



DigiBiogasHubs

Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan
biokaasutoiminnan mahdollistajina



Euroopan unionin
osarahoittama

Biokaasun ja CBG:n tuotannon teknis- taloudellinen raportti – maatilamittakaavan sekä keskisuuren yhteismädättämön mallinnus

- Etelä-Pohjanmaa

TP2, osaraportti 2

31.1.2025

Juha Tiainen

Seinäjoen Ammattikorkeakoulu



Sisältö

Executive summary

1. Johdanto
2. Biokaasulaitosten investointilaskemat eri mädättämökokoluokille
3. Yhteenveto ja pohdintaa

Lähteet

Liitteet

Executive summary

In this second report from South Ostrobothnia in the work package 2 of the DigiBioGasHubs -project is four cases presented. The aim is to calculate the investment cost of the four different biogas plants and to make an rough estimation of the profitability of each case. The investment cost calculations were made with Luonnonvarakeskus Biogas-calculator, which can be used to plan biogas plants up to 35 000 tons of feeds.

The volume of feeds to simulated biogas plants were 2000 tons, 6500 tons, 10 000 tons and 35 000 tons. The two smallest simulated plants were single farm-based, and the two biggest were multi-farmer company based. All the main feeds were liquid manure –based on the simulations except the 10 000 tons-case, were the side products of potato production were used as the most important feeds.

The results show, that a medium sized dairy farm in Finland (like the 2000 tons-case) are not big enough to have possibilities to invest on a profitable biogas plant. The medium-sized simulations (6500 and 10 000 tons) showed that it is possible to invest on a roughly 1 million euro biogas plant and make a profitable business with producing heat, electricity and even CBG (Compressed Bio Gas) -fuels. Even with the biggest the planned plants (35 000 tons) it is not profitable to produce LBG (Liquid Bio Gas) because of the big additional costs with the LBG-production technology and machinery. The scale effect of the economy is yet not enough for that.

1. Johdanto

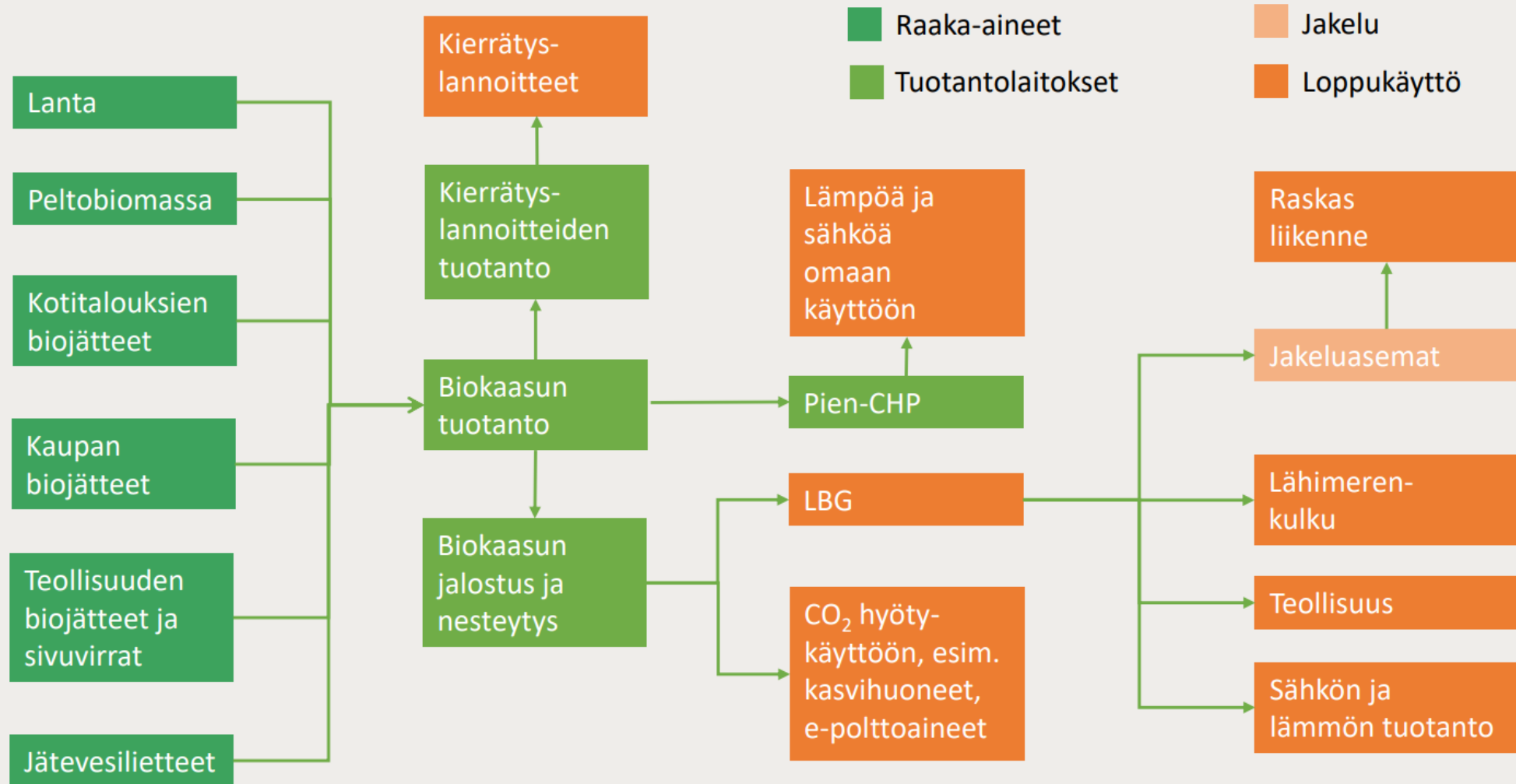
Biokaasu mahdollistaa maaseudun ja koko Suomen energiatalouden kehittämisen. Etenkin maatalouden biomassoja voitaisiin hyödyntää paljon nykyistä enemmän, sillä lannassa ja peltobiomassoissa on runsaasti syötepotentiaalia. Taloudellisten hyötyjen saavuttaminen vaatii kuitenkin kiinteää yhteistyötä ja toisiaan tukevia verkostoja alan toimijoiden välille.

DigiBiogasHubs –hankkeen tavoitteena on biokaasutoimijoiden digitaalisen, yhteistyön mahdollistavan verkkoalustan kehittäminen. Hanke toteutetaan kolmen maakunnan, Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan, alueella. Hankkeen ensisijaiset kohderyhmät ovat alueella toimivat raaka-aineen/biomassan omistajat ja tuottajat, biokaasun tuottajat ja jakelijat, nykyiset ja mahdolliset uudet biokaasun käyttäjät, logistiikkaoperaattorit sekä teknisten ratkaisujen toimittajat. (Spoof-Tuomi 2024)

Tämä selvitys täydentää hankkeessa aiemmin valmistunutta TP2 osaraporttia ”Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta”. Tämä raportti keskittyy biokaasun tuotannon ja käytön teknistaloudellisiin arviointeihin. Selvitystyötä tehdään sekä biokaasun/LBG:n tuottajan että kaasun käyttäjän näkökulmasta. Lisäksi tutkitaan miten maatalousyrittäjät voisivat hyötyä biokaasutuotannossa syntyvien kierrätyslannoitevalmisteiden käytöstä. (Spoof-Tuomi 2024)

Biokaasuliiketoiminnan kokonaiskuva ja siihen liittyvät keskeiset materiaali- ja resurssivirrat havainnollistetaan seuraavan sivun kuviossa. (Spoof-Tuomi 2024)

Biokaasuliiketoiminnan kokonaiskuva



(Spoof-Tuomi 2024)

Etelä-Pohjanmaan maakunnan raportissa keskitytään biokaasun teknistaloudellisen hyödyn kartoittamiseen maatalouden ja maatilayrityksen näkökulmasta. Pohjanmaan vastaavassa osaraportissa on keskitytty ison mittakaavan laitosten ja varsinkin LGB:n tuottamiseen (Spoof-Tuomi 2024). Samat ko. raportissa esitetyt lainalaisuudet esimerkiksi mittakaavan merkityksestä investointeihin ja LGB:n tuotannon kannattavuuteen pätevät toki koko maassa.

Vuonna 2024 Suomessa oli 38 maatilamittakaavan biokaasulaitosta (Suomen Biokierto ja Biokaasu 2024). Niistä suurin osa on yhden tilan laitoksia ja muutama useamman tilan yhteislaitoksia, joissa käsitellään useamman maatalon syötteitä. Yhteislaitoksilla käsiteltävät määrät ovat suurempia ja energiaa syntyy enemmän. Yhteislaitoksessa tuotetulle energialle voi olla hankalaa löytää käyttökohteita laitoksen läheltä. Suomessa olevista kolmesta yhteislaitoksesta yksi jalostaa biokaasunsa pelkästään liikennekäyttöön, yksi toimittaa kaasun läheiselle puutarhalle ja yksi toimittaa osan kaasusta läheisille yrityksille ja jalostaa osan liikennekäyttöön. (Luonnonvarakeskus 2023)

Maatalousyrityksen biokaasulaitoksen perustamista tuetaan tällä hetkellä (v. 2024) investointituella, joka voi olla maksimissaan 50 % perustamiskustannuksista. Tuki onkin merkittävässä roolissa laitoksen kannattavuutta punnittaessa.

Tässä raportissa tuodaan esille Etelä-Pohjanmaan maataloussektorin biokaasulla tuotetun energian teknistaloudellinen merkitys. Tarkastelussa on kolme eri kokoluokan pientä biokaasulaitosta sekä yksi keskisuuri yhteismädättämö.

2. Biokaasun investointilaskelmat eri mädättämökokoluokilla

Eri kokoisille biokaasulaitoksille laskettiin Luonnonvarakeskuksen kehittämän biokaasulaskurin avulla tuotanto- ja investointikustannuksia. Biokaasulaskuri palvelee maatilamittakaavan tai vastaavan kokoluokan biokaasuntuotantoa, jossa vuosittainen syötemäärä ei ylitä 35 000 tonnia. [Biokaasulaskurin](#) avulla voidaan arvioida eri syötteistä saatavissa olevaa metaanimäärää, vertailla eri energiantuotanto- ja -hyödyntämismuotojen kannattavuutta sekä arvioida alustavasti mahdollisen biokaasulaitosinvestoinnin suuruutta (Luonnonvarakeskus 2023).

Laskuri käyttää laskennassa oletusarvoja, jotka ovat kirjallisuuteen tai asiantuntija-arvioihin perustuvia keskimääräisiä arvoja. Käytännössä arvot voivat vaihdella paljon. Biokaasulaskuri esittää yksinkertaistetun version biokaasuntuotannosta ja ohjekirjassa on esitetty ilman pidempiä ilmiöiden pohdintoja Biokaasulaskuriin valittuja oletuksia ja laskentakaavoja. (Luonnonvarakeskus 2023)

Laskuri rakentuu yhdeksästä vaiheesta, joissa syötetään arvoja ja tehdään valintoja. Vaiheesta toiseen siirrytään sivun alareunan painikkeella ”Seuraava”. Palaaminen aiempiin vaiheisiin on rajoitettua. Ainoastaan ensimmäiseen ”Syötteet” -vaiheeseen voi palata (klikkaamalla ”Syöt-teet” -välilehteä sivun yläreunasta), ja tämän jälkeen navigoida uudelleen vaihe kerrallaan ja muuttaa syötettyjä arvoja. Suurin osa valinnoista jää tallelle, mutta ne tulee käydä uudelleen läpi. Vastaavasti, kun aloitetaan kokonaan uusi suunnitelma, on suositeltavaa ladata sivu uudestaan, jolloin tehdyt valinnat poistuvat. (Luonnonvarakeskus 2023)

Case 1: Yhden lypsyrobotin maitotila

Ensimmäinen esimerkkitapaus on tyypillinen yhden maitorobotin maitotila. Laskennassa on käytetty oletuksena noin 80 naudan lietelannan syötepotentiaalia, tässä tapauksessa 2000 tonnia lietelantaa vuodessa.

Näillä oletuksilla biokaasulaskuri ehdottaa märkämädättämön mallia, koska kuiva-ainepitoisuus on pelkällä lietelannalla 9 %. Tällöin saadaan biokaasun energiasisällöksi noin 240 MWh, ja reaktorin laskennallinen teho olisi 27 kW. CHP (Combined Heat and Power) -laitos antaa mahdollisuuden käyttää maatilalla joustavasti energiatarpeen mukaan raakabiokaasua sekä sähkön että lämmön tuotantoon. Yhteensä tuotettua lämpöä ja sähköä saadaan noin 220 MWh, josta laskennassa käytetyllä CHP-jakosuhteella saadaan tyydytettyä koko ko. maatilán lämpöenergian tarve ja lähes koko sähköenergian tarve. Tyypillisesti sähköä navetan laite-energiaan kuluu tässä tapauksessa noin 50 MWh vuodessa, josta lypsyrobotti kuluttaa ison osan.



Kuva 1. Nautakarjan lietelanta on erinomaista syötettä biokaasun valmistuksessa. J.Tiainen. 2022

Biokaasulaskuri antoi tälle laitosmallille noin 400 000 euron hinnan, ja tällöin vuosikate jäisi vain 600 euroon. Investoinnin takaisinmaksuaika on laskurin mukaan näillä lähtöarvoilla jopa yli 300 vuotta 50 prosentin maatalouden kestävän kehityksen investointituki huomioiden. Käsittelyjäännöksen lannoitusarvona laskelma osoittaa liukoisen typen lisääntyvän noin 600 eurolla vuodessa.

Yksityiskohtaisesti tämä case 1 on esitelty liitteissä sivuilla 20-22.



Kuva 2. Myös erätoimisia ja kuivaprosessiin perustuvia mädättämojä on käytössä Suomessa.
J. Tiainen 2022.

Case 2: Kolmen lypsyrobotin maitotila

Toinen laskentaesimerkki on kolmen lypsyrobotin maitotila. Syötemääräksi arvoitiin noin 250 lypsylehmän ja nuorkarjan tuottama lietelanta ja lisäsyötteenä ylijäämänurmi. Naudan lietelantaa syötetään 6300 tonnia vuodessa ja epäkuranttia säilörehua pilaantuneista paaleista noin 40 tonnia vuodessa. Pilaantuneen tai ylivuotisen säilörehun määrä vastaa noin 50 paalia vuodessa.

Myös tässä tapauksessa yllä mainituilla syötelajeilla ja –määrillä laskuri ehdottaa jatkuvatoimista märkämädättämää, koska kuiva-ainepitoisuus syötteillä on hiukan yli 9 prosenttia. CHP-malli, raakakaasun puhdistus, paineistus ja tankkausasema on valittu tässä tapauksessa laskuriin mukaan. Varastotilaa tarvitaan myös rejektiä varten noin yhteensä 6500 kuutiometriä.

Näillä lähtöarvoilla saadaan biokaasun energiasisällöksi noin 780 MWh, ja reaktorin laskennallinen teho olisi 90 kW. Yhteensä tuotettua lämpöä ja sähköä saadaan noin 691 MWh. CHP:n käytetyllä jakosuhteella saadaan maatilan oman käytön lisäksi lämmön myyntipotentialia noin 210 MWh, sähkön myyntipotentialia noin 26 MWh sekä puhdistettua ja paineistettua biometaania noin 38 MWh. Tämä CBG (Compressed BioGas) -osuus antaa maatilalle mahdollisuuden käyttää omaa biometaania esimerkiksi traktoreissa polttoaineena tai myydä tankkausasemalta CBG-energiaa noin 3 400 euron edestä vuodessa.

Biokaasulaskuri antoi tälle isohkon nautakarjatilän laitosmallille noin 900 000 euron hinnan, ja tällöin vuosikate olisi noin 24 000 euroa. Investoinnin takaisinmaksuaika on laskurin mukaan näillä lähtöarvoilla noin 18 vuotta 50 prosentin maatalouden kestävän kehityksen investointituki huomioiden ja käytetyllä 4 prosentin korkokannalla. Käsittelyjäännöksen lannoitusarvona laskelma osoittaa liukoisen typen lisääntymisen noin 2 100 eurolla vuodessa.

Yksityiskohtaisesti tämä case 2 on esitelty liitteissä sivuilla 23–25.



Kuva 3. Tyypillinen maatilan mädättämö ja sen kaasukupu. J.Tiainen. 2022

Case 3: Yhteismädättämö

Kolmas laskentaesimerkki on pääosin perunan kuorimassalla ja solunesteillä syötettävä useamman perunantuottajan yhdessä omistama biokaasulaitos. Perunan jalostuksen sivuvirtana saavien syötteiden määräksi arvoitiin noin 6500 tonnia vuodessa. Lisäksi rehuksi epäkuranttia osakkaiden säilörehua syötetään laskelman mukaan 500 tonnia, ja samoin lisänä saadaan vielä kasvihuoneiden vihannesjätettä ulkopuolisena syötteenä noin 3000 tonnia vuodessa. Noin syötteiden yhteismäärä on noin 10 000 tonnia vuodessa.

Myös tässä tapauksessa biokaasulaskuri ehdottaa reaktortyyppiä jatkuvatoimista märkämädätystä, koska perunan solunesteen ansioista kuiva-aineprosentti jää 12 prosentin paikkeille. Teknisinä laitosratkaisuna valitaan perusreaktorin lisäksi CHP-yksikkö, raakakaasun puhdistus- ja paineistusyksiköt liikennekaasun jalostamiseksi sekä yhteismädättämössä vaadittava hygienisointiyksikkö. Tällöin rejekti voidaan levittää takaisin osakkaiden pelloille lannoitteena.

Tässä mädättämöesimerkissä biokaasun energiasisältö on noin 2,8 GWh, ja reaktorin laskennallinen teho 323 kW. Yhteensä tuotettua lämpöä ja sähköä saadaan noin 2,2 GWh. CHP:n käytetyllä jakosuhteella saadaan yhteismädättämön oman käytön lisäksi lämmön myyntipotentialia noin 0,8 GWh, sähkön myyntipotentialia noin 23 MWh sekä puhdistettua ja paineistettua biometaania noin 138 MWh. Tämä CBG (Compressed BioGas) -osuus antaa yhtiön osakkaille mahdollisuuden käyttää omaa biometaania esimerkiksi traktoreissa polttoaineena tai myydä tankkausasemalta GBC-energiaa noin 12 000 euron edestä vuodessa.

Biokaasulaskuri antoi tälle yhteismädättämön laitosmallille noin 1 120 000 euron hinnan, ja tällöin vuosikate olisi noin 76 000 euroa. Investoinnin takaisinmaksuaika on laskurin mukaan näillä lähtöarvoilla noin 11 vuotta huomioiden 25 prosentin investointituki ja käytetyllä 4 prosentin korkokannalla. Käsittelyjäännöksen lannoitusarvona laskelma osoittaa liukoisen typen lisääntymisen noin 19 000 eurolla vuodessa.

Yksityiskohtaisesti tämä case 3 on esitelty liitteissä sivuilla 26–29.



Kuva 4. Paineistetun biokaasun (CBG) säilytystä.
J.Tiainen. 2022

Case 4. 35 000 tonnin yhteismädättämö

Neljäs biokaasuvoimalaesimerkki perustuu useamman maatilan yhteisiin pumpattaviin lantasyötteisiin sekä ylijäämärehuun. Laitokseen syötetään naudan lietelantaa noin 25 000 tonnia, sian lietelantaa noin 5000 tonnia sekä ylimääräistä tai epäkuranttia säilörehua noin 5 000 tonnia vuodessa. Ylijäämärehun määrä vastaa noin 6000 paalia. Laitos sijaitsee keskeisellä, intensiivisellä maatalousalueella, jotta syötteiden kuljetusmatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä. Syötteiden yhteismäärä olisi noin 35 000 tonnia vuodessa.

Biokaasulaskuri ehdottaa reaktoryypiksi jatkuvatoimista märkämädätystä, koska laitoksen syötemiksaus on lähes optimaalinen märkäprosessiin eli hiukan alle 12 % kuiva-ainetta. BG-voimalaan kuuluu reaktorin ja lämpökattilan lisäksi CHP-yksikkö, kaasun puhdistus- ja paineistusyksikkö, GBG- tankkausasema, hygienisointiyksikkö sekä ruuvipuristin rejektin separointiin. Tällöin rejekti voidaan levittää takasin osakkaiden pelloille kustannustehokkaasti neste ja kiintoaine erikseen lannoitteena.

Tällä tuotantomallilla biokaasun energiasisältö on noin 7,5 GWh, ja reaktorin laskennallinen teho 860 kW. Yhteensä tuotettua lämpöä ja sähköä saadaan noin 2,4 GWh. CHP:n käytetyllä jakosuhteella saadaan yhteismädättämön oman käytön lisäksi lämmön myyntipotentialiaa noin 1,2 GWh, sähkön myyntipotentialiaa noin 27 MWh sekä puhdistettua ja paineistettua biometaania noin 1,5 GWh. Tämä CBG (Compressed BioGas) -osuus antaa yhtiön osakkaille mahdollisuuden käyttää omaa biometaania esimerkiksi traktoreissa polttoaineena tai myydä tankkausasemalta GBC-energiaa noin 140 000 euron edestä vuodessa.

Biokaasulaskuri antoi tälle keskikokoisen yhteismädättämön laitosmallille noin 2 miljoonan euron hinnan, ja tällöin vuosikate olisi noin 280 000 euroa. Investoinnin takaisinmaksuaika on laskurin mukaan näillä lähtöarvoilla noin 7 vuotta käytetyllä 4 prosentin korkokannalla. Käsittelyjäännöksen lannoitusarvona laskelma osoittaa liukoisen typen lisääntymisen noin 22 000 eurolla vuodessa.

Yksityiskohtaisesti tämä case 4 on esitelty liitteissä sivuilla 30–33.



Kuva 5. Biokaasun tuotannossa tarvitaan paljon LVI-, sähkö- ja säätötekniikkaa. J.Tiainen. 2022

3. Yhteenvettoa ja pohdintaa

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty neljän esimerkkivoimalan laskennan tulokset.

Taulukko 1. Laskennan tulokset yhteenvetona muuttujien suhteen.

	Case 1 : 2: 2000 t	Case 2: 6500 t	Case 3: 10000 t	Case 4: 35000 t
Muuttuja				
syötemäärä, t	2000	6500	10000	35 000
energiaa tot , MWh	239	785	2827	7500
kaasuteho, kW	27	90	323	857
puhtaan biomet. energia MWh	0	38	138	1544
tuot. biometaani, t	0	2,8	10	111
liukoisen typen lis., kg	742	2 461	22 766	25 936
Investointikustannus, Eur	403000	870000	1122000	2000000
Investointikustannus tuki mukana , Eur	201000	433000	841 575	2000000
Takaisinmaksuaika, v	325	18	11	7
Investoinnit Meur /GWh	0,84	0,55	0,30	0,27
Investoinnit Meur / tuot. BM, GWh	NA	11,39	6,10	1,30
Takaisinmaksuaika, v	325	18	11	7
Syötemäärä, tuhatta t	2	6,5	10	35

Biokaasulaskurilla tehdyt laskemat ja niistä saadut tulokset herättävät monia kysymyksiä. Yksi kiinnostava kysymys biokaasuvoimalainvestoinneissa on se, missä kokoluokassa investointi kannattaa esimerkiksi maatilayrittäjälle. Entä mikä syötevolyyymi on riittävän suuri kannattavalle yhteismädättämineninvestoinnille?

Kyse on pitkälti biokaasun tuotantoteknologian hinnan skaalautumisesta kannattavaan kokoluokkaan. Suomen aktiivimaatilojen keskikokoluokka on tällä hetkellä noin 50 peltohehtaaria. Onko tähän kokoluokkaan tulossa laitemarkkinoilla soveltuvaa biokaasuteknologiaa?

Liiketaloudellisesti arvioiden Case 1:n kokoluokan biokaasulaitosta on varsin vaikea saada kannattavaksi. Suomessa on pari tämän kokoluokan maatilamädättämöä tehty onnistuneesti ja kannattavasti, mutta näissä tapauksissa on käytetty yrittäjien LVI- ja sähkötekniikan omaa osaamista ja työtä runsaasti hyväksi.

Karkeasti laskelmista arvioiden voidaan päätellä, että maatilan pelkällä oman lämmön tuotannolla toimivan biokaasuvoimalan kannattavuuden rajoilla ollaan, kun syötemäärä on noin 120–140 naudan lanta ja mielellään lietelantana, koska tällöin märkäprosessiin ei tarvitse pumpata lisää vettä. Lisäsyötteenä on investoivan tilan omat ylijäämä nurmi- ja säilörehut.

Taulukon 1 mukaan kannattava kokoluokka jopa CHP-mahdollisuuden sisältävälle biokaasuvoimalalle on noin 250 naudan tarjoama syötemäärä, jolloin päästään noin 20 vuoden investoinnin takaisinmaksu-aikaan. Tällöin sähkön ja lämmön tuotantoa voidaan säätää oman tarpeen ja energian markkinahintojen mukaan. Muun muassa sähkön hintavaihtelut ovat suuria nykyään jopa saman vuorokauden sisällä. Oma tankkausasema mahdollistaa esimerkiksi päivittäisessä käytössä olevan konekaluston, kuten apevaunua pyörittävän traktorin, käyttävän paineistettua omaa biokaasua energiana. Lisää kannattavuutta tuo CBG:n myynti asiakkaille.

Kuten Luonnonvarakeskus biokaasulaskurin ohjeessa korostaa, niin näissäkin simulaatiossa laskelmien tulokset ovat karkeasti suuntaa antavia. Muun muassa laitevalmistajat ovat antaneet Case 2 investoinnin vaihteluväliksi 0,8 – 1,2 miljoonaa euroa.

Yhteismädättämöesimerkeissä ensin tapaus numero kolmessa noin 10 perunantuottajaa investoivat yhdessä noin 10 000 syötetonnin biokaasulaitokseen, jonka rejektin he käyttävät hyvälaatuisena lannoitteena pelloillaan. Lisäksi on haettu 25 %:n kestävä kehityksen energiatukea yhteishankkeelle. Kaksinkertaistamalla laitostyyppi on saatu investoinnin kustannus putoamaan 11 miljoonasta eurosta 6 miljoonaan eron tuotettua biometaanigigawattituntia kohti ja takaismaksuaika lyhentymään kolmasosalla verrattuna maatilamädättämötapaan numero 2.

Jos mietitään tehokasta paineistetun biokaasun myymistä isommalla volyymillä niin Case 4 eli 35 000 syötetonnin kokoluokka tarjoaa jo hyvän taloudellisen pohjan. Verrattuna Case kolmoseen kolminkertaistamalla laitostyyppi päästään tuotettua biometaanin investointikustannuksessa kuudesosaan miljoonana erona per tuotettu BG – gigawattitunti. Case 4 päättyy tasoon noin 1,3 miljoonaa euroa tuotettua CBG-gigawattituntia kohti.

DigibiogasHubs-hankkeen yksi tavoite on tarkastella, millä laitoskoolla ja teknologilla on kannattavaa valmistaa helposti muun muassa rekoilla liikuteltavaa nestemäistä biokaasua (LBG). Muun muassa Oulun ammattikorkeakoulun hankkeen tulosten mukaan lisäinvestoinnit nesteytyslaitteistoon ja LBG:n varastointiin olisivat noin 1,7-3,7 miljoonaa euroa (CBG:n ja LBG:n hybriditankkausasemat 2 kappaletta mukana jälkimmäisessä arviossa) OULUN AMK 2020. Hankkeessa todetaan, että kannattavan LBG:n jalostuksen raja on noin 20 GWh, joten tässä tarkastellun suurimman case neljän 7,5 GWh:n energiatuotto ei ole riittävä nestemäisen biokaasun tuotannolle.

Lähteet

Luonnonvarakeskus, 2023. Biokaasulaskurin käyttöohje 21.12.2023

Oulun AMK, 2020. Biokaasu maatiloilta putkilogistiikalla laitokseen ja liikenneasemalle. Macon.

[https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/KASVU/Osaraportti 5 Biokaasun jalostus ja kytt1.pdf](https://vanha.oamk.fi/images/Hankkeet/KASVU/Osaraportti_5_Biokaasun_jalostus_ja_kytt1.pdf)

Spoof-Tuomi, K. 2024. LBG:n tuotannon ja käytön sekä biokaasun tuotannon sivuvirtojen hyötykäytön teknis-taloudellinen analyysi - Pohjanmaan maakunta.

[https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/LBGn-tuotannon-ja-kayton-seka-biokaasun-tuotannon-sivuvirtojen-hyotykayton-teknis-taloudellinen-analyysi Pohjanmaa.pdf](https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2025/01/LBGn-tuotannon-ja-kayton-seka-biokaasun-tuotannon-sivuvirtojen-hyotykayton-teknis-taloudellinen-analyysi_Pohjanmaa.pdf)

Suomen Biokierto Ja Biokaasu. 2024. Biokaasulaitokset Suomessa.

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1ZHpWSB6Av2QQIZSGySCriDCW7piuXnBM&femb=1&ll=63.22339970257594%2C25.0194409999999993&z=5>

Liitteet

Yhteenvedo biokaasulaitossuunnitelmasta – 2000 tonnin case sivu 1

	Energia
Naudan lietelanta 2 000 t/a	Biokaasun energiasisältö 239 266 kWh
Yhteismäärä 2 000 t/a	Kaasuteho 27 kW
Kuiva-aineen määrä 180 t/a	Tuotetun biokaasun/raakakaasun tilavuus 36 810 m ³
Kuiva-ainepitoisuus 9,00 %	Sähköteho (CHP) 8 kW (sähkö)
Laimennusveden määrä 0 m ³ /a	Lämpöteho (CHP) 17 kW (lämpö)
	Lämpöteho (lämpökattila) 0 kW (lämpö)
Tekniikka	Lämmön tuotanto
Reaktori	Tuotettu määrä 148 345 kWh
Orgaaninen kuormitus 2,06 kg VS / (m ³ d)	Laitoksen kulutus 69 220 kWh
Reaktorin viipymä 35 d	Oman yrityksen kulutus 20 000 kWh
Reaktorin nestetilavuus 192 m ³	Myyntipotentiaali 59 125 kWh
	Sähkön tuotanto
Separoitu nestejäte 1 589 m ³	Tuotettu määrä 74 173 kWh
Separoitu kuivajäte 441 m ³	Laitoksen kulutus 36 873 kWh
	Oman yrityksen kulutus 50 000 kWh
	Myyntipotentiaali -12 700 kWh

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 2000 tonnin case sivu 2

Ravinteet

Nestejae 1 762 t
Kuiva-aine 4,29 %
Kokonaistyyppi (N) 4,60 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 3,23 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 0,73 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 4,55 kg / t (tuorepaino)

Kuivajae 196 t
Kuiva-aine 31,63 %
Kokonaistyyppi (N) 9,71 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 4,34 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 2,67 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 5,06 kg / t (tuorepaino)
Liukoisen typen lisääntyminen
biokaasuprosessissa 742 kg

Tuotot

Energia

Korvaushyöty sähkön omasta käytöstä 5 968 €/a
Korvaushyöty lämmön omasta käytöstä 1 600 €/a

Sähköenergian myynti 0 €/a

Lämpöenergian myynti 0 €/a

Liikennepolttoaineen myynti jakelijan kautta 0 €/a

Siirto ja myynti kaasuna 0 €/a

Porttimaksulliset syötteen

Porttimaksullinen syöte 0 €/a

Käsittelyjäännöksen lannoitusarvo

Liukoisen typen lisääntyminen 631 €/a

Tuotot yhteensä 8 199 €/a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 2000 tonnin case sivu 3

Kustannukset

Ylläpito-, huolto- ja korjauskustannukset

CHP 964 €/a

Laitoksen muu tekniikka ja rakenteet ml. kaasukattila 2 000 €/a

Päivittäinen työ (tarkastus + pienet korjaukset) 2 064 €/a

Vakuutukset ja muut kulut

Vakuutus 2 550 €/a

Kustannukset yhteensä 7 578 €/a

Investoinnit

Investointihinta ilman tukea (alv 0 %)

Biokaasulaitos (sis. lämpökattilan) 402 900 €

Investointi ilman tukea yhteensä 402 900 €

Investointikustannus tuen jälkeen (alv 0 %)

Tuki 50 %

Tuen määrä 201 450 €

Investointikustannus tuen jälkeen 201 450 €

Kannattavuus

Annuiteettimenetelmä

Laskentakorkokanta 4 %

Investoinnin annuiteetti tuki huomioiden -17 055 €

Kate 621 €

Tulos -16 434 €

Takaisinmaksuaika tuki huomioiden 324,55 a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 6500 tonnin case sivu 1

Syötteet

Naudan liettelanta 6 300 t/a
Säilörehu (nurmiheinät) 40 t/a
Syötteet yhteensä
Yhteismäärä 6 340 t/a

Kuiva-aineen määrä 579 t/a
Kuiva-ainepitoisuus 9,13 %
Laimennusveden määrä 0 m³/a

Tekniikka

Reaktori
Orgaaninen kuormitus 2,09 kg VS / (m³ d)
Reaktorin viipymä 35 d
Reaktorin nestetilavuus 608 m³

Varastointitilan tarve

Separoitu nestejäte 5 032 m³
Separoitu kuivajäte 1 398 m³

Energia

Biokaasun energiasisältö 784 507 kWh
Kaasuteho 90 kW
Tuotetun biokaasun/raakakaasun tilavuus 121 571 m³
Sähköteho (CHP) 26 kW (sähkö)
Lämpöteho (CHP) 52 kW (lämpö)
Lämpöteho (lämpökattila) 1 kW (lämpö)

Lämmön tuotanto

Tuotettu määrä 463 879 kWh
Laitoksen kulutus 207 332 kWh
Oman yrityksen kulutus 40 000 kWh
Myyntipotentiaali 216 547 kWh

Sähkön tuotanto

Tuotettu määrä 228 605 kWh
Laitoksen kulutus 62 217 kWh
Oman yrityksen kulutus 140 000 kWh
Myyntipotentiaali 26 388 kWh

Biometaani

Puhdistetun kaasun energiasisältö 38 441 kWh
Tuotettu määrä kiloina 2 766 kg

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 6500 tonnin case sivu 2

Ravinteet

Nestejae 5 579 t

Kuiva-aine 4,32 %

Kokonaistyyppi (N) 4,62 kg / t (tuorepaino)

Liukoinen typpi 3,23 kg / t (tuorepaino)

Fosfori (P) 0,73 kg / t (tuorepaino)

Kalium (K) 4,58 kg / t (tuorepaino)

Kuivajae 620 t

Kuiva-aine 31,81 %

Kokonaistyyppi (N) 9,75 kg / t (tuorepaino)

Liukoinen typpi 4,35 kg / t (tuorepaino)

Fosfori (P) 2,67 kg / t (tuorepaino)

Kalium (K) 5,09 kg / t (tuorepaino)

Liukoisen typen lisääntyminen biokaasuprosessissa 2 461 kg

Tuotot

Energia

Korvaushyöty sähkön omasta käytöstä 22 400 €/a

Korvaushyöty lämmön omasta käytöstä 2 800 €/a

Sähköenergian myynti 1 319 €/a

Lämpöenergian myynti 8 662 €/a

Liikennepolttoaineen myynti omalta tankkausasemalta 3 402 €/a

Siirto ja myynti kaasuna 0 €/a

Porttimaksulliset syötteen

Porttimaksullinen syöte 0 €/a

Käsittelyjäännöksen lannoitusarvo

Liukoisen typen lisääntyminen 2 092 €/a

Tuotot yhteensä 40 675 €/a

Yhteenvedo biokaasulaitossuunnitelmasta – 6500 tonnin case sivu 3

Kustannukset	Investoinnit
Ylläpito-, huolto- ja korjauskustannukset	Investointihinta ilman tukea (alv 0 %)
CHP 2 972 €/a	Biokaasulaitos (sis. lämpökattilan) 866 500 €
Laitoksen muu tekniikka ja rakenteet ml. kaasukattila 4 271 €/a	Kaasun puhdistus ja paineistus 135 000 €
Päivittäinen työ (tarkastus + pienet korjaukset) 4 828 €/a	Tankkausasema 14 000 €
Hallinnollinen työ 2 000 €/a	Investointi ilman tukea yhteensä 866 500 €
Vakuutukset ja muut kulut	Investointikustannus tuen jälkeen (alv 0 %)
Vakuutus 2 900 €/a	Tuki 50 %
Kustannukset yhteensä 16 971 €/a	Tuen määrä 433 250 €
	Investointikustannus tuen jälkeen 433 250 €
	Kannattavuus
	Laskentakorkokanta 4 %
	Investoinnin annuiteetti tuki huomioiden -36 838 €
	Kate 23 704 €
	Tulos -13 134 €
	Takaisinmaksuajan menetelmä
	Takaisinmaksuaika tuki huomioiden 18,28 a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 10 000 tonnin case sivu 1

Syötteet

Vihannesjäte 3 000 t/a

Säilörehu (nurmiheinät) 500 t/a

Oma syöte (käy muokkaamassa ominaisuudet) 6 500 t/a

Yhteismäärä 10 000 t/a

Kuiva-aineen määrä 1 285 t/a

Kuiva-ainepitoisuus 12,85 %

Laimennusveden määrä 0 m³/a

Tekniikka

Reaktori

Orgaaninen kuormitus 3,26 kg VS / (m³ d)

Reaktorin viipymä 35 d

Reaktorin nestetilavuus 959 m³

Varastointitilan tarve

Separoitu nestejäte 7 546 m³

Separoitu kuivajäte 2 096 m³

Energia

Biokaasun energiasisältö 2 827 229 kWh

Kaasuteho 323 kW

Tuotetun biokaasun/raakakaasun tilavuus 514 042 m³

Sähköteho (CHP) 66 kW (sähkö)

Lämpöteho (CHP) 132 kW (lämpö)

Lämpöteho (lämpökattila) 77 kW (lämpö)

Lämmön tuotanto

Tuotettu määrä 1 829 783 kWh

Laitoksen kulutus 372 900 kWh

Oman yrityksen kulutus 250 000 kWh

Myyntipotentiaali 1 206 883 kWh

Sähkön tuotanto

Tuotettu määrä 578 451 kWh

Laitoksen kulutus 101 746 kWh

Oman yrityksen kulutus 500 000 kWh

Myyntipotentiaali -23 295 kWh

Biometaani

Puhdistetun kaasun energiasisältö 138 534 kWh

Tuotettu määrä kiloina 9 966 kg

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 10 000 tonnin case sivu 2

Ravinteet

Nestejae 8 409 t
Kuiva-aine 4,11 %
Kokonaistyyppi (N) 6,72 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 2,76 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 0,68 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 6,92 kg / t (tuorepaino)

Kuivajae 934 t
Kuiva-aine 30,27 %
Kokonaistyyppi (N) 14,19 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 3,71 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 2,51 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 7,70 kg / t (tuorepaino)

Liukoisen typen lisääntyminen biokaasuprosessissa 22 766 kg

Tuotot

Energia
Korvaushyöty sähkön omasta käytöstä 71 506 €/a
Korvaushyöty lämmön omasta käytöstä 17 500 €/a

Sähköenergian myynti 0 €/a
Lämpöenergian myynti 0 €/a

Liikennepolttoaineen myynti omalta tankkausasemalta 12 259 €/a
Liukoisen typen lisääntyminen 19 351 €/a
Tuotot yhteensä 120 615 €/a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 10 000 tonnin case sivu 3

Tuotot

Energia

Korvaushyöty sähkön omasta käytöstä 71 506 €/a

Korvaushyöty lämmön omasta käytöstä 17 500 €/a

Sähköenergian myynti 0 €/a

Lämpöenergian myynti 0 €/a

Liikennepolttoaineen myynti omalta tankkausasemalta 12 259 €/a

Käsittelyjäännöksen lannoitusarvo

Liukoisen typen lisääntyminen 19 351 €/a

Tuotot yhteensä 120 615 €/a

Kustannukset

Ylläpito-, huolto- ja korjauskustannukset

CHP 8 677 €/a

Liikennekaasun jalostus 6 539 €/a

Tankkausasema 1 200 €/a

Laitoksen muu tekniikka ja rakenteet ml. kaasukattila 6 217 €/a

Hygienisointiyksikkö 772 €/a

Päivittäinen työ (tarkastus + pienet korjaukset) 13 751 €/a

Hallinnollinen työ 2 000 €/a

Vakuutukset ja muut kulut

Vakuutus 5 611 €/a

Muu kustannus 0 €/a

Kustannukset yhteensä 44 766 €/a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 10 000 tonnin case sivu 4

Investoinnit

Investointihinta ilman tukea (alv 0 %)
Biokaasulaitos (sis. lämpökattilan) 1 122 100 €
CHP-yksikkö 0 €
Kaasun puhdistus ja paineistus 135 000 €
Tankkausasema 14 000 €

Investointi ilman tukea yhteensä 1 122 100 €

Investointikustannus tuen jälkeen (alv 0 %)
Tuki 25 %
Tuen määrä 280 525 €

Investointikustannus tuen jälkeen 841 575 €

Kannattavuus

Annuiteettimenetelmä
Laskentakorkokanta 4 %
Investoinnin annuiteetti tuki huomioiden -73 538 €
Kate 75 849 €
Tulos 2 312 €

Takaisinmaksuajan menetelmä
Takaisinmaksuaika tuki huomioiden 11,10 a

- Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 35 000 syötetonnin yhteismädättämö sivu 1

Syötteet

- Naudan lietalanta 25 000 t/a
- Sian lietalanta 5 000 t/a
- Säilörehu (nurmiheinät) 5 000 t/a

Syötteet yhteensä

- Yhteismäärä 35 000 t/a
- Kuiva-aineen määrä 4 160 t/a
- Kuiva-ainepitoisuus 11,89 %
- Laimennusveden määrä 0 m³/a

Tekniikka

Reaktori

- Orgaaninen kuormitus 2,85 kg VS / (m³ d)
- Reaktorin viipymä 35 d
- Reaktorin nestetilavuus 3 356 m³

Varastointitilan tarve

- Separoitu nestejäte 27 096 m³
- Separoitu kuivajäte 7 527 m³

Energia

Yleistiedot

- Biokaasun energiasisältö 7 504 584 kWh
- Kaasuteho 857 kW
- Tuotetun biokaasun/raakakaasun tilavuus 1 260 060 m³
- Sähköteho (CHP) 42 kW (sähkö)
- Lämpöteho (CHP) 85 kW (lämpö)
- Lämpöteho (lämpökattila) 131 kW (lämpö)

Lämmön tuotanto

- Tuotettu määrä 1 892 656 kWh
- Laitoksen kulutus 1 105 679 kWh
- Oman yrityksen kulutus 0 kWh
- Myyntipotentiali 786 977 kWh

Sähkön tuotanto

- Tuotettu määrä 372 227 kWh
- Laitoksen kulutus 345 270 kWh
- Oman yrityksen kulutus 0 kWh
- Myyntipotentiali 26 957 kWh

-
- Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 35 000 syötetonnin yhteismädättäjä sivu 2

Biokaasun käyttö/myynti raakakaasuna
Raakakaasun energiasisältö 3 377 063 kWh

Biometaani
Puhdistetun kaasun energiasisältö 1 544 443 kWh
Tuotettu määrä kiloina 111 111 kg

Ravinteet
Nestejae 30 116 t
Kuiva-aine 4,79 %
Kokonaistyyppi (N) 5,02 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 3,31 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 0,75 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 4,82 kg / t (tuorepaino)
Kuivajae 3 346 t
Kuiva-aine 35,26 %
Kokonaistyyppi (N) 10,59 kg / t (tuorepaino)
Liukoinen typpi 4,45 kg / t (tuorepaino)
Fosfori (P) 2,77 kg / t (tuorepaino)
Kalium (K) 5,36 kg / t (tuorepaino)

Liukoisen typen lisääntyminen biokaasuprosessissa 25 936 kg

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 35 000 syötetonnin yhteismädättämö sivu 3

Tuotot	Kustannukset
Energia	Syötteet ja käsittelyjäännös
Korvaushyöty sähkön omasta käytöstä 0 €/a	Rehun tuotanto ja varastointi 0 €/a
Korvaushyöty lämmön omasta käytöstä 0 €/a	Rehun murskaus ja lastaus 0 €/a
Sähköenergian myynti 1 348 €/a	Kuivajakeen separointi syötteenä ja käsittely 0 €/a
Lämpöenergian myynti 0 €/a	Kiinteän raaka-aineen jatkokäsittely, esim. murskaus ja lastaus 0 €/a
Liikennepolttoaineen myynti omalta tankkausasemalta 136 667 €/a	Lietemäisen raaka-aineen jatkokäsittely 0 €/a
Siirto ja myynti kaasuna 168 853 €/a	Raaka-aineen kuljetus 0 €/a
Porttimaksulliset syötteet	Käsittelyjäännöksen rahti ja levitys 0 €/a
Porttimaksullinen syöte 0 €/a	Ostohyödykkeet
Käsittelyjäännöksen lannoitusarvo	Ostosähkö 0 €/a
Liukoisen typen lisääntyminen 22 046 €/a	Kemikaali- ja käyttövesikustannukset 0 €/a
	Ylläpito-, huolto- ja korjauskustannukset
	CHP 4 839 €/a
	Liikennekaasun jalostus 8 058 €/a
	Tankkausasema 1 296 €/a
	Laitoksen muu tekniikka ja rakenteet ml. kaasukattila 14 132 €/a
	Hygienisointiyksikkö 3 966 €/a
	Konetyö 0 €/a
	Päivittäinen työ (tarkastus + pienet korjaukset) 4 709 €/a
	Hallinnollinen työ 2 000 €/a
	Vakuutukset ja muut kulut
	Vakuutus 10 186 €/a
	Muu kustannus 0 €/a
Tuotot yhteensä 328 913 €/a	Kustannukset yhteensä 49 186 €/a

Yhteenveto biokaasulaitossuunnitelmasta – 35 000 syötetonnin yhteismädättäjä sivu 4

Investoinnit

- Investointihinta ilman tukea (alv 0 %)
- Biokaasulaitos (sis. lämpökattilan) 2 037 200 €
- CHP-yksikkö 0 €
- Kaasun puhdistus ja paineistus 249 500 €
- Tankkausasema 158 900 €
- Käsittelyjäännöksen separointi ruuvipuristimella 0 €
- Separoidun kuivajakeen varastointi 0 €
- Investointi ilman tukea yhteensä 2 037 200 €
- Investointikustannus tuen jälkeen (alv 0 %)
- Tuki 0 %
- Tuen määrä 0 €

Investointikustannus tuen jälkeen 2 037 200 €

Kannattavuus

Annuiteettimenetelmä

Laskentakorkokanta 4 %

Investoinnin annuiteetti tuki huomioiden -186 695 €

Kate 279 728 €

Tulos 93 033 €

Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuaika tuki huomioiden 7,28 a