

Naturpolis biokaasuselvitys, Case 11, Kuubion alueen yhteiskäyttölaitos



Kuvalähde: Kuusamon kaupunki

macon

**Joni Saviniemi,
Mikko Ahokas,
Sanna Taskila**

Biokaasuselvitys Case 11 Kuubion alueen yhteiskäyttölaitos

Lähtötiedot haastattelusta sekä toimittajan datasta

Selvityksen lähtötiedot ja tavoitteet

Biokaasuselvityksessä käydään läpi laitoshankinnan kannattavuutta arvioimalla sopivan kokoluokan tuotantolaitos tai tässä tapauksessa useamman laitoksen kokonaisuus, jotta kapasiteetti saadaan paremmin käyttöön. Mahdollisuuksia ja potentiaalia päästökompensaatioiden osalta arvioidaan arvioinneissa sekä verrataan tilannetta nykyisellä sähköhinnalla sekä tilanteessa, jossa kokonaishinta sisältäen siirto- ja ostohinnan nousee muutamalla sentillä takaisinmaksuajan aikana. Selvitys toteutetaan haastatteluista kerättyjä tietoja käyttäen sekä vertailtavina laitosvaihtoehtoina toimivat Bioelectricin tarjoamien laitoskokonaisuuksien hyödyntäminen, joiden numeeriset arvot on määritetty toimittajan asiakaskokemuksen ja käyttödatan mukaan.

Toimittajan tarjoamaan hintaan sisältyy kuljetus, asennus, projektointi ja

ensimmäisen vuoden ylläpito. Pääomakustannuksien arvioinnin jälkeen

huomioidaan kustannukset luvituksien, lisärakenteiden rakentamiselle. Laskennassa oletetaan, että tuotettu sähkö käytetään maatilojen omaan käyttöön ja ylimääräinen tuotanto myydään verkkoon. Suuremman kapasiteetin laitoksessa tietenkin sähkölle asetettava kokonaishinta tekee huomattavasti merkittävämpiä muutoksia arvoihin ja esimerkiksi biokaasun käyttö kuljetuskustannuksien leikkaamiseksi voi mahdollistaa valtavia säästöjä kustannuksissa.

Sähkön kulutuksen kustannukset arvioidaan käyttämällä vuosittaista dataa sähkön myyntihinnoista sekä siirtomaksuista, verot voivat olla myös ylimääräinen säästökohde, mutta veroja ei huomioida laskelmissa, sillä kyseessä oletetaan olevan arvonlisäveroton tilanne. Investointituet huomioidaan kannattavuuslaskennan alussa, jonka jälkeen katsotaan myös muita muuttuvia kustannuksia sekä erilaisia kompensatiomahdollisuuksia, kuten vihreän maidon tuotannon kompensatiotukea, sähkön myyntituloja, lämmityksestä saatavia säästöjä, ylläpitokustannuksia sekä näiden perusteella arvioitua kannattavuuslaskentaa sekä huomionaiheita, joilla tulee tai voi olla vaikutusta takaisinmaksuaikaan. Mikäli tiedossa on tarkempia lukemia, kuten sähkönkulutus skaalataan laskemia näihin tietoihin ja vertaillaan tuotannon kannattavuutta myös logistisiin kustannuksiin sekä dieselillä että biokaasun käytöllä.

Avainsanat: Biokaasu, kannattavuuslaskelma, hiilikompensaatio, vihreän maidon tuotantolisä, sähkön pientuotanto

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	4
Maatilojen haastatteluista kerätyn datan kooste	5
Kustannuslaskelmat.....	6
1. Laskennassa käytettävät luvut ja huomioitavat aiheet.....	6
1.1. Sähkön hintataso.....	6
1.2. Huomioita taloudelliselta näkökannalta	8
1.3. Logistiset kustannukset yhteiskäyttölaitoksessa.....	9
1.4. Alustavan skenaarion laskelma.....	11
1.5. Laitoskokoluokan valinta ja käyttötiedot.....	12
1.6. Laitoksen hankintakustannukset.....	13
2. Alustava kannattavuuslaskelma.....	14
3. Muuttuvat kustannustekijät.....	15
4. Hiilisiidonta, vähennyspotentiaalit ja lisäkompensaatiot.....	17
5. Yhteenveto.....	19

Maatilojen haastatteluista kerätyn datan kooste

Maatiloilta saadut lähtötiedot esitetään taulukossa 1. Haastattelusta olennaisimpina aloitustietoina on huomioitava tilan kokoluokka, sen mahdolliset muutokset sekä kiinnostus sähkön ja kaasun omakäyttöön. Eläinten määrä on yhteensä 783 kpl ja toiminnan laajentumisesta ei ole toistaiseksi tietoa suurimmalla osalla maatiloista, joten arvioidaan kokoluokan pysyvän kutakuinkin samana. Huomioitaessa nuoria eläimien vaikutusta, arvioidaan karkeasti näistä saatavan biomassan määräksi n. 1/3 täysikasvuisen lypsykarjan määrästä, jolloin voidaan lukuja vertailla soveltuvalle laitoskoolle.

Taulukko 1 Maatilan haastattelun tiedot

Maatilojen määrä	7 kpl
Peltoa	672 ha
Keskimääräinen satotaso	7675
Lypsykarja	445 kpl
Nuoret eläimet	337 kpl
Verrattava lypsykarjan määrä	557
Lietelanta	21200 m ³ /a
Varastokapasiteetti	20870 m ³
Ylimääräinen varasto m ³	1400 m ³
Kuivalanta	870 m ³ /a
Hukkapaalit	70 kpl
Kiinnostus:Rejeki	4 kpl 6 kpl
Arvioitu maatilojen yhteinen sähkönkulutus	647,5 MWh/a

Kustannuslaskelmat

1. Laskennassa käytettävät luvut ja huomioitavat aiheet

1.1.Sähkön hintataso

Sähkön hintatasoa arvioidessa käytetään datana Nord Poolin tarjoamia vuosittaisia keskiarvoja sekä sähkön keskimääräisiä siirtohintoja tilastokeskukselta. Näiden kokonaissumman voidaan olettaa nousevan tulevinakin vuosina, kuten tähänkin saakka, vaikka itse sähkön myyntihinta laskisikin hintapiikkejä huomioimatta. Biokaasutuotanto tilan omista biomassoista mahdollistaa kohtalaisen tasaisen tuotannon ympärivuoden, joten ajallinen hintavaihtelu jätetään vähemmälle huomiolle.

Huomioitavaa on erityisesti hintapiikkien aikoina saavutettavat suuretkin säästöt, sekä sähkönsiirtohintojen osalta saatavat tasaiset ja ympärivuotiset säästöt. Erityisesti talven aikana tapahtuvat hintapiikit voivat tuottaa korkeita muuttuvia kustannuksia omatuotannon mahdollistaessa tasaiset kustannukset.

Nord poolin mukainen keskihinta on vaihdellut viime vuosina maailman energiamarkkinoiden tilan vuoksi huomattavasti, mutta tasaantunut jo huomattavasti vuoden 2023 aikana ja jälkeen. Vuoden 2022 keskihinnan ollessa poikkeavasti yli kaksinkertainen muihin vuosiin jätetään tämä pois laskelmista sen todennäköisesti kuvatessa huonosti tulevaa hintatasoa, **huomioimalla keskiarvossa myös 2022, nousisi keskihinta 33 % näyttäen arvioinnin kannattavuutta mahdollisesti liian positiivisessa valossa.**

Näiden tietojen pohjalta laskennassa hyödynnettäväksi keskihinnaksi saadaan 92 €/MWh eli 9,2 snt/kWh¹. Tätä tukee myös tilastokeskuksen keskimääräisen keskihinnan data, joka sisältää myös kiinteän sopimuksen asiakkaat. Esimerkiksi vuonna 2023 sähkön hinta sisältäen siirtohinnoitukset on ollut noin 15 snt/kWh, joten nykyiset kustannukset voidaan arvioida olevan korkeammat ².

Huomioidaan mukaan laskelmiin sähkönsiirtomaksujen osalta saatavat säästöt. Energiaviraston mukaan siirtohinnoitukset ovat n. 7,5 snt/kWh. Ostohinta on näin ollen n. 17 snt/kWh ja todellisuudessa kokonaishinta tulee erittäin todennäköisesti nousemaan tasaisesti, kuten tähänkin saakka ja on näin ollen luultavasti myös korkeampi. Kaupungin teollisuusalueelle sijoitetun tuotantolaitoksen kohdalla oletuksena toimii, että tuotantolaitos toimii energialaitoksena teollisuusalueella ja sen kaikki energiantuotanto ohjataan alueen omien sähkön- ja lämmöntarpeiden käyttöön. Teollisuudesta osan painottuessa myös päivän aikaiseen toimintaan, kulutetun sähkönhinnan voidaan olettaa myös korkeampi, tässä skenaariossa arviointi siitä tapahtuu ajatellen tasaista ympärivuotista kulutusta.

¹ Annual Electricity Prices. Nord Pool. Viitattu 19.08.2024. Saatavilla:

<https://data.nordpoolgroup.com/auction/day-ahead/prices?deliveryDate=latest¤cy=EUR&aggregation=Yearly&deliveryAreas=AT>

² Sähkön keskimääräinen kuluttajahinta nousi uuteen ennätykseen vuoden 2022 viimeisellä neljänneksellä. Tilastokeskus. Viitattu: 26.08.2024. Saatavilla:

<https://stat.fi/julkaisu/cl8la15p5lsmd0cw1981ta2nc>

1.2. Huomioita taloudelliselta näkökannalta

Teollisuusalueen operoinnin kannalta merkittävänä tekijänä toimii erityisesti halpa energiantuotanto, jota voidaan hyödyntää monipuolisesti teollisuusalueella.

Teollisten laitosten toiminta on myös paremmin turvattu hintapiikkien aikana, sillä kulurakenne on helpommin hallittavissa ja ennustettavissa eikä tuotantolaitoksien kannattavuus ole riippuvainen sähköhinnasta, jonka muutosten seurauksena joillakin teollisuusalueista tuotantolaitoksia on viime vuosinakin pidetty ylläpitotilassa tuotannon kannattavuuden laskiessa negatiiviseksi. Mikäli vuoden 2022 tapaisia pitkäaikaisia energiahintojen kohoamisia tapahtuu tulevaisuudessa, säästetyt kustannukset voivat olla suuria jopa tunnittaisina hintoina.

Energiankäytölle on tarvetta ympärivuotisesti, joten energiatalouden omavaraisuusaste auttaa välttämään yllättävästi vaihtelevien kustannuksien haittavaikutuksia. Maatilojen hyödynnettäväksi jää myös ravinnerikasta mädätejäännöstä palautettavaksi lannoitekäyttöön auttaen paikallisia maatiloja välttämään lannoitekustannuksia sekä niiden muutoksista seuraavia lisäkustannuksia. **Lannoitemarkkinat ovat kasvava markkina-alue, joten kysynnän ja hintojen voidaan olettaa nousevan lähivuosina.**

1.3. Logistiset kustannukset

yhteiskäyttölaitoksessa

Logististen kustannuksien arviointi useiden laitoksien kokonaisuudessa ja pitkillä kuljetusmatkoilla ovat merkittävä tekijä. Lietettä ajetaan oletuksena biokaasulaitoksella, jonka jälkeen auto pestään ja lastataan mädätejäännöksellä, joka käytetään maatiloilla lannoitteeksi, joten laskentaan huomioidaan meno- ja paluumatkojen kustannukset. Lietteen määrä on arviot perustuvat maatilojen aikaisempiin laskelmiin. **Käyttämällä säiliöauton kokona 31 m³** saadaan arvioitu kuljetuksien määrä laskettua. Arvioimalla kuljetuksien hinnaksi 6 €/km saadaan esimerkkilaskelma tehtyä (taulukko 2).

Taulukko 2 Esimerkkilaskelma kuljetuskustannuksista hinnalla 6 €/km

Maatila	Etäisyys Kuubion teollisuusalueelta (km)	€/kuorma	Biomassan määrä m ³ /v	Kuormien määrä (kpl/v)	Kuljetuksien kokonaishinta
1	37	444 €	XX	74	32 856 €
2	35	420 €	XX	XX	19 329 €
3	37	444 €	XX	73	32 412 €
4	32	384 €	XX	XX	63 360 €
5	22	264 €	XX	71	18 744 €
6	38	456 €	XX	XX	15 960 €
7	48	576 €	XX	84	48 384 €
Yhteensä:			16970 m ³ /v	548	231 045 €

Vertailemalla dieselin verotonta hankintahintaa (0,45 €/l; 4,46 €/kWh) biokaasun energiasisältöön ja tuotantohintaan voidaan biokaasunkäytön vaihtoehtoa ja sen kustannustehokkuutta vertailla keskenään. Biokaasun omatuotannon hinta on n. 0,13 €/kWh, perustuen sen sähkötuotantoon käytöstä saatavaan myyntivoittoon.

Raskaan liikenteen yhdistelmäajoneuvojen kuljetuskustannuksista noin 16 % tulevat

polttoainekustannuksista³, joten tässä tapauksessa tämä tarkoittaa 37 600 €/v.

Dieseliin verrattuna biokaasun kustannus per kWh on n. 3 % polttoainekuluista, joten polttoainekustannuksia (eli hävittyä sähköntuotantoa) kertyy n. 1 100 € eli vaihtoehtona tämä olisi 36 500 €/v halvempi. Lisäoptiona voidaan siis nähdä biokaasun jatkojalostuksen ja polttoainekäytön mahdollisuuksia.

Toisena vaihtoehtona voidaan pitää urakoitsijan kilpailuttamista, jossa käyttäen esimerkiksi hintaa 9 €/t saadaan kokonaisuudessaan kuljetuskustannukset laskettua suoraan (taulukko 3). Tämän kokonaishinta olisi vain 137 500 €. **Lisäpotentiaalina tuotantolaitoksella on mahdollisuus jatkojalostaa biokaasua myös polttoainekäyttöön, myydä tätä urakoitsijoille tai käyttää esimerkiksi paikallisliikenteen tarpeisiin.**

Taulukko 3 Urakoitsijan kokonaishinta, hinnalla 9 €/t

Maatila	Urakoitsijan kokonaishinta
1	18630
2	11664
3	18225
4	41310
5	17820
6	8748
7	21060
Yhteensä	137 457 €

³ Hartikka, Elina. Sojola, Janette. Polttoaineen hinnan nousun vaikutukset kuljetusyrityksiin. Opinnäytetyö. Kaakkois-suomen ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.08.2024. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/807051/Hartikka_Sojola.pdf?sequence=2


1.4. Alustavan skenaarion laskelma

Lähtökohtaisesti laskennassa käytetään taulukon 4. mukaisia oletuksia.

Sertifikaatit vihreälle sähkölle, uusiutuvalle energialle ja hiilikompensaatio jätetään vielä huomioimatta. Sähkönhintaa määrätty aiemman luvun mukaisesti.

Ensimmäisissä laskennoissa on huomioitava, että hintatasot ovat konservatiivisesti, joka tarkoittaa heikompaa kannattavuutta. **Ensimmäisen takaisinmaksuajan laskelma siis arvioi lähtötilanteen, jossa pörssisähkön ja siirtomaksujen summa pysyy nykyisellään eikä tukia tai kompensatioita ole. Investointitueksi arvioidaan 30 % valtion ja/tai EU:n vihreän siirtymän investointitukia.**

Taulukko 4 Laskennan oletustietoja

Suomi	Finland		
Laskennassa käytettävät oletukset			
Vihreän sähkön sertifikaatti (€/kWh)	0,00		
Uusiutuva lämpöenergia (€/kWh)	0,00		
Investointituki	30 %		
Hiilikompensaatio (€/t)	0		
Hiilen kompensointi etukäteen (vuodet)	-		
% CC maksetaan etukäteen	0 %		
Sähkön hinta (sisältäen siirtohinnan)	0,17 € /kWh		
Sähkön myyntihinta	0,15 € /kWh		

1.5. Laitoskokoluokan valinta ja käyttötiedot

Lähtökohtina toimivat Bioelectriciltä tarjouksessa esitetyt laitoskokonaisuudet. Laitoskokonaisuuksia on 7 kappaletta, joista valitaan soveltuva kokoluokka tiloilla olevien eläinten ja niistä saatavan biomassan mukaan. Laskennassa oletuksina toimii lietteen saannon olevan n. 30 m³/v per tilan eläin ja nuorista eläimistä n. 10 m³/v. Laitoksen käyttöajan olevan noin 8000 tuntia vuodessa. Laitoskokoluokan vaihtoehdoksi valikoituu kyseisen kokoluokan kokonaisuudella toimittajan hyväksi havaitsema taulukossa 5 esitetty laitosyhdistelmä.

Laitoskokonaisuuden huipputehon nostaminen seuraavaan kokoluokkaan nostaa hankintahintaa n. 5–10 %, mutta se mahdollistaa kokonaisvaltaisemman jätteenkäsittelyn ja korkeamman energiatuotannon. **Mikäli käyttöön tulee myös ulkopuolista lietelantaa tai muuta biomassaa, on suurempi laitosluokka todennäköisesti kannattavampi hankinta.** Olettaen laitoksen käyttöajan olevan 8000 tuntia vuodessa saadaan toimittajan tiedoista laskennallinen energiatuotannon määrä sekä skaalattua se todenmukaisemmille tuotantoarvoille (taulukko 5). Arvioidaan myös, että yhdestä kuutiometristä lietettä saadaan 0,5 tonnia lannoitetta, joka myydään maatalojen käyttöön keskimääräisellä hinnalla 1,5 €/tonni (taulukko 6).

Taulukko 5 Lähtötiedot ja tuotantoarvio toimittajan tietojen mukaan

Laitosvalinta		Päälaitos	Lisäkapasiteetti
Asennus	Yksikkö	Laitos 7	Laitos 4
Laitoksen koko	kW	74	33
Reaktorin koko	m ³	1122	410
Laitoksen hyötysuhde	%	90 %	90 %
Bioelectric AD plant	€	520 000 €	298 000 €
Lehmien lukumäärä	kpl	405	180
Lietteen määrä	m ³ per vuodessa	12 150	5 400
Tuotettu sähkön määrä	kWh / v	592 000	264 000
Tuotettu sähkön määrä - laitoksen omasähkö	kWh / v	532 800	237 600

Taulukko 6 Laitoskokonaisuus ja tuotanto skaalattuna

Lähtötiedot	Yksikkö	Laitoskokonaisuus
Laitoksen koko	kW	107
Reaktorin koko	m ³	1532
Laitoksen hyötysuhde	%	90 %
Bioelectric AD plant	€	818 000 €
Lehmien lukumäärä	kpl	557
Lietteen määrä	m ³ per vuodessa	16 720
Tuotettu sähkön määrä	MWh/a	816
Tuotettu sähkön määrä - laitoksen omasähkö	MWh/a	734
Teollisuusalueen sähkönkulutus	MWh/a	734
Lannoitteen myyntihinta	€/t	1,5

1.6. Laitoksen hankintakustannukset

Valitun laitoskokonaisuuden tarjottu hankintahinta, siitä muodostuvat pääomakustannukset (CAPEX) ja niiden kulurakenne esitetään kokonaisuudessaan taulukossa 7. Alkuperäiseen hankintahintaan huomioiden investointituen määränä 30 %, **sisällyttäen projektiin myös rakennuksien ja rakenteiden arvioidut kustannukset sekä ensimmäisen vuoden ylläpidosta säästettävät kustannukset, on jäljelle jäävä hankintahinta 672 600 €.**

Taulukko 7 Tuotantolaitoksen hankinnan kulurakenne ja investointituki

CAPEX (Ensimmäisen vuoden ylläpidosta saadut säästöt vähennettynä)		672 600 €
Bioelectric AD plant	€	818 000 €
- Kuljetus	€	Sisältyy
- Asennus	€	Sisältyy
- Projektointi	€	Sisältyy
- Ensimmäisen vuoden ylläpito	€	Sisältyy
Rakennukset / rakenteet	€	175 000 €
- Määdätejäännöksen varasto	€	- €
- Sähköistys	€	20 000 €
- Luvitus	€	15 000 €
- Vastaanottoallas	€	100 000 €
- Lämmitysjärjestelmä	€	40 000 €
Investointituki	€	297 900 €
- Valtiontuki tai EU-tuki	€	297 900 €
- Yksityinen (hiilikompensaatiot myyty etupainotteisesti)	€	- €

2. Alustava kannattavuuslaskelma

Laskemalla tuotot arvioidusta energiansäästöstä (pohjautuen toimittajan mittausdataan toteutuneista projekteista) ja juoksevat käyttökustannukset (OPEX) yhteen ja huomioiden kompensatiot sekä lannoitesäästöt saadaan rakennettua kannattavuuslaskelma eri skenaarioista. **Ensimmäinen laskelma ei sisällä minkäänlaisia kompensatioita.** Alustavat laskelmat ilman kompensatioita tasaisella sähköhinnalla on esitetty taulukossa 8.

Skenaarioissa kannattavuus kärsii huomattavasti korkeista kuljetuskustannuksista, joiden juoksevat kustannukset (OPEX) ovat moninkertaisesti suuremmat, kuin muut juoksevat kustannukset johtuen pidemmistä välimatkoista. Huomattavasti kannattavimpana näistä vaihtoehdoista toimii urakoitsijan käyttö.

Taulukko 8 Alustava kannattavuuslaskenta vaihtoehtoisine skenaarioinensa

Tulot	Yksikkö		149 821 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€ / v		- €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€ / v		122 572 €
Sähkön myynti	€ / v		- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€ / v		- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€ / v		14 709 €
Mädätejännös petimateriaalina	€ / v		- €
Vihreä maitobonus	€ / v		- €
Hiihlikompensatio	€ / v		- €
Lannoitemyynti	€ / v		12 540 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö		260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö		223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö		166 737 €
Ylläpito	€ / v		22 500 €
Aktiivihiihi	€ / v		3 280 €
Muu	€ / v		3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€ / v		230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€ / v		194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€ / v		137 457 €
Tulos	Yksikkö		
Tulos dieselkäytöllä	€ / v	-	110 242 €
Tulos biokaasukäytöllä	€ / v	-	73 742 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€ / v	-	16 916 €

3. Muuttuvat kustannustekijät

Esimerkiksi sähkönhinnan vaihtelu tulevina vuosina tekee muutoksia kannattavuuden arviointiin. Sähköntarpeen kasvaessa on oletettavaa myös hinnan muutokset. Kuluttajahintojen inflaation vaikutus juokseviin kuluihin muodostaa hankkeen takaisinmaksussa, jota ei sen pienen vaikutuksen seurauksena huomioida laskelmissa.

Lisäämällä vertailtavaksi sähkönhinnaksi skenaario missä sähkönoston kokonaissumma siirtohinnan kanssa nousee 20 snt/ kWh (eli nykyisestä hinnasta keskimäärin 3 snt/kWh) saavutetaan korkeampia säästöjä energiakustannuksien muodossa ja lasketaan tällä takaisinmaksuaikoja huomattavasti (taulukko 9). Ostosähkön kokonaishinnan voidaan olettaa nousevan tasaisesti vuosittain, joten rakennetaan myös esimerkki skenaario kokonaishinnalla 24 snt/kWh (taulukko 10). Näissä skenaarioissa tulos muuttuu jo urakoitsijan käytöllä kannattavaksi summilla 10 200 €/v ja 43 000 €/v. Sähkönkokonaishinta on siis huomattava tekijä kannattavuudessa.

Taulukko 9 sähkönsiirto ja -pörssihinnan yhteissummalla 20 snt/kWh maatilalle
skaalatut tulot

Tulot	Yksikkö	176 948 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€/v	146 793 €
Sähkön myynti	€/v	- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	17 615 €
Määdetejäännös petimateriaalina	€/v	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €
Hiihikompensaatio	€/v	- €
Lannoitemyynti	€/v	12 540 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö	260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö	166 737 €
Ylläpito	€/v	22 500 €
Aktiivihiihi	€/v	3 280 €
Muu	€/v	3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€/v	137 457 €
Tulos	Yksikkö	
Tulos dieselkäytöllä	€/v	- 83 115 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	- 46 615 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€/v	10 211 €

Taulukko 10 sähkönsiirto ja -pörssihinnan yhteissummalla 24 snt/kWh maatilalle
skaalatut tulot

Tulot	Yksikkö		209 830 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v		- €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€/v		176 152 €
Sähkön myynti	€/v		- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v		- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v		21 138 €
Mädätejäännös petimateriaalina	€/v		- €
Vihreä maitobonus	€/v		- €
Hiilikompensaatio	€/v		- €
Lannoitemyynti	€/v		12 540 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö		260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö		223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö		166 737 €
Ylläpito	€/v		22 500 €
Aktiivihiili	€/v		3 280 €
Muu	€/v		3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v		230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v		194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€/v		137 457 €
Tulos	Yksikkö		
Tulos dieselkäytöllä	€/v	-	50 233 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	-	13 733 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€/v		43 093 €

4. Hiilisidonta, vähennyspotentiaalit ja

lisäkompensaatiot

Hiilisidonta ja lisäkompensaatiot ympäristövaikutuksista **ovat merkittävä potentiaalinen tulolähde ja kannattavuutta parantava tekijä**. Lisäkompensaatiota voi tulevaisuudessa saada esimerkiksi vihreän sähkön myyntisopimuksesta, käytöstä, sertifikaateisista ja hiilikompensaatioiden myynnistä. Asettamalla vihreästä sähköstä saatavaksi kompensaatioksi 1 snt/kWh ja hiilikompensaatioita vertailtavaksi voidaan tarkastella tulosta erilaisilla hiilikompensaatioiden summilla

(Taulukko 11), josta nähdään tuloksen muuttuvan positiiviseksi urakoitsijan käytöllä jo nykyisillä sähköhinnoilla. Huomioimalla mukaan vielä skenaarioita 20 ja 24 snt/kWh (taulukot 12 ja 13) sähköhinnoilla nähdään huomattavaa potentiaalia laitoksen hiilikompensaatioiden osilta.

Taulukko 11 Vihreän sähkön kompensaatio 1 snt/kWh ja hiilidonnan kompensaation vaikutukset 15, 30 ja 45 €/CO2eq.

Tulot	Yksikkö	169 557 €	181 679 €	193 801 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	7 340 €	7 340 €	7 340 €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€/v	122 817 €	122 817 €	122 817 €
Sähkön myynti	€/v	- €	- €	- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €	- €	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	14 738 €	14 738 €	14 738 €
Mädätejäännös petmateriaalina	€/v	- €	- €	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €	- €	- €
Hiilikompensaatio	€/v	12 122 €	24 244 €	36 366 €
Lannoitemyynti	€/v	12 540 €	12 540 €	12 540 €
		\$ -	\$ -	\$ -
OPEX (Diesel)	Yksikkö	260 063 €	260 063 €	260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	223 563 €	223 563 €	223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö	166 737 €	166 737 €	166 737 €
Ylläpito	€/v	22 500 €	22 500 €	22 500 €
Aktiivihiili	€/v	3 280 €	3 280 €	3 280 €
Muu	€/v	3 500 €	3 500 €	3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	230 783 €	230 783 €	230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	194 283 €	194 283 €	194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€/v	137 457 €	137 457 €	137 457 €
Tulos	Yksikkö	90 507 €	138 385 €	166 263 €
Tulos dieselikäytöllä	€/v	-	-	66 263 €
Tulos biokaasikäytöllä	€/v	-	-	29 762 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€/v	2 820 €	14 942 €	27 064 €

Taulukko 12 Vihreän sähkön kompensaatio 1 snt/kWh, sähkön kokonaishinta 20 snt/kWh ja hiilidonnan kompensaation vaikutukset 15, 30 ja 45 €/CO2eq.

Tulot	Yksikkö	Hiilidonta 15 €/CO2-eq, ton	Hiilidonta 30 €/CO2-eq, ton	Hiilidonta 45 €/CO2-eq, ton
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	7 340 €	7 340 €	7 340 €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€/v	146 793 €	146 793 €	146 793 €
Sähkön myynti	€/v	- €	- €	- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €	- €	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	17 615 €	17 615 €	17 615 €
Mädätejäännös petmateriaalina	€/v	- €	- €	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €	- €	- €
Hiilikompensaatio	€/v	12 122 €	24 244 €	36 366 €
Lannoitemyynti	€/v	12 540 €	12 540 €	12 540 €
		\$ -	\$ -	\$ -
OPEX (Diesel)	Yksikkö	260 063 €	260 063 €	260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	223 563 €	223 563 €	223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö	166 737 €	166 737 €	166 737 €
Ylläpito	€/v	22 500 €	22 500 €	22 500 €
Aktiivihiili	€/v	3 280 €	3 280 €	3 280 €
Muu	€/v	3 500 €	3 500 €	3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	230 783 €	230 783 €	230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	194 283 €	194 283 €	194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€/v	137 457 €	137 457 €	137 457 €
Tulos	Yksikkö	63 653 €	51 531 €	39 409 €
Tulos dieselikäytöllä	€/v	-	-	2 909 €
Tulos biokaasikäytöllä	€/v	-	-	2 909 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€/v	29 673 €	41 795 €	53 917 €

Taulukko 13 Vihreän sähkön kompensatio 1 snt/kWh, sähkön kokonaishinta 24 snt/kWh ja hiilisdonnaan kompensaaation vaikutukset 15, 30 ja 45 €/CO2eq.

		Hiilisdonna 15 €/CO2-eq. ton	Hiilisdonna 30 €/CO2-eq. ton	Hiilisdonna 45 €/CO2-eq. ton
Tulot	Yksikkö	229 291 €	241 413 €	253 535 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	7 340 €	7 340 €	7 340 €
Sähkön säästö teollisuusalueella	€/v	176 152 €	176 152 €	176 152 €
Sähkön myynti	€/v	- €	- €	- €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €	- €	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	21 138 €	21 138 €	21 138 €
Mädätejäännös petimateriaalina	€/v	- €	- €	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €	- €	- €
Hiilikompensatio	€/v	12 122 €	24 244 €	36 366 €
Lannoitemyynti	€/v	12 540 €	12 540 €	12 540 €
		\$	\$	\$
OPEX (Diesel)	Yksikkö	260 063 €	260 063 €	260 063 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	223 563 €	223 563 €	223 563 €
OPEX (Urakoitsija)	Yksikkö	166 737 €	166 737 €	166 737 €
Ylläpito	€/v	22 500 €	22 500 €	22 500 €
Aktivihilli	€/v	3 280 €	3 280 €	3 280 €
Muu	€/v	3 500 €	3 500 €	3 500 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	230 783 €	230 783 €	230 783 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	194 283 €	194 283 €	194 283 €
Urakoitsija (9 €/t)	€/v	137 457 €	137 457 €	137 457 €
Tulos	Yksikkö			
Tulos dieselkäytöllä	€/v	-	18 650 €	6 528 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	5 729 €	17 851 €	29 973 €
Tulos urakoitsijan käytöllä	€/v	62 554 €	74 676 €	86 798 €

5. Yhteenveto

Yrityslainojen korkotasot ovat olleet Suomen pankin mukaan 5,22 %:n keskiporolla⁴. Tiedettäessä lopullisten lainoitusten tarve on tämä huomioitava investoinnissa samoin kuin mahdollisen henkilökunnan tarve. Energiantuotantolaitoksen potentiaalinen tulos voi vaihdella, riippuen sähköntarpeen määrästä, mahdollisen biokaasutuotannon jatkojalostuksesta liikennekäyttöön, jätteenkäsittelystä saatavista säästöistä ja monista muistakin tekijöistä. Lisäpotentiaalia voisi hakea

⁴ Yrityslainoja nostettiin niukasti maaliskuussa 2024. Suomen Pankki. 29.04.2024. Viitattu: 20.08.2024. Saatavilla:

https://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot2/tilastotiedotteet_fi/rahalaitosten-tase/2024/yrityslainoja-nostettiin-niukasti-maaliskuussa-2024/

lisäämällä biokaasun tuotantoon käytettävän biomassan määriä ja leikkaamalla kuljetuskustannuksia biokaasulla tai rajaamalla raaka-aineen kuljetusmatkoja. Seuraavassa skenaarion arvioinnissa tarkastellaan kokonaisuutta, jossa jätetään huomioimatta laitoksesta kauimpana sijaitsevien maatilojen raaka-aineet ja kuljetukset.

Tärkeimpiä kriteereitä kannattavuudelle toimivat kuljetuskustannukset, tuet sekä kiertotaloudelliset tekijät. Huomattavimpana riskinä voidaan nähdä kuljetuskustannuksien suuruus, joilta voidaan välttyä joko kilpailuttamalla kuljetushintoja urakoitsijoilla tai hyödyntämällä tuotettua halpaa biokaasua polttoainekustannuksien leikkaamiseen tai jatkojalostaminen liikennekäyttöä varten.

Potentiaalisia lisätuloja ovat myös erilaiset sertifiointit, kompensatiot ja omavaraisuuden sekä energiatalouden turvaamisen. Investointituki ja sähkön hintakehitys, hintavaihtelut ja siitä aiheutuvat säästöt ovat suurimpia kustannus- ja kannattavuuslaskelmien pohjaan vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä kuljetuksien lisäksi. 10 % muutos investointituessa tarkoittaa valtavia eroja investoinnin suhteen.

Oletuksena laskelmalle toimii, että projektin aikaiset kustannukset sisältävät investointitukia 30 %, energiantuotanto hyödynnetään teollisuusalueen tarpeisiin ja energiakustannukset ovat kutakuinkin lähtöarvojen ja annettujen tietojen mukaisia. Erityisen suuria hetkellisiä ja yllättäviäkin voittoja ja säästöjä energiatuotannosta voidaan saavuttaa myös hintapiikkien aikana erityisesti suuremmalla laitospokonaisuudella. Näitä ei voida juurikaan ennakoida, mutta esimerkiksi vuonna 2022 alkanut kriisi toimii tästä esimerkkinä, joka nosti yksittäisen vuoden sähköhintoja jopa 33 %.

Lannoitekustannuksista saatavat säästöt ovat myös huomion arvoinen aihe, koska biokaasulaitoksen mädätejäännöksen käyttötilanteessa lannoitekustannuksien ja kysynnän nouseminen ei vaikuta maatilan kulurakenteeseen suurissa määrissä. Mikäli biokaasua hyödynnetään joko paikallisen maatalouden tai muun liikenteen käyttöön, saadaan sekä aluekohtaista omavaraisuutta, että kustannustehokkuutta tehostettua vielä entuudestaan.

Laskurin avulla voi tila arvioida tulojen muutosta erilaisissa skenaarioissa
Esimerkiksi skenaarion rakentamisesta:

- **Laitosta ajetaan täydellä kapasiteetilla, joka tässä tilanteessa olisi noin 585 täysikasvuisen lypsykarjan lietemäärä tai muu biomassa**
 - o **alustavan kustannuslaskelman negatiivinen kassatase muuttuu huomattavasti paremmaksi**
- **Asettamalla urakoitsijan laskutus 10 €/t sekä sähkön kokonaishinta 20 snt/kWh (esim. Siirto ja pörssihinta molemmat 10 snt/kWh)**
 - o **Urakoitsijan käytöllä kassatase on 21 100 €/v**
- **Lisätään hiilikaupan hiilikompensaation hinnaksi 30 €/CO₂ eq. tonni**
 - o **Urakoitsijan käytöllä kassatase on 49 400 €/v**
- **Lisätään vihreän sähkön tuotannon sertifikaatin kompensaatioksi 0,01 €/kWh**
 - o **Urakoitsijan käytöllä kassatase on 57 900 €/v**

Biokaasulaitoksen vuosittainen tuotto tällaisessa skenaariossa olisi siis n. 55 900 €/v tai jopa enemmän, mikäli sähkön kokonaishinnan taso nousee korkeammalle. Esimerkiksi sähkön kokonaishinnalla 24 snt/kWh saadaan vuosittaiseksi kassataseeksi jopa 96 300 €/v.