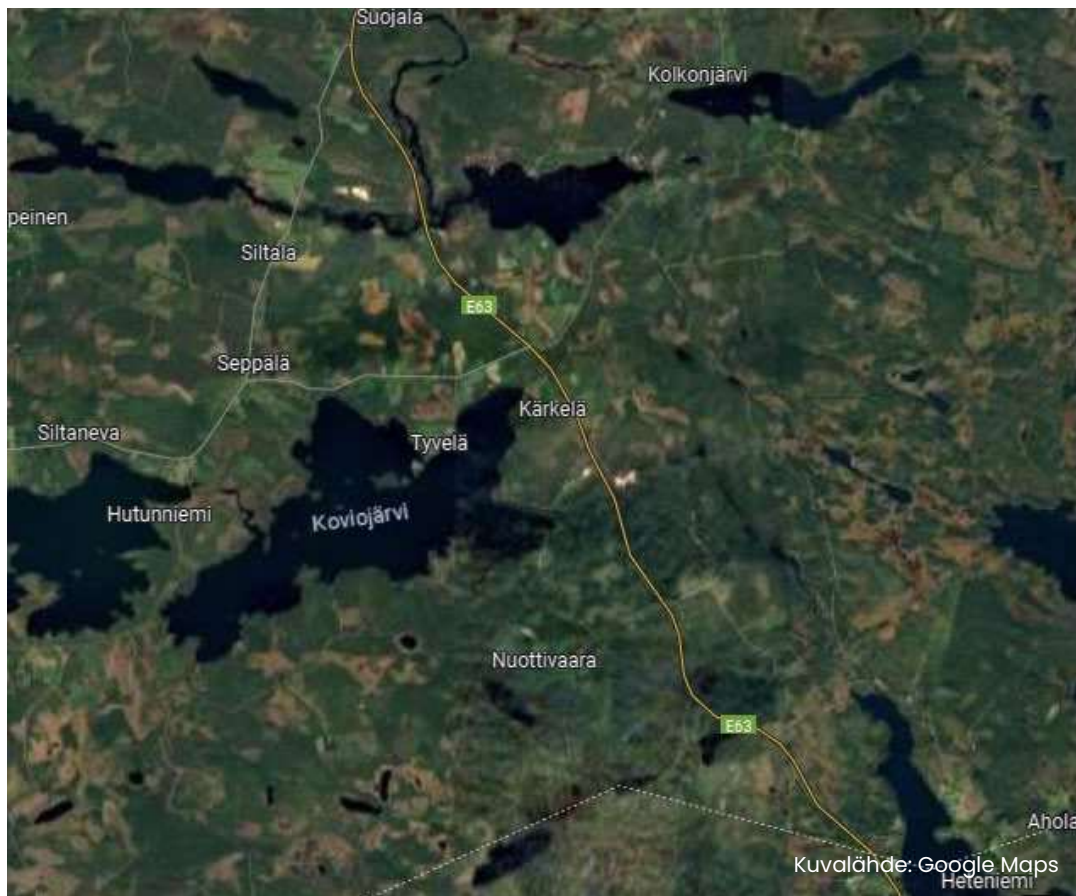


Naturpolis biokaasuselvitys: Case 14 Tyrävaaran yhteiskäyttölaitos



macon

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

Biokaasuselvitys Case 14 Tyrävaaran 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 maatalojen 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.....	17
4. Hiilisiidonta, vähennyspotentiaalit ja lisäkompensaatiot.....	19
5. Esitettyjen tulosten vertailu.....	24
6. Korkokustannukset.....	25
7. Vuoden ylläpitokustannuksien kattaminen.....	26
8. Yhteenveto.....	27

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 588 kpl ja toiminnan on suunnitteilla osalla maatiloista, joten arvioidaan kokoluokan kasvavan hieman. Huomioitaessa nuoria eläimien vaikutusta, arvioidaan karkeasti näistä saatavan biomassan määräksi n. 1/3 täysikasvuisen lypsykarjan määrästä, jolloin voidaan lukuja vertailla soveltuvalle laituskoolle.

Taulukko 1 Maatilan haastattelun tiedot

Maatilojen määrä	3 kpl
Keskimääräinen satotaso	5650 ha
Verrattava lypsykarjan määrä	421 kpl
Lietelanta	12000 m ³
Varastokapasiteetti	10450 m ³
Ylimääräinen varasto m³	0 m ³
Kuivalanta	0 m ³
Hukkapaalit	0 m ³
Kiinnostus: Rejekti	2 kyllä /1 ei
Arvioitu yhteinen sähkönkulutus	360 MWh/a
Nettovarallisuus	Positiivinen kaikilla

Muuta: Kaikilla tiloilla kiinnostus mädätejäännöksen jatkokäyttöön. Sähkön käyttö ei varsinaisesti kiinnosta yhtä tilaa. Laskennassa kuitenkin oletetaan, että tämä käytetään omaan käyttöön sen ollessa huomattavasti halvempaa eikä muuta omaa tuotantoa ole. Yhdellä tilalla mahdollisuus laitoksen sijoittamiseksi omalle tontille.

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 maatilalle korkeita kustannuksia, kun taas omatuotanto mahdollistaa 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 siirtohinnoitot on ollut noin 15 snt/kWh, joten nykyiset kustannukset voidaan arvioida olevan korkeammat ².

Huomioidaan mukaan laskelmiin sähkönsiirtomaksujen osalta saatavat säästöt. Energiaviraston mukaan siirtohinnoitot ovat n. 7,5 snt/kWh. Ostohinta on näin ollen n. 17 snt/kWh ja todellisuudessa kokonaishinta tulee erittäin todennäköisesti nousemaan tulevina vuosina tasaisesti, kuten tähänkin saakka ja on näin ollen luultavasti myös korkeampi.

Sähkön myyntihinta määräytyy myös vastaavasti pörssisähköhinnan mukaan esimerkiksi Vattenfallin sopimuksessa, jolloin siitä vähennetään sähköverkon käytöstä marginaali hinta (0,30 snt/kWh) ja kiinteä perusmaksu³. Fortumin lähisähkön sopimuksessa marginaali on 0,24 snt/kWh (alv 0 %) ja perusmaksua ei

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>

³ Omatuotannon sopimuksen sopimusehdot. Vattenfall. Viitattu 19.08.2024. Saatavilla:

<https://www.vattenfall.fi/asiakaspalvelu/sopimusehdot/omatuotanto-sopimuksen-sopimusehdot/>

ole⁴. Oomin sopimuksessa tämä on 0,12 snt/kWh ja perusmaksu on 2,9 €/kk, mutta mikäli pientuottaja on jo Oomin asiakas, nämä kulut jäävät kokonaan pois⁵.

Arvioidaan sähkön myyntihinnan olevan marginaalien ja mahdollisten verokustannuksien olevan näiden kulujen jälkeen olevan n. 2 snt/kWh matalampi kuin pörssihinnan.

1.2. Huomioita taloudelliselta näkökannalta

Maatilojen operoinnin kannalta merkittävimpiä tekijöitä ovat erityisesti korkeampi omavaraisuus energian osalta. **Maatilojen toiminta on paremmin turvattu hintapiikkien aikana, sillä kulurakenne on helpommin hallittavissa ja ennustettavissa. Mikäli vuoden 2022 tapaisia pitkäaikaisia energiahintojen kohoamisia tapahtuu tulevaisuudessa, se on maatilalle kannattavaa myynnin sekä energiasäästöjen osalta sen sijaan, että se tuottaisi huomattavia kustannuksia.** Energiankäytölle on tarvetta ympärivuotisesti, joten energiatalouden omavaraisuusaste auttaa välttämään yllättävästi vaihtelevien kustannuksien haittavaikutuksia ja kääntämään tällaiset tilanteet jopa taloudellisesti kannattaviksi

⁴ Oman tuotannon myynti, lähisähkö. Fortum. Viitattu 19.08.2024. Saatavilla: <https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/sahkoa-kotiin/uusiutuva-energia/oman-tuotannon-myynti-lahisahko>

⁵ Sähkön pientuotanto – Ylijäämänsähkön myynti. Oomi. Viitattu 22.08.2024. Saatavilla: <https://oomi.fi/aurinkopaneelit/pientuotanto/>

sähkönmyynnillä. Maatilojen hyödynnettäväksi jää myös ravinnerikasta mädätejäännöstä lannoitekäyttöön sekä vastaavasti auttaa maatilaa välttämään lannoitekustannuksia sekä niiden muutoksista seuraavia lisäkustannuksia.

Lannoitemarkkinat ovat kasvava markkina-alue, joten kysynnän ja hintojen voidaan olettaa nousevan lähivuosina. Biokaasulaitos on investointitukien saamiseksi ruokavirastolta luultavasti sijoitettava yhdelle maatiloista, joka voi harjoittaa laitoksen operointia osana maatilatoimintaansa.

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 tilalla lannoitteeksi, joten laskentaan huomioidaan meno- ja paluumatka. 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 teollisuusalueelle (km)	Kustannukset (€/kuorma)	Biomassan määrä m ³ /v	Kuormien määrä (kp/v)	Kuljetuksien kokonaishinta
1	16,3	196 €	2300	74	14 512 €
2	20	240 €	1440	46	11 148 €
		Yhteensä	3740	121	25 661 €

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 polttoainekustannuksista⁶, joten tässä tapauksessa tämä tarkoittaa 27 200 €/v.

Dieseliin verrattuna biokaasun kustannus per kWh on n. 3 % polttoainekuluista, joten polttoainekustannuksia (eli hävittyä sähköntuotantoa) kertyy n. 1 100 € eli vaihtoehtona tämä olisi 4 000 € halvempi.

Toisena vaihtoehtona voidaan pitää urakoitsijan kilpailuttamista, jossa käyttäen esimerkiksi hintaa 9 €/t saadaan kokonaisuudessaan kuljetuskustannukset laskettua suoraan (taulukko 3). Tämän kokonaishinta olisi näin lyhyillä välimatkoilla arvioitavissa kalliimmaksi ratkaisuksi.

⁶ 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

Taulukko 3 Urakoitsijan kokonaishinta, hinnalla 9 €/t


Maatila	Urakoitsijan kokonaishinta
1	18630
2	11664
Yhteensä	30 294 €

1.4. Alustavan skenaarion laskelma

Lähtökohtaisesti laskennassa käytetään taulukon 4. mukaisia oletuksia.

Sertifikaatit vihreälle sähkölle, uusiutuvalle energialle, hiilikompensaation ennakolle ja maidon tuotannon kompensatiolle jätetään vielä huomioimatta. Sähkönhinta määräytyy aiemman luvun mukaisesti. Ensimmäisissä laskennoissa on huomioitava, että hintatasot ovat konservatiivisesti, joka tarkoittaa pidempiä laskennallisia takaisinmaksuaikoja. **Ensimmäisen takaisinmaksuajan laskelma siis arvioi lähtötilanteen, jossa pörssisähkön ja siirtomaksujen summa pysyy nykyisellään eikä se tukia tai kompensatioita ole.**

Taulukko 4 Laskennan oletustietoja

Suomi	Finland	
Laskennassa käytettävät oletukset		
Vihreän sähkön sertifikaatti (€/kWh)	0,0	
Uusiutuva lämpöenergia (€/kWh)	0,0	
Investointituki	50 %	<i>Ruokavirasto</i>
Lietteen syötön modifiointi	No	<i>Liete menee automaattisesti lietesilloon.</i>
Hiilikompensatio (€/t)	0	

Hiilen kompensointi etukäteen (vuodet)	-	
% CC maksetaan etukäteen	0 %	
Sähkön hinta (sisältäen siirtohinnan)	0,17 €	/kWh
Sähkön myyntihinta	0,15 €	/kWh
Premium tuki maidolle	0,00 €	/l, (maitolitralta)

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 laitostyyppi. Tilalla arvioitu verrattava eläinten määrä on matalampi, joten tuotannon kannattavuutta skaalataan mitoituksen mukaan hieman alaspäin.

Laitoskokonaisuuden huipputehon nostaminen seuraavaan kokoluokkaan nostaa hankintahintaa n. 15–20 %, 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 ja 6). Tässä tapauksessa kustannustehokkaimmaksi ratkaisuksi kapasiteettinsa puolesta muodostuu kaksi kokoluokan 5 laitosta.

Taulukko 5 Lähtötiedot ja tuotantoarvio toimittajan tietojen mukaan

Laitosvalinta		Päälaitos	Lisäkapasiteetti
Asennus	Yksikkö	Laitos 6	Laitos 3
Laitoksen koko	kW	60	22
Reaktorin koko	m ³	822	342
Laitoksen hyötysuhde	%	90 %	90 %
Bioelectric AD plant	€	447 000 €	239 000 €
Lehmien lukumäärä	kpl	325	120
Lietteen määrä	m ³ per vuodessa	9 750	3 600
Tuotettu sähkön määrä	kWh / v	480 000	176 000
Tuotettu sähkön määrä - laitoksen omasähkö	kWh / v	432 000	158 400

Taulukko 6 Laitoskokonaisuus ja tuotanto skaalattuna

Lähtötiedot	Yksikkö	Laitoskokonaisuus
Laitoksen koko	kW	82
Reaktorin koko	m ³	1164
Laitoksen hyötysuhde	%	90 %
Bioelectric AD plant	€	686 000 €
Lehmien lukumäärä	kpl	421
Lietteen määrä	m ³ per vuodessa	12 620
Tuotettu sähkön määrä	MWh/a	620
Tuotettu sähkön määrä - laitoksen omasähkö	MWh/a	558
Maatilojen oletettu sähkönkulutus	MWh/a	360

1.6. Laitoksen hankintakustannukset

Valitun laitoskokonaisuuden tarjottu hankintahinta, siitä muodostuvat pääomakustannukset (CAPEX) ja niiden kulurakenne esitetään kokonaisuudessaan

taulukossa 7. Alkuperäiseen hankintahintaan huomioiden investointituen määränä 50 % Ruokaviraston tukea, sekä **sisällyttäen projektiin myös rakennuksien ja rakenteiden alle arvioidut kustannukset, tarkoittaa jäljelle jäävän hankintahinnan summan olevan vain 414 250 €.**

Taulukko 7 Tuotantolaitoksen hankinnan kulurakenne ja investointituki

CAPEX		414 250 €
Bioelectric AD plant	€	686 000 €
- Kuljetus	€	Sisältyy
- Asennus	€	Sisältyy
- Projektointi	€	Sisältyy
- Ensimmäisen vuoden ylläpito	€	Sisältyy
Rakennukset / rakenteet	€	142 500 €
- Navetan modernisointi	€	- €
- Määdätejäännöksen varasto	€	- €
- Sähköistys	€	17 500 €
- Luvitus	€	15 000 €
- Vastaanottoallas	€	80 000 €
- Lämmitysjärjestelmä	€	30 000 €
Investointituki	€	414 250 €
- Ruokavirasto	€	414 250 €
- 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 sähkön hinnalla on esitetty taulukossa 8.

Huomioidessa ensimmäisen vuoden käyttökustannuksien kuuluminen toimittajalle, jää alustavan laskelmankin vuoden tulos voitolle n. 52 500 €/v. Tilojen ollessa lähellä toisiaan ovat välimatkat pieniä. Suurin tuloerä muodostuu ostosähkön käytön vähentämisestä. Tilojen sähkönkäyttö on arvioitu olevan keskimääräisesti 120 MWh vuodessa, joka nykyisilläkin hinnoilla tarkoittaa yhteissummana säästöjä n. 60 000 €/v ja takaisinmaksuajaksi muodostuu vain 7–8 vuotta.

Taulukko 8 Alustava kannattavuuslaskenta vaihtoehtoisine skenaarioinensa

Tulot	Yksikkö	104 029 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €
Sähkön säästö tiloilla	€/v	60 120 €
Sähkön myynti	€/v	29 123 €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	7 214 €
Mädätejäännös petimateriaalina	€/v	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €
Hiilikompensaatio	€/v	- €
Säästö lannoitteissa	€/v	7 572 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö	51 571 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	47 512 €
Ylläpito	€/v	20 000 €
Aktiivihiili	€/v	2 660 €
Muu	€/v	3 250 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	25 661 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	21 602 €
Tulos	Yksikkö	
Tulos dieselkäytöllä	€/v	52 459 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	56 517 €
Takaisinmaksu (diesel)	Vuotta	7,9
Takaisinmaksu (diesel) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	7,5
Takaisinmaksu (biokaasu) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	7,0

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 pienissä määrissä vuosittain.

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

Tulot	Yksikkö	123 873 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €
Sähkön säästö tiloilla	€/v	72 000 €
Sähkön myynti	€/v	35 661 €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	8 640 €
Mädätejännös petimateriaalina	€/v	- €
Vihreä maitobonus	€/v	- €
Hiilikompensaatio	€/v	- €
Säästö lannoitteissa	€/v	7 572 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö	51 571 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	47 512 €
Ylläpito	€/v	20 000 €
Aktiivihiihi	€/v	2 660 €
Muu	€/v	3 250 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	25 661 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	21 602 €
Tulos	Yksikkö	
Tulos dieselekäytöllä	€/v	72 302 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	76 361 €
Takaisinmaksu (diesel)	Vuotta	5,7
Takaisinmaksu (diesel) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	5,5
Takaisinmaksu (biokaasu) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	5,2

4. Hiilisidonta, vähennyspotentialit ja

lisäkompensaatiot

Hiilisidonta ja lisäkompensaatiot ympäristövaikutuksista **ovat merkittävä potentiaalinen tulolähde ja kannattavuutta parantava tekijä**. Lisäkompensaatiota voi tulevaisuudessa saada esimerkiksi vihreän sähkön myynnistä sähkönmyyntisopimuksesta. Vihreän ja ympäristöystävällisen maidontuotannon bonus voi myös tuottaa huomattavia säästöjä maataloille jo hinnalla 1 snt/l. Maitokompensaatioista saatavat tulot eivät toki tule teollisuusalueelle, mutta toimivat esimerkkinä mahdollisesta positiivisesta vaikutuksesta paikalliselle taloudelle. Skaalattuna toimittajan datasta lehmätilojen tuotannosta, toimittajan tietojen mukaan voidaan arvioida **maidon kompensaation olevan jokaista lehmää kohden noin 100 €/v**. Tämän huomioiminen laskee takaisinmaksuaikaa huomattavasti (taulukko 10).

Tämä kompensaation on jo käytössä Tanskassa sekä mm. Arla on ilmoittanut muutama vuosi sitten uskovansa tämän olevan tulevaisuuden konsepti⁷. Huomioimalla 1 snt/l kompensaatio sekä aiemmin käsitelty mahdollisuus sähkönhinnan keskiarvon kohoamisesta, saadaan laskennallinen takaisinmaksuaika

⁷ Why we think carbon compensation is the next best thing. Arla. Viitattu 20.08.2024. Saatavilla: <https://www.arla.com/food-for-thought/sustainability/why-we-think-carbon-compensation-is-the-next-best-thing/>

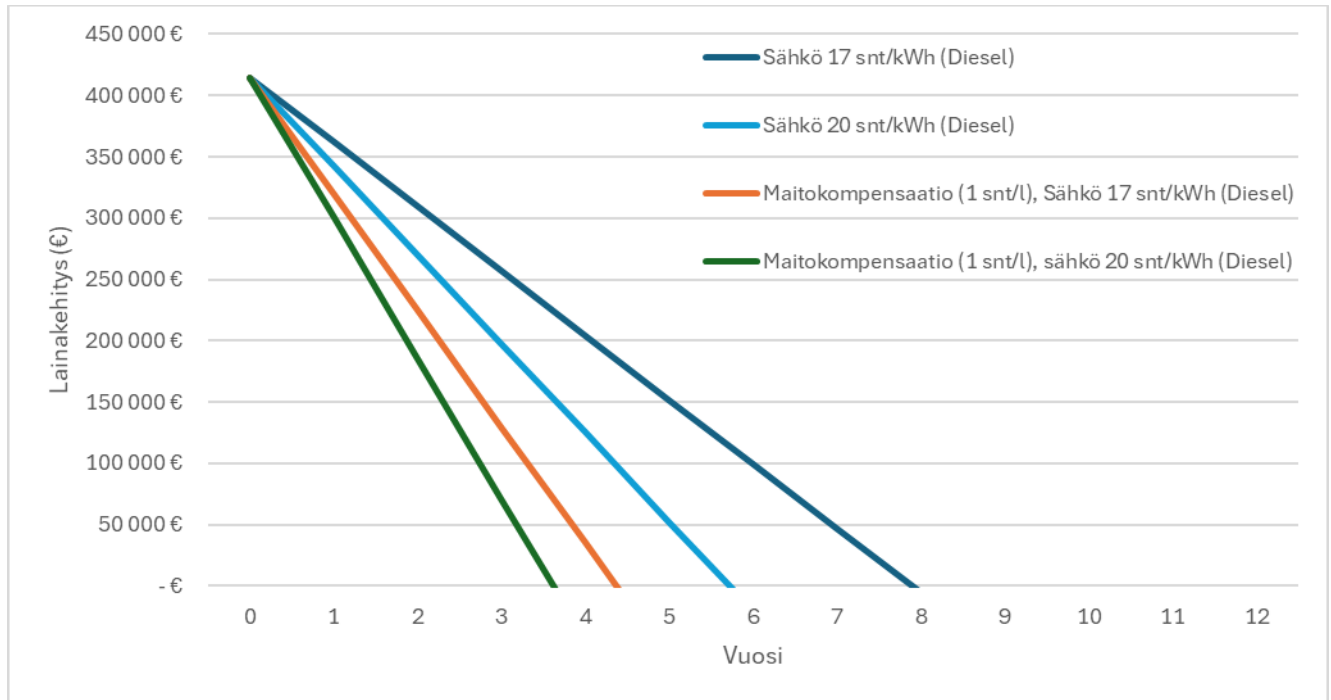
arvioitua (taulukko 11) kustannustehokkain vaihtoehto logistiikan osilta valiten voidaan takaisinmaksuajat esittää kuvaajalla (kuva 1).

Taulukko 10 maitokompensaation (1 snt/litra) vaikutus nykyisellä sähköhinnalla

Tulot	Yksikkö	146 297 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €
Sähkön säästö tiloilla	€/v	60 240 €
Sähkön myynti	€/v	29 189 €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	7 229 €
Mädätejäännös petimateriaalina	€/v	- €
Vihreä maitobonus	€/v	42 067 €
Hiilikompensaatio	€/v	- €
Säästö lannoitteissa	€/v	7 572 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö	51 571 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	47 512 €
Ylläpito	€/v	20 000 €
Aktiivihiili	€/v	2 660 €
Muu	€/v	3 250 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	25 661 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	21 602 €
Tulos	Yksikkö	
Tulos dieselkäytöllä	€/v	94 726 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	98 784 €
Takaisinmaksu (diesel)	Vuotta	4,4
Takaisinmaksu (diesel) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	4,2
Takaisinmaksu (biokaasu) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	4,0

Taulukko 11 maitokompensaation (1 snt/litra) vaikutus 20 snt/kWh sähkön kokonaishinnalla

Tulot	Yksikkö	165 940 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €
Sähkön säästö tiloilla	€/v	72 000 €
Sähkön myynti	€/v	35 661 €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	8 640 €
Mädätejäänös petimateriaalina	€/v	- €
Vihreä maitobonus	€/v	42 067 €
Hiihikompensaatio	€/v	- €
Säästö lannoitteissa	€/v	7 572 €
OPEX (Diesel)	Yksikkö	51 571 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	47 512 €
Ylläpito	€/v	20 000 €
Aktiivihiihi	€/v	2 660 €
Muu	€/v	3 250 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	25 661 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	21 602 €
Tulos	Yksikkö	
Tulos dieselkäytöllä	€/v	114 369 €
Tulos biokaasukäytöllä	€/v	118 427 €
Takaisinmaksu (diesel)	Vuotta	3,6
Takaisinmaksu (diesel) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	3,4
Takaisinmaksu (biokaasu) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	3,3

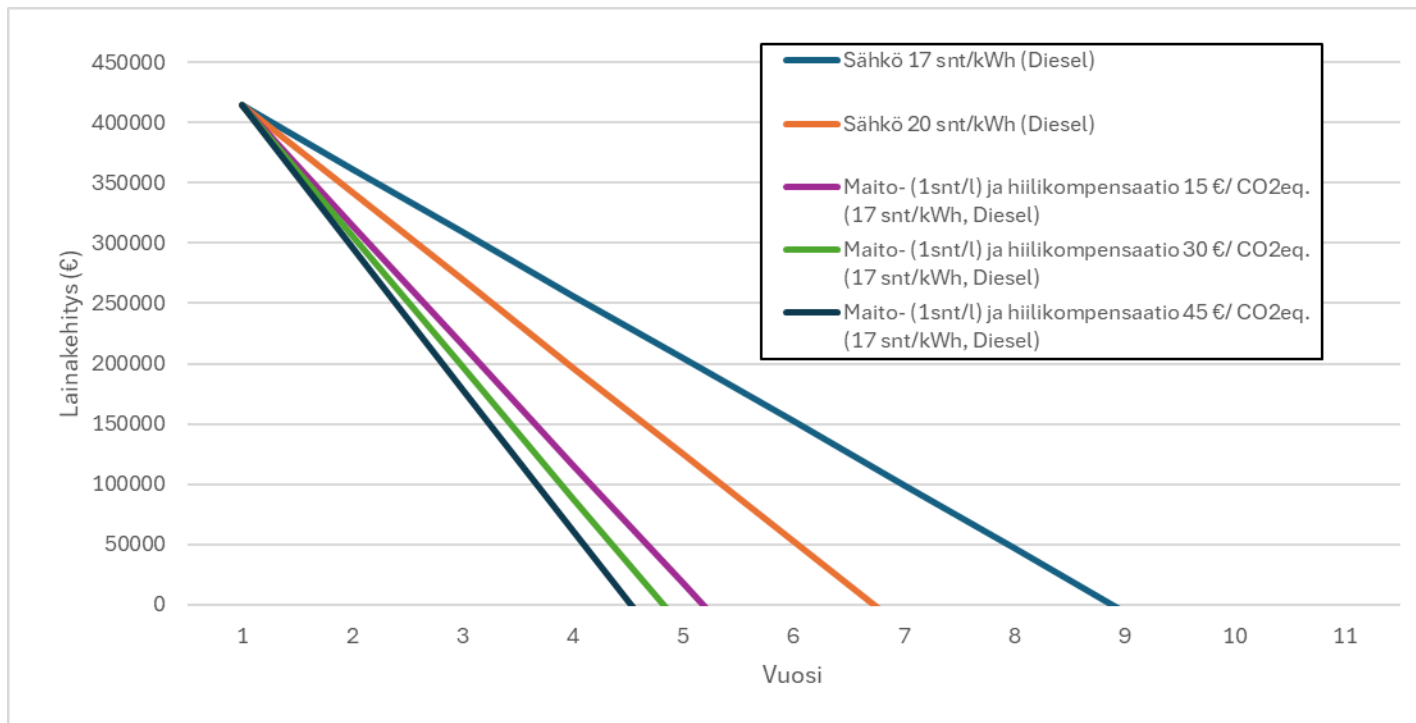


Kuva 1 Investoinnin takaisinmaksuaika esitetyissä skenaarioissa

Tuloihin voidaan huomioida myös hiilisiidonasta saatava vuosittainen kompensaatio ja sen päästökauppa. Laskemalla hiilisiidonnan kompensaatiot mukaan 15, 30 ja 50 €/CO₂eq., eli esimerkiksi 15 € per sidottu hiiliekvivalenttonni, saadaan takaisinmaksuaika arvioitua nykyisellä sähkön kokonaishinnalla taulukon 12 ja kuvan 2 mukaisesti.

Taulukko 12 Hiilisiidonnan kompensaaion vaikutukset 15, 30 ja 45 €/CO2eq.

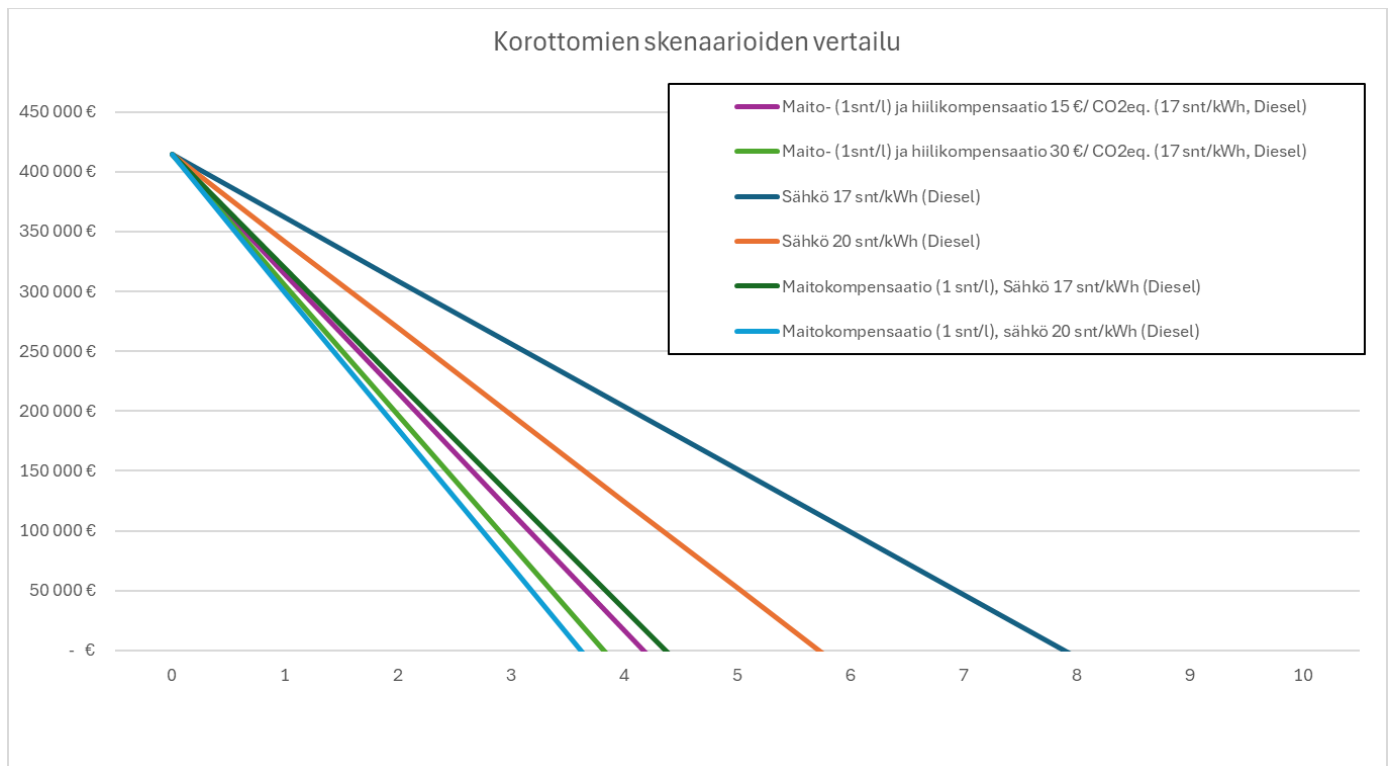
		Maito- (1snt/l) ja hiilikompensaatio 15 €/CO2eq. (17 snt/kWh, urakoitsija)	Maito- (1snt/l) ja hiilikompensaatio 30 €/CO2eq.	Maito- (1snt/l) ja hiilikompensaatio 45 €/CO2eq. (17 snt/kWh, urakoitsija)
Tulot	Yksikkö	155 446 €	164 596 €	173 745 €
Vihreän sähkön sertifikaatti	€/v	- €	- €	- €
Sähkön säästö tiloilla	€/v	60 240 €	60 240 €	60 240 €
Sähkön myynti	€/v	29 189 €	29 189 €	29 189 €
Vihreän lämmön sertifikaatti	€/v	- €	- €	- €
Lämmitysenergian säästöpotentiaali	€/v	7 229 €	7 229 €	7 229 €
Mädätejäänös pettimateriaalina	€/v	- €	- €	- €
Vihreä maitobonus	€/v	42 067 €	42 067 €	42 067 €
Hiilikompensaatio	€/v	9 150 €	18 299 €	27 449 €
Säästö lannoitteissa	€/v	7 572 €	7 572 €	7 572 €
		\$	\$	\$
OPEX (Diesel)	Yksikkö	51 571 €	51 571 €	51 571 €
OPEX (Biokaasu)	Yksikkö	47 512 €	47 512 €	47 512 €
Ylläpito	€/v	20 000 €	20 000 €	20 000 €
Aktivihiihi	€/v	2 660 €	2 660 €	2 660 €
Muu	€/v	3 250 €	3 250 €	3 250 €
Logistiikkakustannukset (Diesel)	€/v	25 661 €	25 661 €	25 661 €
Logistiikkakustannukset (Biokaasu)	€/v	21 602 €	21 602 €	21 602 €
Tulos	Yksikkö			
Tulos dieselikäytöllä	€/v	103 875 €	113 025 €	122 174 €
Tulos biokaasikäytöllä	€/v	107 934 €	117 083 €	126 233 €
Takaisinmaksu (diesel)	Vuotta	4,0	3,7	3,4
Takaisinmaksu (diesel) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	3,8	3,5	3,2
Takaisinmaksu (biokaasu) sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon	Vuotta	3,7	3,4	3,1



Kuva 2 Kustannuslaskelmien vertailu, mukana hiilisiidonta 15, 30 ja 45 €/CO2eq.

5. Esitettyjen tulosten vertailu

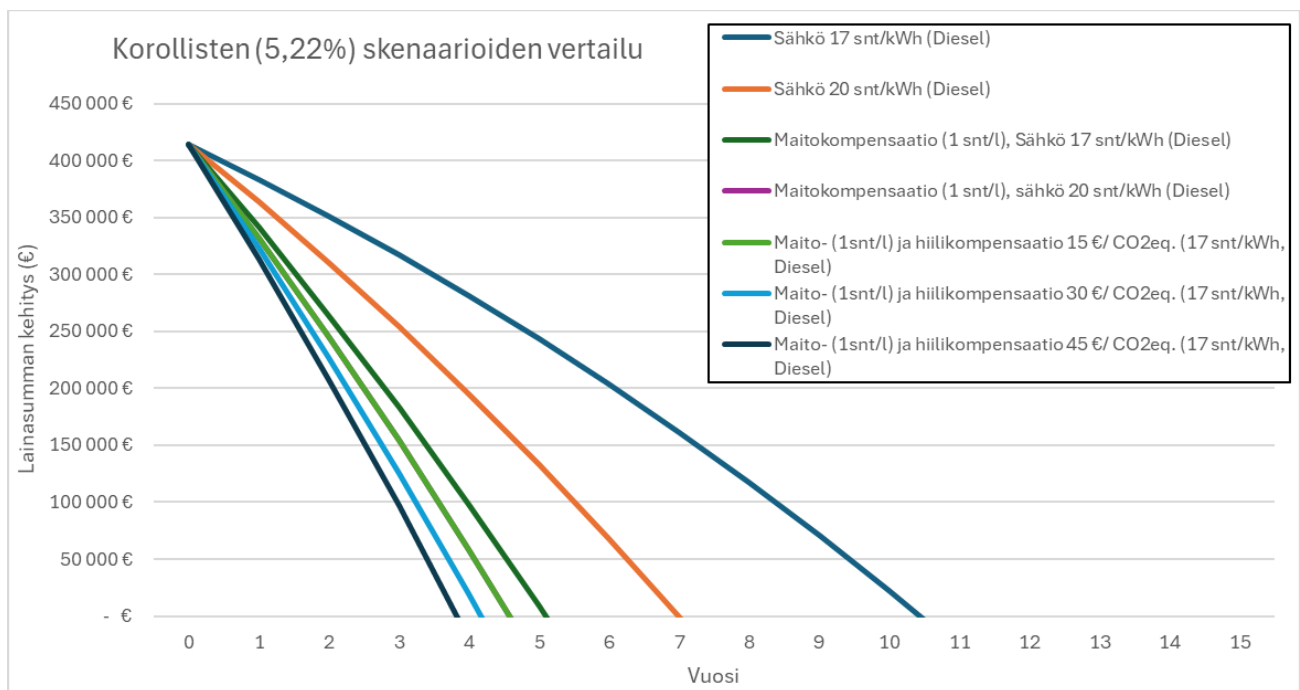
Kootusti vertailtavat kannattavalta näyttävät skenaariot esimerkeistä ovat vertailtavana kuvassa 3. On myös mahdollista, että useammat näistä kompensatioista tulevat voimaan, jonka seurauksena takaisinmaksuajasta voidaan puhua jo muutamassa vuodessa. Nämä laskelmat ovat tehty tähän saakka omaa pääomaa käyttäen.



Kuva 3 Korottomien skenaarioiden vertailua

6. Korkokustannukset

Yrityslainojen korkotasot ovat olleet Suomen pankin mukaan 5,22 %:n keskipörillä⁸. Huomioiden hankintahinnalle korkokustannuksista johtuvat muutokset voidaan laskea todellisempi lainamäärän ja korkokustannuksien kehitys ja arvioida takaisinmaksuaikoja eri skenaarioille korkokustannuksineen (kuva 5).



Kuva 4 biokaasulaitoksen takaisinmaksuajan arvio huomioiden lainan vuosikorko

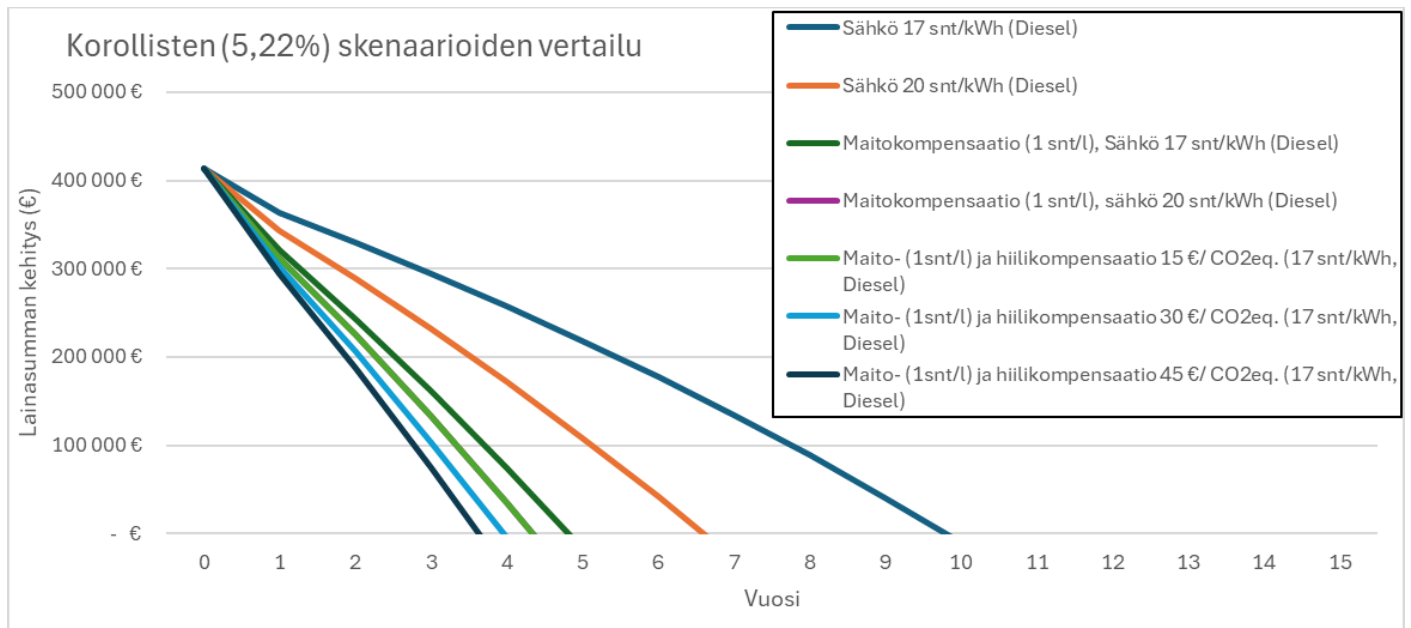
⁸ Yrityslainoja nostettiin niukasti maaliskuussa 2024. Suomen Pankki. 29.04.2024. Viitattu: 20.08.2024. Saatavilla:

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

7. Vuoden ylläpitokustannuksien kattaminen

Toimittajan tietojen mukaisesti ensimmäisen vuoden ylläpidon kustannukset katetaan toimittajan puolesta, jonka jälkeen nämä siirtyvät asiakkaalle.

Huomioimalla nämä laskelmiin nähdään skenaarioiden kannattavuudessa huomattava muutos (Kuva 6).



Kuva 5 Skenaarioiden korollinen kannattavuuslaskenta huomioiden ensimmäisen vuoden korkokustannukset

8. Yhteenveto

Tärkeimpiä kriteereitä kannattavuudelle toimivat kuljetuskustannukset, tuet sekä kiertotaloudelliset tekijät. Huomattavia riskejä skenaariosta ei juuri ole havaittavissa, koska sijaintiensa vuoksi kustannuksen eivät ole korkeita myöskään kuljetuksen osilta. Takaisinmaksuaika nykyiselläkin sähkönkokonaishinnalla ja korkoineen on vain 10 vuotta. Mahdollisuudet tuottaa biokaasua polttoainekustannuksien leikkaamiseen tarjoaisi lyhyiden välimatkojen puolesta matalia säästöjä, mutta kuitenkin omavaraisen osion logistiikan osilta ja voisi tarjota säästöjä myös muiden maatalouskoneiden osalta. Jatkojalostuslaitoksen käyttö liikennepolttoaineen jalostukseen voi olla vaihtoehtona, mutta tämä toisi myös lisäkustannuksia. Suurimmat säästöt saavutetaan sähkönosto- ja -siirtohinnoista saatavilla säästöillä.

Potentiaalisia lisätuloja ovat sertifiointit, kompensatiot ja omavaraisuuden sekä energiatalouden turvaaminen. Investointituki, sähkön hintakehitys, hintavaihtelut ja siitä aiheutuvat säästöt ovat suurimpia kustannus- ja kannattavuuslaskelmien pohjaan vaikuttavia yksittäisiä tekijöitä. Investointi biokaasutuslaitteistoon tuo potentiaalisesti nopean takaisinmaksun erityisesti investointitukien avulla. Maatilojen osalta hanke voi avata mahdollisuuksia vihreän ja ympäristöystävällisen maidon hintakompensatioille sekä hiilisiidonalle. Molempia näistä ratkaisuista on jo käytössä EU-alueella.

Vastaavanlaiselle suuremman kokoluokan laitoskokonaisuudelle on erityisesti huomioitavaa muun ulkopuolisen biomassan käsittely. Biokaasun tuotantoon soveltuvaa biomassaa voidaan myös vastaanottaa muualta ja käyttää sitä

tuotantokapasiteetin nostamiseen, jolloin suuremman kokoluokan laitos voi muuttua kannattavammaksi hankinnaksi.

Oletuksena laskelmalle toimii, että projektin aikaiset kustannukset sisältyvät ruokaviraston investointituen piiriin 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 laitoskokonaisuudella. 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.

Laskurin avulla voidaan arvioida tulojen muutosta ja tarkastella myös mahdollisia tulevia skenaarioita. Laskurin avulla voi tila arvioida tulojen muutosta. Laskurista nähdään myös alapuolelta siihen asetetun vuosikoron vaikutukset. Esimerkiksi skenaarion rakentamisesta:

- **Laitosta ajetaan täydellä kapasiteetilla, joka tässä tilanteessa olisi noin 445 täysikasvuisen lypsykarjan lietemäärä tai muu biomassa**
 - o **alustava kustannuslaskelma näyttää tässä tilanteessa jo huomattavaa kannattavuutta ja tässä tapauksessa**

takaisinmaksu laskee jo 6,8 vuoteen (huom. Takaisinmaksu sisältäen ensimmäisen vuoden ylläpidon sekä käyttäen dieseliä)

- **Asettamalla urakoitsijan laskutus 10 €/t sekä sähkön kokonaishinta 20 snt/kWh (esim. Siirto- ja pörssihinta molemmat 10 snt/kWh)**
 - o **5 vuoden koroton takaisinmaksu**
- **Lisätään hiilikaupan hiilikompensaation hinnaksi 15 €/CO2 eq. tonni**
 - o **4,5 vuoden koroton takaisinmaksuaika**
- **Lisätään vihreän sähkön tuotannon sertifikaatin kompensaatioksi 0,01 €/kWh**
 - o **4,2 vuoden takaisinmaksu**
- **Lisätään vihreän maidon tuotannosta saatavaksi kompensaatioksi 1 snt/litra**
 - o **2,8 vuoden takaisinmaksu**

Takaisinmaksun jälkeen esimerkiksi viimeisenä mainitun skenaarion jälkeen biokaasulaitoksen vuosittainen tuotto tilojen ja laitoksen kokonaisuudelle olisi n. 138 600 €/v tai jopa enemmän, mikäli sähkön kokonaishinnan taso nousee korkeammalle. Esimerkiksi sähkön kokonaishinnalla 24 snt/kWh nousee tulojen summa noin 25 000 €/v, olettaen että tähän sisältyy myös maatilojen saamat säästöt sähkön "omatuotannosta".