa kysyä paikallisilta ammattilaisilta. Alkuvuonna 2026 voimaan tuleva aluehallinnon uudistus johtaa muutoksiin, kun uudet elinvoimakeskukset aloittavat toimintansa. Satakunta kuuluu Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen, joka nimensä mukaisesti tulee vastaamaan nykyisen ELY-keskuksen elinkeinotoimintaan liittyvistä asioista sekä joistain ympäristövastuualueen tehtävistä.

Verotus

Suomessa kerätään energiatuotteiden valmisteveroa sähköverolain (1260/1996) ja polttoaineverolain (1472/1994) mukaisesti. Valmistevero maksetaan luovutettaessa energiaa kulutukseen eli se kohdistuu energiatuotteiden käyttöön. Vero koostuu energiasisältöverosta ja hiilidioksidiverosta.

Sähköverolain mukaan jätteistä tai tähteistä tuotetun biokaasun hiilidioksidivero on 0 €/MWh. ”Biokaasun kestävyyskriteerit ja alkuperätakuut” kappaleessa (s. 16) kuvattujen kestävyyskriteerien mukaisesti tuotetun biokaasun hiilidioksidivero on puolet muulla tavalla tuotetun biokaasun hiilidioksidiverosta (kts. taulukko 7).

Energiasisältövero on pienin biokaasulle, jota hyödynnetään lämmityksessä, työkoneissa tai kiinteästi asennetuissa moottoreissa, ja joka on tuotettu kestävyyskriteerien mukaisesti tai jätteistä ja tähteistä. Näin tuotetun biokaasun valmistevero on myös pienempi kuin maakaasun, kevyen polttoöljyn tai raskaan polttoöljyn valmistevero.⁹⁰

Taulukko 7. Valmisteveron muodostuminen maakaasulle, biometaanille ja kevyelle ja raskaalle polttoöljylle. Yksikkönä on käytetty €/MWh. Kirjainlyhenteet biometaanin kohdalla merkitsevät seuraavaa: H = kaasu käytetään lämmitykseen tai työkoneisiin, R = kaasu täyttää kestävyyskriteerit, T = kaasu on valmistettu jätteistä tai tähteistä. (Taulukko¹⁰⁰ mukaan, perustuen^{101, 102}).

Energialaji	Energiasisältö- vero	Hiilidioksidi- vero	Huoltovarmuus- maksu	Valmistevero yhteensä	Yksikkö
Maakaasu	10,33	12,94	0,084	23,35	€/MWh
Biometaani	10,33	12,94	0,084	23,35	€/MWh
Biometaani H	10,33	12,94	0,084	23,35	€/MWh
Biometaani R	10,33	6,47	0,084	16,88	€/MWh
Biometaani T	10,33	0	0,084	10,41	€/MWh
Biometaani H R	1,2	6,47	0,084	7,75	€/MWh
Biometaani H T	1,2	0	0,084	1,28	€/MWh
Kevyt polttoöljy	12,98	16,9	0,35	30,23	€/MWh
Kevyt polttoöljy, rikitön	10,33	16,9	0,35	27,58	€/MWh
Raskas polttoöljy	11,59	18,67	0,35	25,88	€/MWh

Kestävästi tuotetun biokaasun käyttäminen voi siis olla verotuksellisesti perusteltu ratkaisu. Energiaintensiivistä teollisuutta aiemmin koskenut oikeus fossiilisten polttoaineiden valmisteveron palautukseen on poistunut vuonna 2025, minkä jälkeen uusiutuviin polttoaineisiin siirtyminen on verotuksellisesta näkökulmasta katsottuna teollisuudelle houkutteleva vaihtoehto. Tosin teollisuus voi kuitenkin yhä hyödyntää fossiilisten polttoaineiden verovapautta, jos polttoaineita käytetään raaka- tai apuaineena tai tuotannon ensikäytössä. Ensikäytöllä tarkoitetaan sitä, että polttoaineen palaessa syntyvä liekki tai savukaasut koskettavat valmistettavaa tuotetta jossakin tuotteen valmistusvaiheessa ¹⁰³. Tämä verovapaus on yksi tekijä, joka pitää fossiilisen energian kilpailukykyisenä ja heikentää verotuksen ohjausvaikutusta uusiutuviin energialähteisiin siirtymisessä. ^{104, 105}

Päästökauppa ja sen vaikutukset biokaasumarkkinoihin

EU:n päästökauppajärjestelmän (ETS) odotetaan vaikuttavan biokaasun kysyntään. Ensimmäinen päästökauppajärjestelmä (ETS1) kattaa päästökauppasektorin, kuten energiantuotannon, suurteollisuuden sekä lento- ja meriliikenteen, joissa siirtyminen biokaasun käyttöön voi vähentää päästöoikeuksien tarvetta ja olla siten taloudellisesti houkutteleva vaihtoehto päästökauppasektorin yrityksille. Tosin Päästökauppalakiin 1270/2023 on kirjattu helpotuksia hiilivuotoriskille alttiille päästökauppasektorin teollisuudelle, joten päästöoikeuksia jaetaan kaudella 2021–2030 vielä ilmaiseksi mm. metallinjalostus- ja öljynjalostusyrityksille sekä kemikaalien, lannoitteiden ja tekstiilikuitujen valmistajille. Ilmaisista päästöoikeuksista kuitenkin luovutaan asteittain vuoteen 2034 mennessä, jolloin EU:n hiilirajamekanismi on siirtymäajan jälkeen täysin käytössä.

Päästökaupan toinen vaihe (ETS2) laajenee kattamaan myös liikenteen ja rakennukset siten, että sillä tulee olemaan kustannusvaikutuksia vuodesta 2027 alkaen. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että polttoaineiden jakelijat joutuvat ostamaan päästöoikeuksia fossiilisten polttoaineiden päästöille. Fossiilisten polttoaineiden hinta todennäköisesti nousee tämän seurauksena. Biokaasu voi hyötyä tästä kehityksestä, kun sen hintakilpailukyky suhteessa fossiiliin polttoaineisiin paranee.

Siirtyminen fossiilisista energialähteistä biokaasuun

Fossiilisten energialähteiden vaihtaminen biokaasuun pienentää teollisuuden ympäristövaikutuksia merkittävästi. Öljypohjaisista polttoaineista biokaasuun vaihtamalla voidaan nollata rikkioksidi- sekä partikkelipäästöt. Samalla typen oksidipäästöt vähenevät merkittävästi, yli 80 % ja hiilidioksidipäästöt huomattavasti, jopa 25 %. ¹⁰⁶ Ympäristötavoitteiden saavuttamisen lisäksi tarve ikääntyvien ja käyttöikänsä päässä olevien laitteistojen uusimiseen voi nostaa biokaasun kiinnostavuutta, kun uusiin laitteistoihin on pakko investoida.

Biokaasun käyttöön johtava muutosprosessi on hyvin tuotantolaitoskohtainen. Teollisuusyritysten siirtymistä biokaasuun hidastaakin usein epätietoisuus, joka kohdistuu biokaasun saatavuuteen ja hintaan, omaan toimintaan soveltuvaan teknologiaan sekä investointien suuruuteen.

Koska jokainen muutosprosessi on yksilöllinen, on mahdoton esittää tarkkaa ja yleispätevää kuvausta siitä, mitä biokaasuun siirtyminen edellyttää teollisuustoimijalta. Keskeisiä suunnittelussa huomioitavia asioita on nostettu esiin seuraavan sivun kuvassa 11. Tämä vaiheistus toimii alustavana runkona biokaasun teollisuuskäyttöön tähtäävässä projektissa, niin pienissä kuin suurissakin yrityksissä.

Kuvasta 11 nähdään, että biokaasuun siirtyminen vaatii huolellista suunnittelua sekä toimintaympäristön ja tarpeiden analysointia. Seuraavaksi on tarkemmin esitelty biokaasuun siirtymistä eri polttoaineista.

Maakaasun korvaaminen

Maakaasun korvaaminen biometaanilla on teknisesti yksinkertaista, koska edellä mainitut kaasut ovat kemiallisesti samaa ainetta. Mitään muutoksia järjestelmiin ei tarvita, biometaaniin siirrytään tilaamalla toimittajalta maakaasun sijasta biometaania. Kertaalleen kaasuratkaisuun tehdyllä investoinnilla päästään siis siirtymään fossiilisesta uusiutuvaan energiaan kustannus- ja energiatehokkaasti. Hinnaltaan biometaani on vielä toistaiseksi kalliimpaa kuin maakaasu, mutta maakaasun saatavuus on Venäjän hyökkäyssodan seurauksena heikentynyt ja hinta ailahtellut, mikä on tehnyt kotimaisesta ja hinnaltaan vakaammasta biometaanista houkuttelevan vaihtoehdon.



Kuva 11. Biokaasuun siirtymisessä huomioitavia vaiheita.

Muiden fossiilisten energiakaasujen korvaaminen

Propanin, butaanin sekä muiden kaasumaisten polttoaineiden kohdalla biometaaniin siirtyminen vaatii polttimen vaihdon metaanipolttimeen tai monikaasupolttimeen. Lisäksi tulee investoida biometaanin varastointiratkaisuun ja siirtoputkeen varastosta polttimelle. Propanin, butaanin ja nestekaasun siirtymisestä biometaaniin on tässä raportissa esitelty esimerkiksi Ulvilan Satamaidon sekä Vieremällä sijaitsevan Ponssen tehtaan esimerkit.

Kevyen tai raskaan polttoöljyn korvaaminen

Energiantuotantolaitoksilla ja teollisuuslaitoksilla polttoöljyä voidaan hyödyntää suoraan polttamalla tai tuottamalla siitä vesihöyryä. Biometaaniin siirtyessä joudutaan tyypillisesti investoimaan uusiin kaasusäiliöihin, putkistoihin, polttimiin sekä automaatioon. Pienemmässä mittakaavassa esimerkiksi ajoneuvoissa ja maatilakokoluokassa moottorit voidaan muuntaa toimimaan biometaanilla melko pienillä muutoksilla. Esimerkiksi henkilöauton muutokustannus on noin 2 500–4500 € ja tällöin ajoneuvoon lisätään kaasusäiliöt, kaasunsyöttö- ja ohjausjärjestelmä, tankkausliitin, paineensäädin ja ohjausyksikkö. ^{60, 107}

Tulevaisuuden näkymiä biokaasun roolista teollisuuden energianlähteenä Satakunnassa

Biokaasuala on kohdannut viime vuosina haasteita, kun poliittiset päätökset henkilöliikenteen sähköistämisestä ovat johtaneet siihen, ettei liikennekaasun kysyntä ole noussut ennustetulle tasolle. Liikennekaasun kysynnän odotetaan kasvavan raskaassa liikenteessä, mutta biokaasusta jalostetun biometaanin soveltuvuus monien teollisten prosessien ja energiantuotannon polttoaineeksi on alkanut lisätä kaasun kysyntää myös teollisuussektorilla. Biometaanin vahvuus on prosesseissa, joissa tarvitaan korkeita lämpötiloja ja nopeaa lämpötilan säätöä.

Teollisuutta ohjataan voimakkaasti päästövähennystoimenpiteisiin, mikä lisää kiinnostusta kestävästi tuotetun biometaanin käyttöä kohtaan. Biometaanin energiakäyttöä tuetaan taloudellisesti erilaisin ohjaukskeinoin, joiden tavoitteena on parantaa biometaanin hintakilpailukykyä suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin. Ohjaukskeinojen, kuten tukien ja verovähennyksien, taloudellinen vaikutus on yrityskohtainen, ja vasta yrityskohtaiset laskelmat osoittavat, mikä on taloudellisesti kannattava energiantuotantomuoto tai polttoaine tietyllä yritykselle. Poliitiikan johdonmukaisuus ja ennakoitavuus onkin keskeistä, jotta yritykset uskaltavat investoida biokaasun tuotantoon ja biometaanin käyttöön. Johdonmukaisuuden ja ennakoitavuuden merkitystä biokaasumarkkinan vakiinnuttamisessa ovat painottaneet myös biokaasualan keskeiset toimijat, kuten Suomen Biokierto ja Biokaasu ry.

Biometaanin teollisuuskäytössä on huomioitava, että yksittäisessä kohteessa tarvittavat kaasumäärät ovat tyypillisesti suuria. Suurteollisuudessa energiantarve voi olla kymmeniä tai jopa satoja gigawattitunteja vuodessa. Tämä voi olla enemmän kuin keskikokoisen biokaasulaitoksen koko vuosituotanto. Kestävästi tuotetun biometaanin tuonti muualta Euroopasta sekä lisääntyvä kotimaisen biometaanin sekä biopohjaisen e-metaanin tuotanto turvaa uusiutuvan metaanin saatavuutta tuo helpotusta kaasun saatavuuspaineeseen.

Satakunnan teollisuuden näkökulmasta biometaani on varsin potentiaalinen energianlähde. Satakunnan teollisuudesta löytyy myös useita rohkaisevia esimerkkejä siitä, että biometaanin käyttöön on siirrytty tai suunnitellaan siirryttävän. Esimerkiksi Osuuskunta Satamaito vaihtoi osan käyttämästään nestekaasusta biometaaniin ja Sucros Oy vaihtoi kivihiilen metaaniin. Raskaasta teollisuudesta Boliden Harjavalta Oy suunnittelee vaihtavansa öljystä biometaaniin. Yleisesti haasteina biometaaniin siirtymisessä nähdään kotimaisen biokaasun ja biometaanin suhteellisen vähäiset tuotantomäärät sekä tutkimustiedon puute biometaanin soveltumisesta tiettyihin prosesseihin korvaamaan fossiilisia polttoaineita.

Tällä hetkellä Satakunnassa toimii kolme keskitettyä biokaasulaitosta, joiden yhteenlaskettu tuotanto on alle puolet alueen teollisuuden vuonna 2023 kuluttaman metaanin määrästä. Laitosten tuotanto käytetään suurelta osin paikallisesti, mikä on synnyttänyt teollisia symbiooseja biokaasulaitosten ja teollisuuden välille. Tällaisten symbioosien lisääntyminen edellyttäisi uusien biokaasulaitosten perustamista. Esimerkiksi Säkylään suunniteltujen biokaasulaitosten ja alueen teollisuuden välille tällaisia symbiooseja voi tulevaisuudessa rakentua.

Satakunnassa teollisuus on päässyt viimeisen vuosikymmenen aikana siirtymään maakaasun käyttöön Tahkoluotoon rakennetun LNG-terminaalin ansiosta. Maakuntaan on rakennettu metaani-infrastruktuuria, kuten LNG-säiliöitä isoimmille teollisuusalueille. Näitä säiliöitä on mahdollista käyttää myös nesteytetyn biometaanin varastointiin. Satakunnassa ei kuitenkaan vielä tuoteta nesteytettyä biometaania, jolle olisi laajempaa teollisuuskäyttöä ajatellen maakunnassa tarve. Suomen Lantakaasu Oy:n Säkylään suunnittelema teollisen mittakaavan biokaasulaitos tulisi toteutuessaan tuottamaan myös nesteytettyä biometaania.

Biokaasulaitosten on oltava taloudellisesti kannattavia ja biokaasun hinnan kilpailukykyinen muihin energialähteisiin verrattuna. Kannattavuuteen vaikuttavat kaasun hinnan lisäksi merkittävästi syötteiden kuljetus- ja kaasun jalostuskustannukset sekä mädätteen käsittelystä aiheutuvat kustannukset. Lisäksi on tunnistettu, että pienempien toimijoiden on vaikea saada rahoitusta biokaasulaitoshankkeisiin, koska tuotetun kaasun menekkiä ja hintatasoa on vaikea todentaa rahoittajille. Tämä aiheuttaa tietynlaisen muna vai kana -ongelman pienten ja keskisuurtenkin toimijoiden laitoshankkeille: rahoittajat eivät lähde rahoittamaan laitoksia, jos tuotettavalle kaasulle ei ole ostosopimuksia ja yritykset eivät siirry biokaasun käyttöön, kun sen saatavuudesta ei ole varmuutta.

Maatilakohtaisten biokaasulaitosten etuna on syötteiden lyhyt kuljetusmatka. Niistä ei kuitenkaan yksinään ole jalostetun biometaanin tuottajiksi teollisuuden tarpeisiin. Kaasun jalostaminen pienessä mittakaavassa ei usein

ole taloudellisesti kannattavaa, vaan tarvitaan joko keskitettyä biokaasuntuotantoa tai keskitettyä biometaanin jalostusta. Uudenlaisia toimintamalleja ovat Suomen Lantakaasun Ylä-Savon biokaasulaitoksen satelliittimalli, jossa teollisen mittaluokan biometaanin nesteytyslaitoksessa nesteytetään usemman erillisen biokaasulaitoksen tuottama paineistettu biometaan. Vieremällä puolestaan kuntaomisteinen biokaasuyhtiö ostaa useilta maatilakokoluokan biokaasulaitoksilta raakakaasun ja jalostaa sen teollisuuden prosesseihin soveltuvaksi nesteytetyksi biometaaniksi yhdessä jalostuslaitoksessa. Tällaisten yhteistoimintamallien soveltuvuutta Satakuntaan olisi hyvä selvittää.

Suomessa on vireillä useita biokaasulaitosinvestointeja. Vuoteen 2030 asetettu 4 TWh:n kansallinen biokaasun tuotantotavoite on vielä kaukana – vuoden 2022 tuotanto oli vain noin 0,9 TWh. Markkinassa kilpailevat myös sähköistyminen ja vetytalous, mutta näitä ei tulisi nähdä biokaasun kilpailijoina vaan sen rinnalla kulkevin ratkaisuin. Esimerkiksi e-metaanin tuotanto voi tukea biokaasutuotantoa, kun biometaanin jalostuksessa syntyvää hiilidioksidia hyödynnetään e-metaanin raaka-aineena. E-metaanin tuotannon käynnistyminen voikin jollain aikavälillä lisätä teollisuuden kiinnostusta metaaniin siirtymiseen. Satakunta on hyvässä vauhdissa e-metaanin tuotannon käynnistyksessä, kun ensimmäinen laitos on jo toiminnassa ja seuraavaa suunnitellaan.

Biokaasu on osa laajempaa kestävästi tuotetun energian ja ravinteiden kierrätyksen kokonaisuutta. Biokaasun rooli voi Satakunnassa olla tulevaisuudessa entistä merkittävämpi, mikäli olosuhteet tuotannolle ja käytölle saadaan rakennettua kannustaviksi ja ennustettaviksi. Teknologian kehitys, politiikan jatkuvuus ja toimivat yhteistyömallit teollisuuden, maatalouden ja energiatoimijoiden välillä ovat avainasemassa.

Lähteet

1. Lampinen, Ari. Biokaasun käsittely ja hyödyntäminen. [kirjan tekijä] Maritta Kymäläinen; Outi (toim.) Pakarinen ja Suomen Biokaasuyhdistys ry. Biokaasuteknologia Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Hämeenlinna : Hämeen ammattikorkeakoulu, 2015.
2. Virolainen-Hynnä, Anna. Biokaasun tuotannon tulevaisuudennäkymät Suomessa. [Online] 27. Elokuu 2024. https://www.satafood.net/site/assets/files/2684/biokaasu_27082024_suomen_biokierto.pdf.
3. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry, Bioenergia ry, Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK, Suomen Kaasuyhdistys ry, Suomen Kiertovoima ry, Elintarviketeollisuusliitto ry, Kierrätysteollisuus ja Suomen Lähienergialiitto ry. Biokaasuvision 2030. [Online] 2024. https://biokaasu2030.fi/wp-content/uploads/2024/08/Biokaasuvision2030_14082024.pdf.
4. Marttinen, S., Luostarinen, S., Winqvist, E. ja Timonen, K. Rural biogas: feasibility and role in Finnish energy system. BEST suitable Bioenergy Solutions for Tomorrow. Research Report no 1.1-3.4. 2015.
5. Gasgrid. Biokaasun tuonti Euroopasta Suomeen kasvoi merkittävästi viime vuonna, kasvu jatkuu edelleen. [Online] 19. 5 2025. [Viitattu: 19. 9 2025.] <https://gasgrid.fi/2025/05/19/biokaasun-tuonti-euroopasta-suomeen-kasvoi-merkittavasti-viime-vuonna-kasvu-jatkuu-edelleen/>.
6. Elojärvi, Maria. Jani Hautaluoma: Biokaasumarkkina kymmenkertaistuu kysynnän kasvaessa. [Online] Auris Energia, 19. 11 2024. [Viitattu: 19. 9 2025.] <https://aurisenergia.fi/jani-hautaluoma-biokaasumarkkina-kymmenkertaistuu-kysynnän-kasvaessa/>.
7. Suomilammi, Ari. Head of Renewable Gases. Gasum. Sähköpostikommentti raporttiluonnokseen. 13. 6 2025.
8. Suomilammi, Ari. Head of Renewable Gases, Gasum. *Haastattelu*. 28. 3 2024.
9. Gasum Oy. Honkajoen biokaasulaitos. [Online] 2025. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://www.gasum.com/fi/gasum/toimitukset/biokaasulaitokset/honkajoen-biokaasulaitos/>.
10. Nevel. Biokaasun tuotanto. [Online] n.d. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://nevel.com/fi/biokaasun-tuotanto/>.
11. Virtanen, Heikki. EmoMylly Oy. *Haastattelu*. 21. 2 2024.
12. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Biokaasulaitokset kartalla 2024. [Online] [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://biokierto.fi/>.
13. Valiola, Senni. Huittislaista nautatilaa pyöritetään nuorin voimin – ”Hyviä työntekijöitä ei ole helppo löytää maataloilta, meillä on käynyt tuuri”. [Online] Satakunnan Kansa, 7. 6 2024. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000010457502.html>.
14. Dataikkuna. Suomen vihreät investoinnit. [Online] Elinkeinoelämän keskusliitto, n.d. [Viitattu: 4. 24 2025.] <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/vihreat-investoinnit/>.
15. Jokinen, Jami. Biokaasu kiinnostaa, mutta jarruna on jakelu – Säkylässä kaavaillaan jopa tuotannon viisinkertaistamista. [Online] Satakunnan Kansa, 1. 12 2021. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000010184501.html>.
16. Vallin, Harri. Säkylän biojalostamolla selätettiin laitosten valmistajan konkurssin tuomat vaikeudet – laitos joutuu himmailemaan kaasun tuotantoa vielä tovin. [Online] 27. 5 2020. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000007157331.html>.
17. Suomen Lantakaasu Oy. Suomen Lantakaasu Oy edistää uuden biokaasulaitoksen kehittämistä Säkylässä. [Online] 18. 6 2025. [Viitattu: 18. 9 2025.] <https://www.suomenlantakaasu.fi/artikkelit/suomen-lantakaasu-oy-edistaa-uuden-biokaasulaitoksen-kehittamista-sakylassa/>.
18. Auris Energia. Auris Energia suunnittelee 50 miljoonan euron biokaasuinvestointia Säkylään. [Online] 16. 9 2025. [Viitattu: 18. 9 2025.] <https://aurisenergia.fi/auris-energia-suunnittelee-50-miljoonan-euron-biokaasuinvestointia-sakylaan/>.

19. Bioenergo Oy. Bioenergo. Tuotteet. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 6 2025.] <https://bioenergo.fi/fi/products/>.
20. Väänänen, Vesa-Ville. Bioenergo on saamassa 10 miljoonan euron tuen Porin-laitoksen rakentamiseen. [Online] 5. 6 2025. [Viitattu: 6. 6 2025.] <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000011281634.html>.
21. Työ- ja elinkeinoministeriö. Valtion avustusten myöntäminen TEM/2025/68. Sitoumuksen antaminen valtionavustuksen maksamiseen BioEnergo Oy:lle. [Online] 5. 6 2025. [Viitattu: 6. 6 2025.] <https://tem.fi/paatos?decisionId=3892>.
22. Seppälä, Antti. KSML: BioGTS haettu konkurssiin – 150 työpaikkaa uhan alla. [Online] YLE, 9. 10 2018. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://yle.fi/a/3-10446920>.
23. Punkalaitumen Bioenergiayhtiö Oy konkurssiin. [Online] 14. 5 2020. [Viitattu: 24. 4 2025.] https://www.lehtiluukku.fi/esikatselu/punkalaitumen_sanomat/14.5.2020/246092.html.
24. Työ- ja elinkeinoministeriö. Rahoitetut RRF-energiainvestointitukihankkeet. LIITE: Rahoitetut RRF-energiainvestointihankkeet. [Online] 2024. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://tem.fi/rahoitetut-rrf-energiainvestointitukihankkeet>.
25. Bengts, Mikko. [Online] 2. 11 2023. <https://www.proagria.fi/uploads/Mikko-Bengts-Biovoima-presentaatio-AgroEko1.pdf>.
26. Pöytyän kunta. Biokaasulaitoksen valmisteluhanke (Wega Group Oy). [Online] 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.poytya.fi/tyoskentele-ja-yrita/vihrea-siirtyama/biokaasulaitoksen-valmisteluhanke-wega-group/>.
27. Hakanen, Pekka. Asukkaiden kiivaasti vastustama biokaasulaitos heräsi henkiin – neuvottelut uudesta paikasta loppusuoralla. [Online] 1. 4 2025. <https://www.ts.fi/uutiset/6613284>.
28. Wega Group Oy. Varsinais-Suomen kiertotalouslaitos. Teollisen mittaluokan kiertotalouslaitos Varsinais-Suomeen. [Online] 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] https://wega.fi/project/varsinais-suomen_kiertotalouslaitos/.
29. Satafood Kehittämissyhistys ry. Biokaasutuotannon selvitys Huittisten Bioparkin alueelle. [Online] 2024. [Viitattu: 27. 5 2025.] <https://www.satafood.net/hankkeet/biokaasutuotannon-selvitys-huittisten-bioparkin-alueelle/>.
30. Wega Group Oy. Kannuksen biokaasulaitos. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://wega.fi/project/kannuksen-biokaasulaitos/>.
31. Nordic Ren-Gas Oy. Ren-Gas. Projektit. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://ren-gas.com/projektit/>.
32. Nordic Ren-Gas Oy.. Projektit, Pori. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://ren-gas.com/projekti/pori/>.
33. Q Power. eMetaanin tuotanto on käynnistynyt Suomessa ensimmäistä kertaa. [Online] 16. 4 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://qpower.fi/fi/emetaanin-tuotanto-on-kaynnistynyt-suomessa-ensimmaista-kertaa/>.
34. Green North Energy. Green North Energy monistaa Business Finlandin rahoittamaa vetylaitoskonseptiaan Poriin ja Kemiin – tähtäimessä Suomen omavaraisuus ammoniakkin tuotannossa. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.greennorth.energy/ajankohtaiset/green-north-energy-monistaa-business-finlandin-rahoittamaa-vetylaitoskonseptiaan-poriin-ja-kemiin-tahtaimessa-suomen-omavaraisuus-ammoniakin-tuotannossa/>.
35. Fortum. Fortum ja Norsk e-Fuel yhteistyöhön Raumalla. [Online] 8. 10 2024. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.fortum.com/fi/media/2024/10/fortum-ja-norsk-e-fuel-yhteistyohon-raumalla>.
36. P2X Solutions Oy. P2X Solutions käynnisti Harjavallan laitoksen vihreän vedyn kaupallisen toiminnan ensimmäisenä Suomessa. [Online] 12. 2 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://p2x.fi/p2x-solutions-kaynnisti-harjavallan-laitoksen-vihrean-vedyn-kaupallisen-toiminnan-ensimmaisena-suomessa/>.
37. Nordic Ren-Gas Oy. Ren-Gas. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://ren-gas.com/>.
38. Nordic Ren-Gas Oy. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma julkaistu Ren-Gasin Porin e-metaanin tuotantohankkeelle. [Online] 25. 1 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://ren-gas.com/ajankohtaista/ymparistovaikutusten-arviointiohjelma-julkaistu-ren-gasin-porin-e-metaanin-tuotantohankkeelle/>.

39. Vieno, V., Sarvi, M., Salo, T., Rämö, S., Ylivainio, K., Pitkänen, T. ja Kusnetsov, J. Puhdistamolietteen sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2018. Helsinki : Luonnonvarakeskus, 2018. s. 129.
40. Aliklaavu, Nanni. Yhdyskuntien jätevesien ravinteiden talteenoton menetelmäselvitys. [Online] 22. 1 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.prizz.fi/media/bio-ja-kiertotalous/bio-ja-kiertotalous-tapahtumat/bioprec-loppuwebinaari-ravinteet-talteen/miten-yhdyskuntien-jatevesien-ravinteet-saadaan-talteen-talteenoton-menetelmaselvitys.pdf>.
41. Prizztech. BioStruvi. Biologisen fosforinpoiston ja struviittikiteytyksen kehittäminen . [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.prizz.fi/kehittamisteemat/bio-ja-kiertotalous/biostruvi.html>.
42. Kiertoravinne Oy. Gasum Vihreä Ammoniakki. [Online] n.d. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://kiertoravinne.fi/tuotteet/tuote/gasum-vihrea-ammoniakki/>.
43. Satosalmi, Anna-Mari. Gasum. Syötemarkkinoiden erot Suomessa ja Ruotsissa. s.l. : Biotalouspäivät 2024, 19. 9 2024.
44. Gasgrid. Alkuperätakuut. [Online] <https://gasgrid.fi/palvelumme/alkuperatakuut/>.
45. Gasgrid. Vuosiraportti 2023. <https://gasgrid.fi/wp-content/uploads/Gasgrid-Vuosiraportti-2023.pdf>.
46. Energiavirasto. Biomassojen ja biopolttoaineiden kestävyys. [Online] <https://energiavirasto.fi/biomassojen-ja-biopolttoaineiden-kestavyys>.
47. Työ- ja elinkeinoministeriö. Uusiutuvan energian RED III -direktiivi voimaan marraskuussa – Työryhmä selvittämään bioenergian kestävyteen liittyvän lainsäädännön muutostarpeita. [Online] 3. 11 2023. <https://tem.fi/-/uusiutuvan-energian-red-iii-direktiivi-voimaan-marraskuussa-tyoryhma-selvittamaan-bioenergian-kestavyteen-liittyvan-lainsaadannon-muutostarpeita>.
48. Energiavirasto. Biopolttoaineita, bionesteitä ja biomassapolttoaineita koskeva toiminnanharjoittajan kestävyyskriteeriohje. Helsinki : Energiavirasto, 2025.
49. Oy Suomen Tietotoimisto STT. Biokaasulaitoksille myönnettiin 5 miljoonaa ravinteiden kierrätykseen. [Online] 5. 6 2024. [Viitattu: 12. 5 2025.] https://www.sttinfo.fi/tiedote/70285991/biokaasulaitoksille-myonnettiin-5-miljoonaa-ravinteiden-kierratykseen?lang=fi&publisherId=69817869&utm_source=chatgpt.com.
50. Business Finland. Energiatuki. [Online] n.d. [Viitattu: 27. 5 2025.] <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>.
51. Ruokavirasto. EU:n elpymisrahoitus vauhdittaa maaseudun yritysten investointeja uusiutuvaan energiaan – haku käynnissä nyt. [Online] 29. 11 2021. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/uutiset/eun-elpymisrahoitus-vauhdittaa-maaseudun-yritysten-investointeja-uusiutuvaan-energiaan/>.
52. ELY-keskus. Ravinnekierotuki biokaasulaitoksille. [Online] 25. 3 2025. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.ely-keskus.fi/ravinnekierotuki-biokaasulaitoksille>.
53. Ruokavirasto. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2024. Kiertotalouden edistäminen. [Online] 5. 4 2024. [Viitattu: 12. 5 2025.] <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ymparistokorvaus/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot-2024/#id-3-kiertotalouden-edistaminen>.
54. Paukku, Eelin. KPFlaki. Jakeluvelvoitteesta. [Online] 14. 4 2024. <https://www.kpflaki.com/post/jakeluvelvoitteesta>.
55. Tilastokeskus. Teollisuuden energiakäyttö. [Online] 1. 11 2024. <https://stat.fi/julkaisu/clin1pthbq6msy0bw1zi85mjzp>.
56. Suomen kaasuyhdistys. Kaasun käyttö. [Online] <https://www.kaasuyhdistys.fi/kaasu-suomessa/kaasun-kaytto/>.

57. Tilastokeskus. Biokaasun tuotanto ja kulutus laitostyypeittäin, 2017-2023. [Online] https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehk/statfin_ehk_pxt_127t.px/.
58. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030. [Online] 2020. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf.
59. Prizztech Oy. Kaasu- ja vetytalous 2030. 2025. <https://www.prizz.fi/kehittamisteemat/energiaratkaisut/kaasu-ja-vetytalous-2030.html>.
60. Motiva. Biokaasun tuotanto maatilalla. 2013. https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf.
61. Envor. Biokaasulaitokset. [Online] <https://www.envor.fi/biokaasu/biokaasulaitokset>.
62. Snellman. Snellman korvasi öljyn biokaasulla. [Online] <https://snellman.fi/fi/meidan-tapamme/snellman-korvasi-oljyn-biokaasulla/>.
63. Kyngäs, Tapio. Työkoneiden konvertointi biokaasulle. [Online] 4. 4 2022. https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/BioKaMa/teemapaiva-04-04-2022/Tapio_Kyngas_Esitys_Ylivieska.pdf.
64. Energia, Aurin. Ekberg. [Online] <https://aurisenergia.fi/menestystarinat/ekberg/>.
65. Group, Metsä. Ympäristöasiat Äänekosken biotuotetehtaalla. [Online] <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/sellun-tuotanto/aanekosken-biotuotetehdas/ymparistoasiat-aanekosken-biotuotetehtaalla/>.
66. Gasum. Gasum ja Metsä Fibre tuottavat yhteistyössä biokaasua Äänekosken biokaasulaitoksella. [Online] 2. 12 2021. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/uutiset-ja-tiedotteet/2021/gasum-jametsa-fibre-tuottavat-yhteistyossa-biokaasua-aanekosken-biokaasulaitoksella/>.
67. STT Uutiset. ISOVER - kiertotalouden pioneeri matkalla kohti nettonollapäästöjä. [Online] 4. 7 2024. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70370266/isover-kiertotalouden-pioneeri-matkalla-kohti-nettonollapaastoja?publishErid=69819255&lang=fi>.
68. Promaint-lehti. Sucroksen juurikassokeritehdas vähentää päästöjään vaihtamalla öljyn ja kivihiilen maakaasuun ja biokaasuun. [Online] 8. 2 2022. <https://promaintlehti.fi/Turvallisuus-ja-ymparisto/Sucroksen-juurikassokeritehdas-vahentaa-paastojaan-vaihtamalla-oljyn-ja-kivihiilen-maakaasuun-ja-biokaasuun>.
69. Gasum. Sucroksen juurikassokeritehdas vähentää päästöjään vaihtamalla öljyn ja kivihiilen Gasumin toimittamaan maakaasuun ja biokaasuun. [Online] 8. 2 2022. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/uutiset-ja-tiedotteet/2022/sucroksen-juurikassokeritehdas-vahentaa-paastojaan-vaihtamalla-oljyn-ja-kivihiilen-gasumin-toimittamaan-maakaasuun-ja-biokaasuun/>.
70. Kiertokaari. Hiilijalanjälki kutistuu biokaasun avulla. [Online] 21. 12 2021. <https://kiertokaari.fi/hiilijalanjalki-kutistuu-biokaasun-avulla/>.
71. Ponsse. Ponssen tehdas korvaa nestekaasun biokaasulla. [Online] 13. 5 2024. https://www.ponsse.com/fi/yhtio/uutiset/a_p/P4s3zYhpxHUQ/c/ponssen-tehdas-korvaa-nestekaasun-biokaasulla.
72. Malmi, Johanna. Suunnitelmissa öljystä biometaaniiin siirtyminen - Millaisia asioita pitää huomioida? Boliden Harjavalta Oy. Biokaasusta puhdasta energiaa tulevaisuuden teollisuudelle -webinaari, Prizztech Oy. [Online] 27. 8 2024. https://www.prizz.fi/media/bio-ja-kiertotalous/bio-ja-kiertotalous-materiaalit/biokaasuusta-puhdasta-energiaa-27.8.2024/webinaariesitys_27_8_2_boliden.pdf.
73. Nordkalk. Vampula. [Online] <https://nordkalk.fi/yritys/toimipaikkamme/suomi/vampula/>.
74. Kiertokaari. Ruskon biokaasu. [Online] <https://kiertokaari.fi/asiointi-ja-palvelut/ruskon-biokaasu/>.
75. Auris Energia. Helsinki Distilling Company. [Online] <https://aurisenergia.fi/menestystarinat/helsinki-distilling-company/>.
76. Auris Energia. Marimekko. [Online] <https://aurisenergia.fi/menestystarinat/energiakumppanuus-marimekko/>.

77. Gasum. Essity pudottaa fossiiliset hiilidioksidipäästönsä nollaan nesteytetyn biokaasun avulla. [Online] 3. 1 2022. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/asiakastarinat/essity-pudottaa-fossiiliset-hiilidioksidipaastonsa-nollaan-nesteytetyn-biokaasun-avulla/>.
78. Osuuskunta Satamaito. Käytännön kokemuksia biokaasun käyttöön siirtymisestä. Biokaasusta puhdasta energiaa tulevaisuuden teollisuudelle -webinaari, Prizztech Oy. [Online] 27. 8 2024. https://www.prizz.fi/media/bio-ja-kiertotalous/bio-ja-kiertotalous-materiaalit/biokaasuusta-puhdasta-energiaa-27.8.2024/satamaito_biokaasuwebinaari_082024.pdf.
79. Saarinen, Elina. Uusiouutiset-lehti. Satamaito tekee maitotuotteita biokaasun voimin - Jätevesi osoittautui aarteeksi. [Online] 10. 5 2022. <https://uusiuutiset.fi/satamaito-tekee-maitotuotteita-biokaasun-voimin-jatevesi-osoittautui-aarteeksi/>.
80. Gasum. Yhä useampi Fazerin leipomotuotteista kulkee vähäpäästöisesti Gasumin biokaasulla. [Online] 5. 3 2025. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/uutiset-ja-tiedotteet/2025/yha-useampi-fazerin-leipomotuotteista-kulkee-vahapaastoisesti-gasumin-biokaasulla/>.
81. Valio. Uusi biokaasulla kulkeva maitoauto aloitti liikennöinnin Pedersöressä, Pohjanmaalla. [Online] 8. 1 2025. <https://www.valio.fi/uutiset/uusi-biokaasulla-kulkeva-maitoauto-aloittaa-liikennoinnin-pedersossa-keski-pohjanmaalla/>.
82. Metsätrans-Lehti. Biokaasulla kilpailuetua ja kustannussäästöjä. [Online] 8. 6 2023. <https://metsatrans.com/artikkeli/4235/biokaasulla-kilpailuetua-ja-kustannussaastoja>.
83. Gasum. Maa- ja biokaasusta vetyä ja sähköautojen akkujen raaka-ainetta – Gasum ja Hycamite aloittavat yhteistyön maa- ja biokaasun vähähiilistämiseksi. [Online] 25. 11 2021. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-ja-asiakastarinat/uutiset-ja-tiedotteet/2021/maa-ja-biokaasusta-vetya-ja-sahkoautojen-akkujen-raaka-ainetta-gasum-ja-hycamite-aloittavat-yhteistyon-maa-ja-biokaasun-vahahiilistamiseksi/>.
84. Patrikainen, Tapio. Biokaasun energiakäyttö. BioKaMa-hanke, OAMK. [Online] 21. 12 2022. https://oamk.fi/wp-content/uploads/2022/11/Biokaasun_energiakytt_raportti__2022.pdf.
85. Latvala, M. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) - Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. Helsinki : Suomen ympäristökeskus, 2009. <http://hdl.handle.net/10138/37998>.
86. Kymäläinen, M ja Pakarinen, O. Biokaasuteknologia - raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. s.l. : Hämeen ammattikorkeakoulu, 2015. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-784-771-1>.
87. Motiva. Biopolttoaineiden lämpöarvoja: Motiva Oy. [Online] https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/tietolahteita/biopolttoaineiden_lampoarvoja.
88. Biovoima. Kaasun kompressointi ja nesteytys: Biovoima. [Online] <https://biovoima.com/ratkaisut/kaasun-kompressointi-ja-nesteytys>.
89. Kaasu yrityksille: Gasum. [Online] <https://www.gasum.com/fi/energia-yrityksille/kaasu/kaasu-yrityksille/>.
90. Gasgrid. Kaasun siirtoverkosto: Gasgrid. [Online] <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>.
91. Tukes. Maakaasu ja biokaasu: Tukes. [Online] <https://tukes.fi/teollisuus/maakaasu-ja-biokaasu>.
92. Tukes ja Suomen kaasuyhdistys. Biokaasun turvallisuusohje. 2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/63219859/Biokaasun%20turvallisuusohje.pdf/50dcdbd1e-66d2-3c62-0a98-610ba8e6ba7e/Biokaasun%20turvallisuusohje.pdf?version=1.0&t=1614670662172&download=true>.
93. Suomen kaasuyhdistys. LNG-asiakassäiliöt -ohje. 2021. <https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/lng-asiakassailiot/>.
94. Tukes. Biokaasu. [Online] <https://tukes.fi/teollisuus/maakaasu-ja-biokaasu/biokaasu>.
95. Tilastokeskus. Energian hintoja. [Online] https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin___ehi/?tablelist=true.
96. Auris Energia. Gourmet-hinnasto. [Online] <https://aurisenergia.fi/auris-energia/asiakaspalvelu/hinnastot/gourmet-hinnasto/>.

97. Spoof-Tuomi, Kirsi;ym. Biogas Utilization Opportunities in Ostrobothnia Region - Findings from the project. Vaasa : Vaasan Yliopisto, 2022. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-051-1>.
98. CE Delft. Availability and costs of liquefied bio- and synthetic methane - The maritime shipping perspective. Delft : s.n., 2020. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_190236_Availability_and_costs_of_liquefied_bio-_and_synthetic_methane_Def.pdf.
99. Ahokas, M. Biokaasun käytön tekniset vaihtoehdot ja kannattavuus. [PowerPoint] s.l. : Macon Oy, 2022. https://oamk.fi/wp-content/uploads/2020/08/arvoketjujen_kuvaus_esitys_korjattu_mikko_20062022.pdf.
100. Järvenpää, Teija. Biometaaniin siirtymisen epävarmuustekijät teollisuuden näkökulmasta. s.l. : Tampereen yliopisto, 2025. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202501181521>.
101. Verohallinto. Nestemäisten polttoaineiden verotaulukot. [Online] 2024. [Viitattu: 12. 6 2025.] <https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/nestemaiset-polttoaineet/verotaulukot/>.
102. Verohallinto. Energiaverotus. [Online] 24. 11 2024. [Viitattu: 12. 6 2025.] <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56206/energiaverotus5/>.
103. Verohallinto.. Polttoaineiden verottomuus teollisuuskäytössä. [Online] 19. 4 2022. <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/63665/polttoaineiden-verottomuus-teollisuusk%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A43/>.
104. Verohallinto. Energiaintensiivisen yrityksen valmisteverojen palautus. [Online] <https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/verot-ja-maksut/valmisteverotus/palautukset/energiaintensiiviset-yritykset/>.
105. Verohallinto. Energiaintensiivisten yritysten veronpalautus. [Online] <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56194/energiaintensiivisten-yritysten-veronpalautus/>.
106. Strengell, Dan. Biokaasu teollisuuden polttoaineena. Biokaasusta puhdasta energiaa -webinaari, Prizztech. [Online] 27. 8 2024. https://www.prizz.fi/media/bio-ja-kiertotalous/bio-ja-kiertotalous-materiaalit/biokaasuusta-puhdasta-energiaa-27.8.2024/gasum_esitysmateriaali_2024_08_27.pdf).
107. Gasum. Auton muuntaminen kaasukäyttöiseksi. [Online] <https://www.gasum.com/fi/kaasu-liikenteelle/yksityisille-kaasuautoilijoille/yleista-kaasuautoilusta/auton-muuntaminen-kaasukayttoiseksi/>.
108. Gasum Oy. Huittisten biokaasulaitos. [Online] 2025. [Viitattu: 24. 4 2025.] <https://www.gasum.com/fi/gasum/toimitusketju/biokaasulaitokset/huittisten-biokaasulaitos/>.
110. Valtiovarainministeriö. HE 167/2020. s.l. : Finlex, 2020. <https://www.finlex.fi/fi/hallituksen-esitykset/2020/167#OT>.
111. Wega. SavoGrow - Kysyntäkartoitus ja liiketoimintamalli. 2021. <https://www.savogrow.fi/wp-content/uploads/2021/09/SavoGrow-Kysyntäkartoitus-ja-liiketoimintamalli-julkinen-v1.pdf>.
112. 2030, Biokaasuvisio. Biokaasuvisio 2030. [Online] <https://biokaasu2030.fi/>.
113. Gasum. E-metaani. [Online] <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/e-metaani/>.

BIOVAHVA –
Satakunnan biotalouden
vahvistaminen ja varmistaminen

Prizztech Oy
prizz.fi/biovahva

Satafood Kehittämisyhdistys ry
satafood.net/hankkeet/biovahva

Satakunnan ammattikorkeakoulu,
Tutkimuskeskus WANDER
wander.fi/projektit/biovahva



Euroopan unionin
osarahoittama



Prizztech