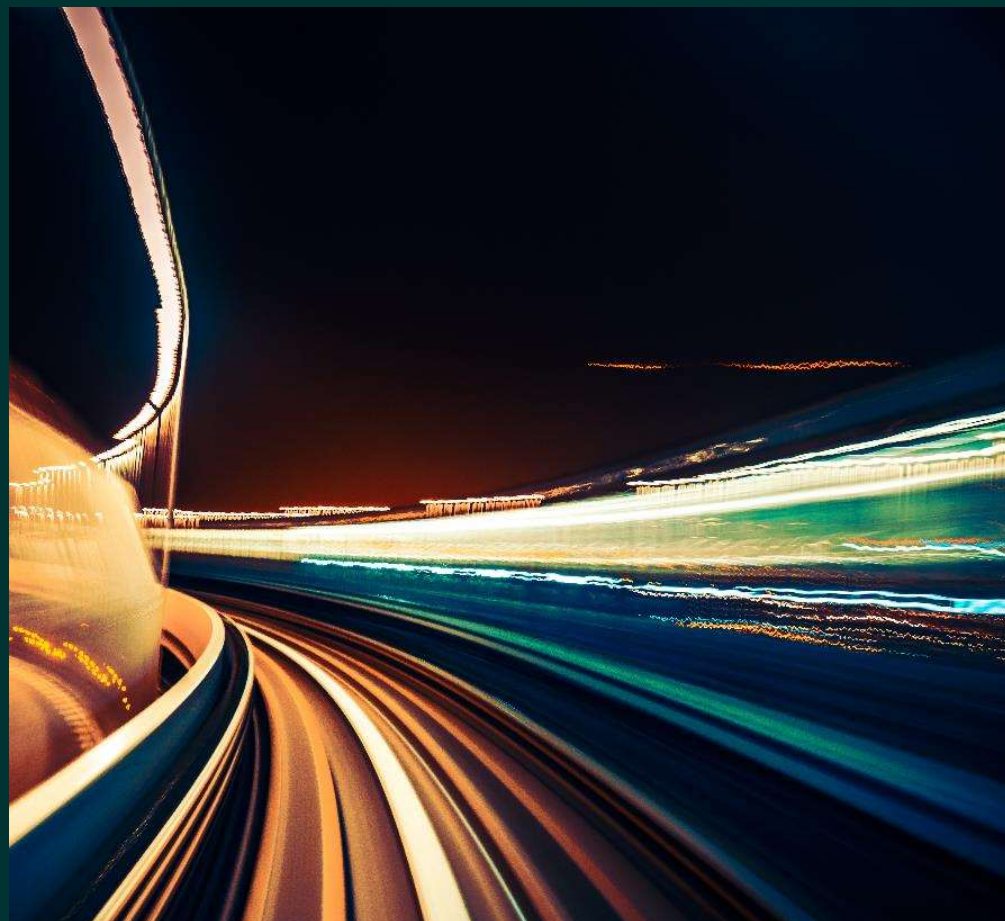


KASE BILETTI- hanke työpaketti 3: Biokaasulaitoksen teknistaloudellisen toteutettavuuden arviointi, Kaustisen Seutukunta

Loppuraportti 24.8.2023



KASE BILETTI

- Tämä selvitys on Kaustisen seutukunnan hallinnoiman KASE BILETTIN toimeksianto.
- KASE Biletti toteutetaan ajalla 1.9.2022-31.8.2023 ja Keski-Pohjanmaan liitto on myöntänyt hankkeelle 80% Euroopan aluekehitysrahaston tukea.
- Hankkeen omarahoitusosuudesta vastaavat Kaustisen seutukunnan kunnat.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Sisällysluettelo

- Laitostyyppien soveltuvuuden vertailu
- Hinta- ja toteutettavuusarvio
- Alustava suunnitelma toiminnan laajentamiselle
- Asiakirjapohjat pohjustamaan laitoshankkeen sidosryhmien kanssa käytäviä keskusteluja
- Rahoitusvaihtoehtojen kartoittaminen

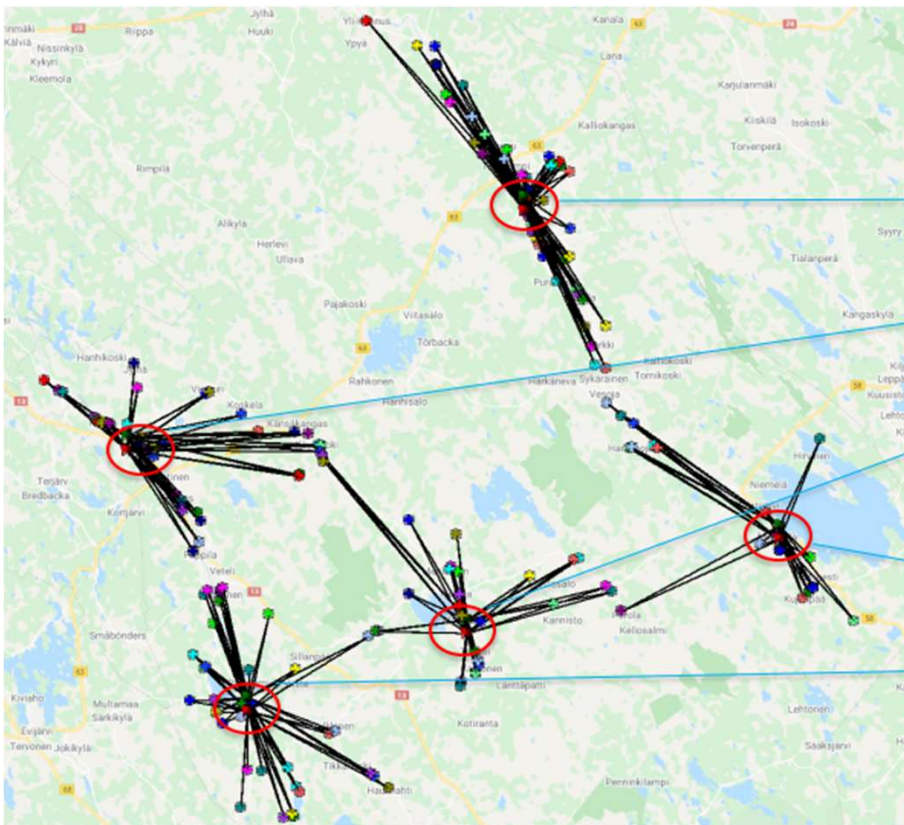
Laitostyyppien soveltuvuuden vertailu



Kaustisen seutukunnan biokaasun syötepotentiaali ja tarkasteltavan laitoksen valinta

- KIERTOON! -hankeen selvityksessä tunnistettiin, että alueellinen biokaasupotentiaali oli 85 GWh ja selvityksessä esitetyn 5 pienen laitoksen mallin biokaasupotentiaali oli yhteensä 32 GWh, yhden laitoksen tuotannon vaihdellessa 3,8 – 7,5 GWh:n välillä.
- Toimeksiannon mukaisesti tarkasteluun tuli ottaa maatilakokoluokkaa suurempi biokaasulaitos
 - ELY-keskuksilta voi hakea biokaasulaitosprojekteihin maaseudun yritystukea, jolla voi kattaa jopa 50 % hyväksytyistä kustannuksista, tuettavan investoinnin kokonaiskustannus saa kuitenkin olla maksimissaan 2 miljoonaa euroa. Tukea voi hakea pienille laitoksille, joiden maksimikoko on 2 MW, joka vastaa noin 17,5 GWh:n biokaasun maksimivuosituotantoa.
 - Mikäli investointi on siis 2 milj. €, tukea on mahdollista saada 1 milj. €. Tämän ylittävät kustannukset tulee rahoittaa muutoin.
 - Yritystuki parantaisi investoinnin kannattavuutta, rajoituksena on se, että laitos ei saisi olla (ainakaan alkuvaiheessa) mukana jakeluvelvoitteessa ja vain pieni osa siitä saisi mennä omaan käyttöön. Eli kaasu tulisi jaella liikenteeseen ilman jakeluvelvoitteeseen kuulumista tai myydä jollekin toiselle toimijalle.
 - Lisätietoa: <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maaseudun-yrittajyys/maaseudun-yritystuet/yrityksen-investointi--ja-kehittamistuet/uusiutuvan-energian-ja-biopolttoaineiden-tuotanto/#nain-haet-tukea-hyrra-asiointipalvelussa>
 - KIERTOON! -hankeen selvityksen perusteella Kaustisen, Halsuan ja Vetelin alueella olisi saatavilla n. 21 GWh biokaasuntuotannon verran raaka-aineita, joka sopisi hyvin ELY-keskukselta saatavan tuen raameihin.
 - Ylimääräinen raaka-ainepotentiaali antaa tuotannolle joustavuutta ja tulevaisuudessa mahdollisuuden tuotannon laajentamiselle

KIERTOON! -hankkeessa tunnistettu raaka- ainepotentiaali ja siinä ehdotettu 5 laitoksen malli



Tarkastelussa olevat laitospaikat

4. Toholampi

Lietelanta: 32 000 t/v
 Kuivalanta: 3 000 t/v
 Peltubiomassa: 3 200 t/v
 Bruttoenergia: 7 500 MWh

1. Kaustinen

Lietelanta: 30 100 t/v
 Kuivalanta: 2 900 t/v
 Peltubiomassa: 2 500 t/v
 Yhdyskuntaliete: 2 000 t/v
 Bruttoenergia: 7 200 MWh

2. Halsua

Lietelanta: 33 000 t/v
 Kuivalanta: 2 000 t/v
 Peltubiomassa: 3 500 t/v
 Bruttoenergia: 7 400 MWh

3. Lestijärvi

Lietelanta: 19 750 t/v
 Kuivalanta: 2 000 t/v
 Peltubiomassa: 1 000 t/v
 Bruttoenergia: 3 800 MWh

3. Veteli

Lietelanta: 27 000 t/v
 Kuivalanta: 8 000 t/v
 Peltubiomassa: 500 t/v
 Bruttoenergia: 6 400 MWh

YHTEENSÄ: 32 000 MWh
 (5 alueellista laitosta)

envitecpolis



- Optimaalinen sijainti n. 17 GWh biokaasulaitokselle sijaitsisi Vetelin keskustassa, josta 30 km säteellä sijaitsevat kaikki aikaisemmassa selvityksessä Kaustisen, Vetelin ja Halsuan alueilta tunnistetut syötteet.
- Toholammin ja Lestijärven alueet vaikuttavat tässä vaiheessa vähemmän kiinnostavilta alueilta biokaasun tuotantoon, koska ne ovat hieman muista erillään, Lestijärvellä oli selvästi pienin raaka-ainepotentiaali ja Toholammille on jo olemassa oleva Lampin Voiman biokaasulaitosprojekti, joten Toholammilla olisi kilpailua syötteistä

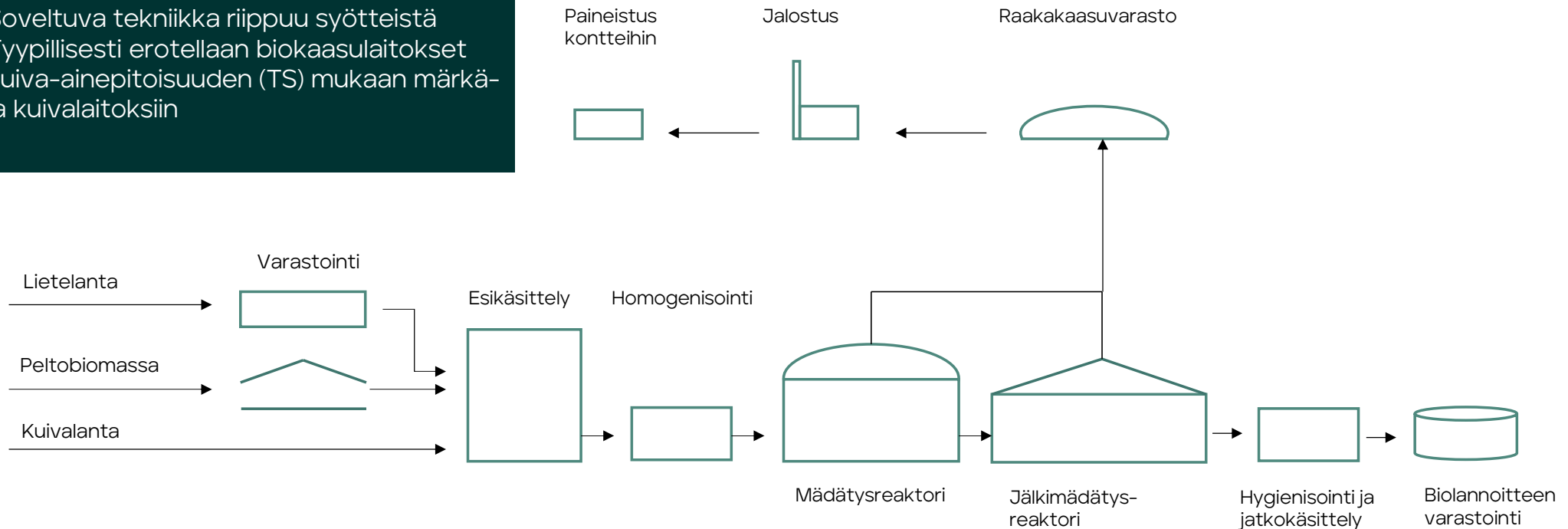
Biokaasulaitoksen raaka-ainepotentiaali

- Alla olevassa taulukossa on Kaustisen Seutukunnan alueelta tunnistetut biokaasuntuotantoon sopivat raaka-aineet ja niiden määrät. Niille on laskettu Wegan omien laskemien mukaiset metaanin- ja energiantuottopotentialit. Johtuen hieman vaihtelevista laskentakertoimista Wegan laskemien mukaan energiantuottopotentiali (n. 22,1 GWh) on hieman suurempi kuin KIERTOON! -hankkeessa tunnistettu (21 GWh).
- Edellä kerrotun mukaisesti laitoksen tavoitekeko on 17,5 GWh:n vuosituotanto, joka saavutetaan hyödyntämällä n. 79 % tunnistetuista syötteistä.
- Taulukossa on tavoitekeko mukaiset syötemäärät, joiden mukaan tämän selvityksen laitostyyppien arviointi tehdään.
- Koska yhdyskuntalietteen määrä on verrattain pieni (2000 t) muihin syötteisiin verrattuna, Wega suosittelee, ettei sitä oteta huomioon. Viljelijät eivät useinkaan halua pelloilleen siitä syntyvää mädätettä, joten sitä tulisi käytännössä mädättää erillisessä reaktorissa, joka ei ole järkevää näin pienellä määrällä.
- Tämän selvityksen aikana valmistui BILETTI hankkeen työpaketissa 2 tehdyt biokaasun toimintamalliskenaariot. Siinä selvityksessä tunnistettu syötemäärä oli hieman kasvanut aikaisempiin selvityksiin verrattuna ja se oli n. 125 000 tonnia. Tämä suurempi syötemäärä huomioidaan tehtävässä 3, jossa esitellään suunnitelmat toiminnan laajentamiselle.

	Määrä [t/v]	Metaanintuotto [Nm ³ CH ₄ /v]	Energintuotto [MWh/v]	Laitoksen tavoitekeko [MWh/v]	Tavoitekeoon suhde raaka- ainepotentiaaliin [%]	Tavoitekeoon mukaiset määrät [t/v]	Mädätettävän massan keskimääräinen kosteus [%]
Lietelanta (Nauta)	90 100	1 153 280	11 533	9 127		71 304	
Kuivalanta (Nauta)	12 900	356 040	3 560	2 818		10 209	
Nurmi	6 500	702 000	7 020	5 556		5 144	
Yhteensä	109 500	2 211 320	22 113	17 500	79 %	86 656	11 %

Biokaasulaitoksen prosessikaavio

- Biokaasulaitokset muodostuvat prosessikaavion mukaisista erilaisista osista
- Soveltuva tekniikka riippuu syötteistä
- Tyypillisesti erotellaan biokaasulaitokset kuiva-ainepitoisuuden (TS) mukaan märkä- ja kuivalaitoksiin



Soveltuva laitostyyppi riippuu syötteistä

- Soveltuva laitostyyppi riippuu laitoksen syötteistä. Mädätysprosessi on samanlainen kaikissa laitoksissa, mutta erilaiset syötteen vaativat erilaisia käsittelytapoja.
- Tyypillisesti puhutaan märkä- ja kuivamädätyslaitoksista
- Märkämädätyslaitoksia käytetään tyypillisesti nopeasti hajoavalle pumpattavalle syötteelle, jossa ei ole isoja kovia paloja (kivet, erilliskerätty biojäte)
- Kuivamädätyslaitoksia käytetään tyypillisesti kuivemmalle (TS>20 %) syötteelle, jossa voi esiintyä isoja paloja
- Mädätyslaitoksiin voidaan syöttää kuivia ja märkiä syötteitä, mutta viipymän tulee kuitenkin olla niin pitkä, ettei mädätysjäännöksestä synny liian paljon metaania

Märkä- ja kuivamädätysteknologian vertailu		
Kriteeri	Kuivamädätys	Märkämädätys
Syötteen kuiva-ainepitoisuus	20 - 40 %	Max 20 %, tyypillisesti < 15%
Reaktorityyppi	Plug-flow, tulppavirtaus	CSTR, jatkuvasekoitteinen säiliöreaktori
Tyypilliset syötteen	Erilliskerätty biojäte, peltobiomassa	Lietelanta, teollisuus- ja yhdyskuntalietteet
Palakoko	Pystyy käsittelemään muutaman sentin pituisia kovia paloja	Vaatii pumpattavan syötteen

Kuivämädätys

- Kuivämädätyksestä puhutaan yleensä kun syötteiden kuiva-ainepitoisuus on yli 20 %, tyypillisesti noin 30 %
- Syöte siirretään tyypillisesti kuljettimilla tai ruuveilla
- Voidaan toteuttaa jatkuvatoimisena tai panostyyppisenä prosessina. Ainoastaan jatkuvatoimiset prosessit täyttävät nykypäivän standardit metaanivuodon osalta
- Vaikka laitos pystyy käsittelemään suurempia paloja, syötteen tulee olla riittävän hienojakoista, jotta mikrobien tarttumispinta on mahdollisimman suuri
- Reaktorin korkeutta rajoittaa materiaalin paino, jottei reaktorin pohjalla oleva materiaali tiivistyisi liikaa. Suurten märkämädysreaktoreiden rakentaminen on siis helpompaa

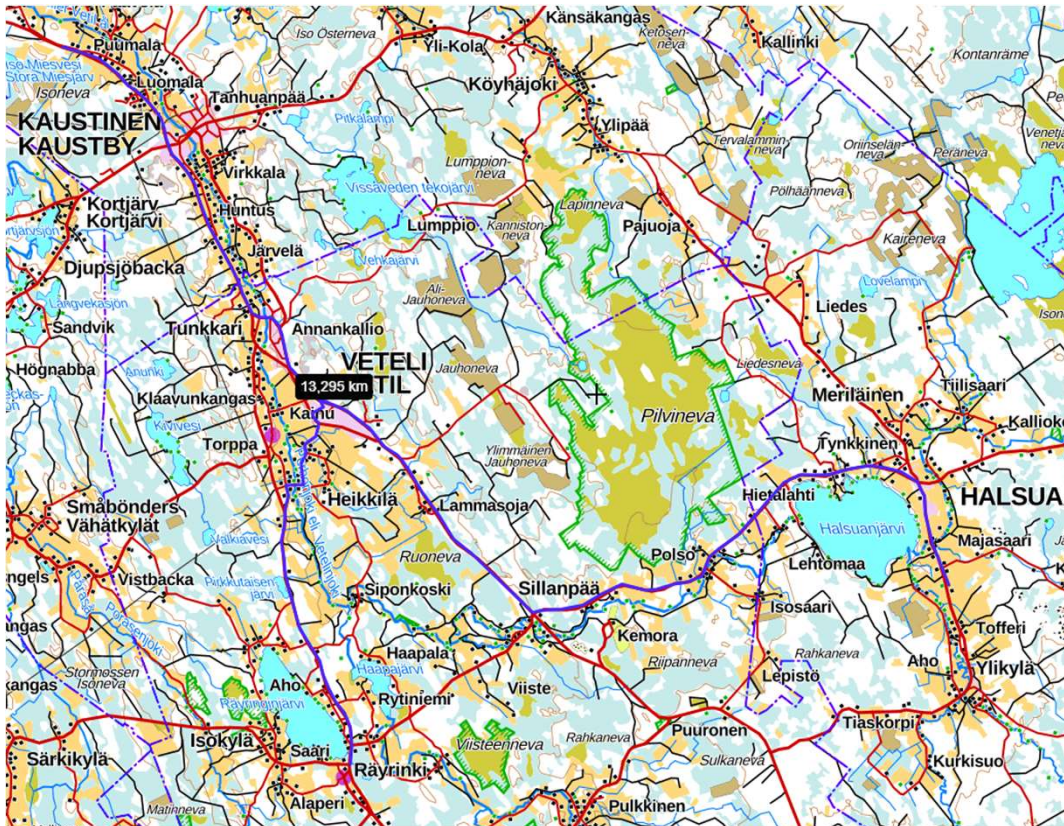


Märkämädätys

- Märkäprosessin kuiva-ainepitoisuus on yleensä alle 15%, mikä mahdollistaa syötteiden pumppaamisen reaktoriin ja reaktorimassan tehokkaan sekoittamisen pienemmillä sekoittimilla
- Prosessiin voidaan lisätä myös kuivia syöttömateriaaleja erillisellä syöttölaitteella tai sekoittamalla kuiva materiaali lietemäisen joukkoon ennen syöttöä. Reaktorin sisällä olevan massan TS on kuitenkin pysyttävä riittävän alhaisena tehokkaan sekoittamisen mahdollistamiseksi
- Reaktorikoon kasvattaminen on helpompaa koska massa ja lämpö sekoittuu hyvin eikä massa tiivisty liian kovaksi korkeissa reaktoreissa



Syötteiden kuljetusmatka Vetelin laitokselle



- Syötteiden kuljetusmatkoja arvioitiin mittaamalla matka tietä pitkin KIERTOON! – hankeessa esitetyiltä Kaustisen, Halsuan ja Vetelin laitospaikoilta Vetelin keskusta. Tätä etäisyyttä käytettiin laskelmissa kunkin kunnan syötteiden keskimääräisenä etäisyytenä laitokseen.
 - Vetelin ja Kaustisen etäisyys oli hieman alle 15 km, johon ne pyöristettiin
 - Halsuan etäisyys oli hieman yli 25 km, johon se pyöristettiin.

Kuljetuskustannusten arvio

- Biokaasulaitosten toimintamallina on yleisesti se, että biokaasulaitos vastaa lannan ja mädätteen logistiikasta, mutta lannasta ei varsinaisesti makseta mitään, jolloin viljelijän saama palkkion syötteen luovuttamisesta on mädätteen parempi lannoitusarvo lantaa verrattuna.
- Peltobiomassojen osalta toimintamallissa on usein tapauskohtaisi eroja, riippuen esimerkiksi tukipolitiikasta, mutta biokaasulaitoksen tulee kuitenkin olla valmis maksamaan vähintään korjuun ja kuljetusten kustannukset. Jossain tapauksissa viljelijä voi pyytää peltobiomassoista niiden täyttä hintaa.
- Logistiikan kustannuksia laskettaessa kuljetuksille on laskettu edestakainen kustannus niin, että paluukuormalla tiloille kulkisi laitoksen mädätysjäännös. Syötteen ja mädätteen purku- ja lastausajat on huomioitu.
- Lietelannan kustannukset nousevat nopeasti etäisyyden kasvaessa, kun taas nurmen osalta etäisyydellä ei ole niin suurta merkitystä, mutta viljelyn kustannukset nostavat sen hintaa.

Lietelannan ja mädätteen kuljetuskustannukset

Etäisyys (km)	5	10	15	20	25	30
Kuljetuksen kustannus (€/t)	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5
Hinta (€/MWh)	26,3	31,1	36,0	40,8	45,7	50,6

Nurmen ja mädätteen kustannukset

Etäisyys (km)	5	10	15	20	25	30
Kuljetusten kustannus (€/t)	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0	4,5
Korjuun ja kuljetusten kustannus (€/t)	12,1	12,5	13,0	13,4	13,8	14,2
Kokonaiskustannus (€/t)	41,4	41,8	42,3	42,7	43,1	43,5
Korjuun ja kuljetusten hinta (€/MWh)	11,2	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2
Kokonaishinta (€/MWh)	38,3	38,7	39,1	39,5	39,9	40,3

Kuivalannan ja mädätteen kuljetuskustannukset

Etäisyys (km)	5	10	15	20	25	30
Kuljetuksen kustannus (€/t)	3,4	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5
Hinta (€/MWh)	12,2	14,4	16,7	18,9	21,2	23,4

Biokaasun jalostus

- Raakakaasun käytössä lämmitykseen tai CHP:lle, tulee kaasu esikäsitellä kuivaamalla sekä suodattamalla suurin osa rikkivedystä ja muista haitta-aineista aktiivihiihiisuodattimilla
 - CHP-käytössä kaasumootoreilla, erityisesti kaasun siloksaanit (piiyhdisteet) ovat moottorille haitallisia
 - Lämmityskäytössä hyötysuhde 85-95 %
 - CHP:n sähköinen hyötysuhde (netto) 35-40 %, lämmöksi 35-45 %. Kokonaishyötysuhde 70-80 %
- Seuraava jalostusaste on poistaa hiilidioksidi, jolloin biometaania voidaan jaella liikenteeseen tai kuljettaa jakeluasemille tai teollisuuteen paineistettuna kuljetuskonteissa
 - Jalostus voidaan tehdä monella eri teknologialla. Parhaiten kullekin biokaasulaitokselle soveltuva teknologia riippuu mm. raakakaasun laadusta, hukkalämmön käyttömahdollisuuksista, sähkön hinnasta, ja vaaditusta biometaanin laadusta
- Korkein jalostusaste on nesteyttää puhdistettu kaasu, joka mahdollistaa kaasun kustannustehokkaan kuljetuksen myös pidemmille matkoille
 - Investointi ja käyttökustannukset korkeammat, mutta toisaalta lopputuotteen hinta on myös korkeampi
 - Vaatii myös biokaasuprosessilta ja puhdistuslaitteistolta enemmän, mm. hyvin vähän hiilidioksidia, happea tai typpeä puhdistetussa kaasussa

Biokaasun jalostusteknologiat

Kalvopuhdistus (membraani)

- Metaani ja hiilidioksidi erotetaan toisistaan selektiivisellä polymeerillä noin 10 bar paineessa
- Korkea metaanipitoisuus (yli 99 % ja pieni hävikki)
- Yksinkertainen ja edullinen. Ei vaadi kemikaaleja, ainoastaan sähköä
- Herkkä epäpuhtauksille, vaatii aktiivihiihi-suodatuksen ennen puhdistusta. Vaadittu esikäsittelyn määrä riippuu myös raakakaasun laadusta.
- Hiilidioksidi saadaan talteen varsin puhtaana, koska epäpuhtaudet poistettu ennen jalostusta

Vesipesu

- Hiilidioksidi ja muut epäpuhtaudet liukenevat veteen, jonka läpi biokaasu ohjataan
- Metaanipitoisuus hieman matalampi, ja hieman suurempi hävikki
- Edulliset käyttökustannukset, sähköä + vettä
- Ei vaadi niin raskasta esikäsittelyä, esimerkiksi rikkivety erottuu jalostusprosessissa, mutta talteen otettu hiilidioksidi vaatii jatkokäsittelyä

Amiinipesu

- Teknisesti samankaltainen vesipesun kanssa, mutta veden sijaan käytetään amiineja
- Erittäin korkea metaanipitoisuus (yli 99,5 %) ja pieni hävikki
- Vaatii noin 150 °C lämpöä hiilidioksidin erotukseen, noin 75 % lämmöstä voidaan ottaa talteen ja käyttää muissa prosesseissa
- Alhainen sähkönkulutus, ja edulliset käyttökustannukset, mikäli hukkalämpö saadaan hyödynnettyä
- Ei vaadi juurikaan biokaasun esikäsittelyä, mutta talteen otettu hiilidioksidi vaatii jatkokäsittelyä

PSA (Pressure Swing Adsorption)

- Hiilidioksidi erotetaan paineessa aktiivihieillä tai zeoliitillä, ja vapautetaan tiputtamalla painetta
- Korkea metaanipitoisuus ja pieni hävikki
- Vaatii ainoastaan sähköä, ja ajoittain adsorptio-materiaalin vaihdon tai regeneroinnin
- Energiaintensiivisempi prosessi verrattuna muihin puhdistusteknologioihin
- Vaatii esikäsittelyn, mm. rikkivedyn ja siloksaanien poiston, jolloin myös talteen otettu hiilidioksidi on varsin puhdasta

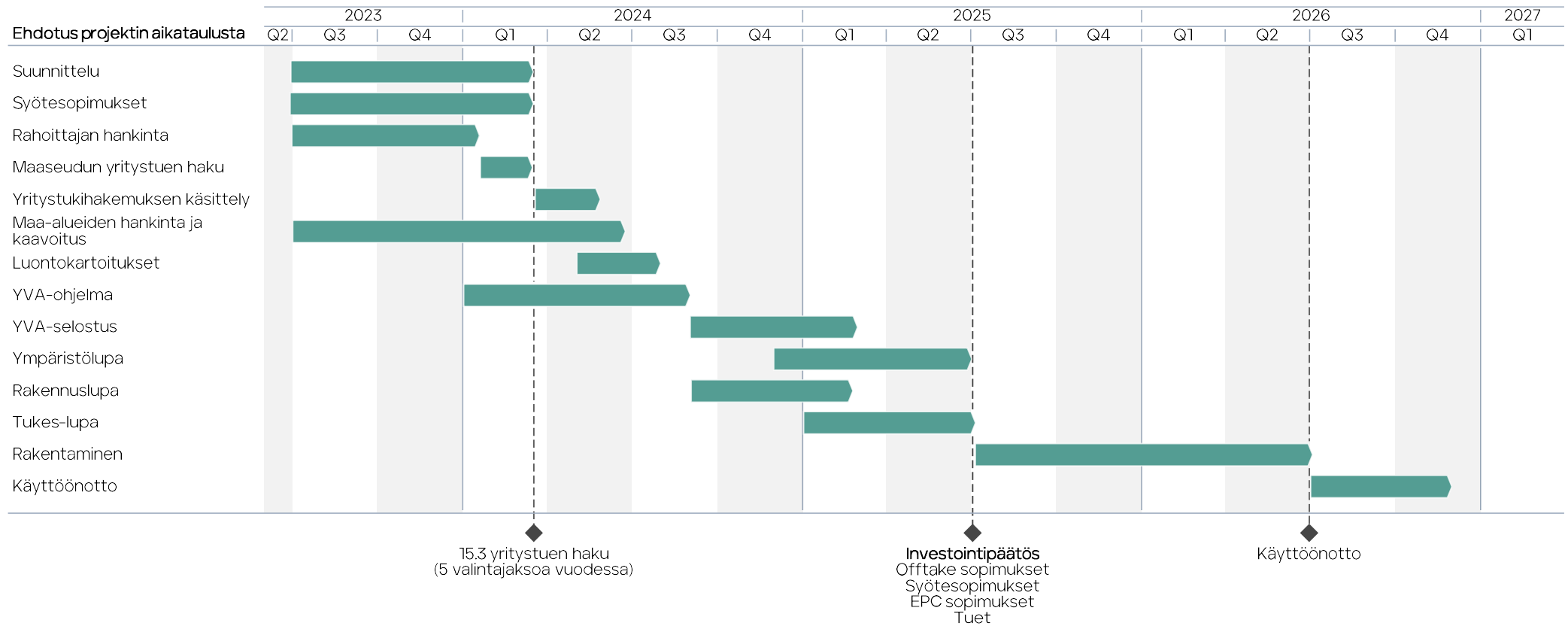
Suositus valittavasta jalostusteknologiasta

- Biokaasulaitoksen syötemateriaalien perusteella, laitoksella tuotettu biokaasu sisältää oletettavasti kohtuullisen vähän epäpuhtauksia.
 - Nurmisyöte voi nostaa kaasun rikkivetyttöisyyttä, riippuen mädätysprosessin toteutuksesta ja ohjauksesta
- Biokaasun puhdistus voidaan tässä tapauksessa toteuttaa millä tahansa teknologialla, mutta oletettavasti joko vesipesuri tai kalvosuodatus ovat kokonaiskustannuksiltaan edullisimmat vaihtoehdot.
- Molemmista puhdistuslaitteista hiilidioksidi on erotettavissa mahdollista jatkokäyttöä varten, kalvosuodatuksesta valmiiksi puhdistettuna
- Vesipesuri ei ole raakakaasun epäpuhtauksien osalta niin herkkä, mikä mahdollistaa syötepohjan laajentamisen helpommin.

Hinta- ja toteutettavuusarvio



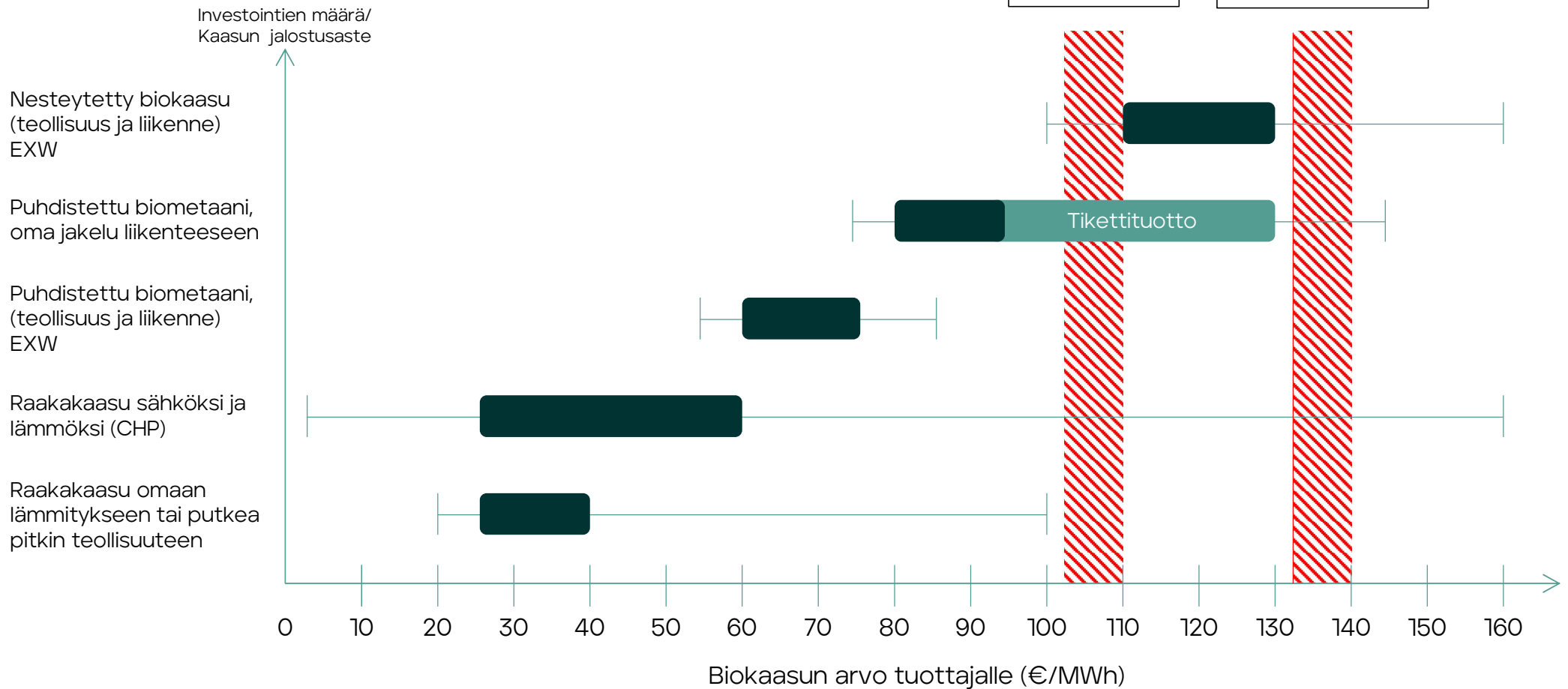
Biokaasulaitosprojektin aikataulu



Kokonaisinvestoinnin suuruus, elinkaarikustannusarvio ja ehdotus valittavasta teknologiasta.

- Tämän kokoluokan märkämädätyslaitoksen kokonaisinvestointi on **6 – 8 M€**
- Vastaavankokoisen kuivämädätyslaitoksen kokonaisinvestointi on **1 – 2 M€ suurempi**
 - Tässä tapauksessa kuivämädätysteknologian käyttö vaatisi lietelannan separointia tiloilla, jolloin kuljetettavien syötteiden massa pienenee yli 50 %. Tällä saadaan aikaan huomattavia kustannussäästöjä logistiikasta.
- Kaasun omakustannehinta riippumatta mädätysteknologiasta on **102 – 110 €/MWh**, kuivämädätys on kuitenkin hieman kalliimpi vaihtoehto.
- Märkämädätysteknologia on vaikuttaa tällä hetkellä edullisemmalla vaihtoehdolta, johtuen pienemmästä investoinnista.
- Lietelannan separoinnin ja märkämädätyksen voidaan myös yhdistää. Se toimisi niin, että biokaasulaitoksesta katsottuna kauimmaisten maatilojen lietelannat separoitaisiin, mutta lähempää lietelanta kuljettaisiin separoimattomana laitokselle. Biokaasulaitos olisi itsessään märkämädätykseen perustuva, jolloin sen investointikustannus on alhaisempi kuin tulppavirtausreaktorin. Mikäli syötteiden kuiva-ainepitoisuus on liian korkea, sitä voidaan alentaa lisäämällä vettä tai kierrättämällä mädätysjäännöstä takaisin reaktoriin.

Kaasun hinnan kehittyminen jalostusasteen mukaan



Kokonaisinvestoinnin suuruus ja elinkaarikustannusarvio. Toimittaja 1, märkämädätys.

Johtopäätöksiä

- Laskelmien mukaan kaasun hinnan laitoksella tulisi olla 103 – 110 €/MWh, jolla takaisinmaksuajaksi saadaan 16 vuotta
 - Vastaa 1,94 – 2,06 €/kg verollista tolppahintaa kaasutankkausasemalla
 - Esimerkiksi Wegas-kaasutankkausasemilla hinta on tällä hetkellä 1,75 €/kg
 - -> Tankkausaseman sijainti olisi suhteellisen hyvä VT 13 varrella Vetelissä, ja lähettyvillä on ainoastaan Toholammin tankkausasema kilpailemassa, mutta korkea hinta vaikeuttaa kaasun myyntiä tankkausasemalla
- Myynti muille tankkausasemille on myös hankalaa kuljetuskustannuksien kasvattaessa hintaa ennestään.
- Suurimmat kustannukset tulevat lietelannan kuljetuksista, laitosinvestoinnin poistoista, työntekijä kustannuksista sekä ostettavasta verkkosähköstä ja kaukolämmöstä. Ehdotuksia kustannusten pienentämiseksi:
 - Lietelannan kuljetuksia optimoimalla. Osalle lietelannasta separointia kannattaa harkita, kuitenkin niin, että märkämädätys on edelleen mahdollista.
 - Sähkön ja lämmön tuottaminen laitoksella raakakaasusta tai hakkeesta kannattaa tutkia. Ostoennergian hintaa liittyy myös epävarmuuksia ja sitä on mahdollista saada halvemmalla tekemällä pitkiä sopimuksia
 - Investoinnin kokoon on vaikea vaikuttaa, varsinkin kun laskelmissa on jo huomioitu yritystuki. Tarkennuksia siihen voidaan saada, mutta kokonaisinvestoinnin suuruus on nyt esitetyn luokkaa. Laitoksen kokoluokkaa kasvattamalla yksikkökustannuksia saadaan pienemmäksi, toisaalta silloin ei enää saada maatalouden yritystukea
- **Laitoksen kannattavuus ei vaikuta tällä hetkellä niin hyvältä ja sitä voi olla vaikea myydä tällä hinnalla. Tulevaisuudessa kaasun hinta voi nousta, mutta se riippuu vahvasti myös politiikkatoimista.**

Teknologiaratkaisun huoltovarmuus

- Lietelannan ja peltobiomassojen mädätykseen sopiva märkämädätysteknologia on kypsässä iässä olevaa perustekniikka, joka sopii hyvin maataloussyötteiden käsittelyyn ja tehokkaaseen kaasuntuotantoon
 - Märkämädätys on selvästi yleisin reaktorityyppi Euroopassa
 - Tämän selvityksen raaka-aineet ovat suhteellisen homogeenisiä, ne eivät sisällä erityisen hankalia raaka-aineita ja laitostoimittajilla on niiden mädättämisestä pitkä kokemus
 - Lietemäisten raaka-aineiden sekoittaminen on helpompaa kuin kiinteämpien ja niiden reaktorin sekoittajille asettamat vaatimukset on pienemmät.
- Märkämädätys on tunnettu ja koeteltu teknologia, joka soveltuu hyvin lietemäisten sekä kuivan ja lietemäisen materiaalin sekoituksen mädätykseen, ja huoltovarmuus on hyvällä tasolla sen yleisyydestä johtuen. Lisäksi teknologian huoltokustannukset ovat maltilliset
- Tulppavirtausreaktorit (kuivamädätys) ovat hieman harvinaisempaa teknologiaa ja esimerkiksi niiden sekoittimiin kohdistuu suurempia rasituksia, kuin märkämädätyksessä. Tulppavirtausreaktorit ovat kuitenkin myös jo kypsässä iässä olevaa teknologiaa eikä huoltovarmuuden kannalta niissä ole ongelmaa.

Alustava suunnitelma toiminnan laajentamiselle

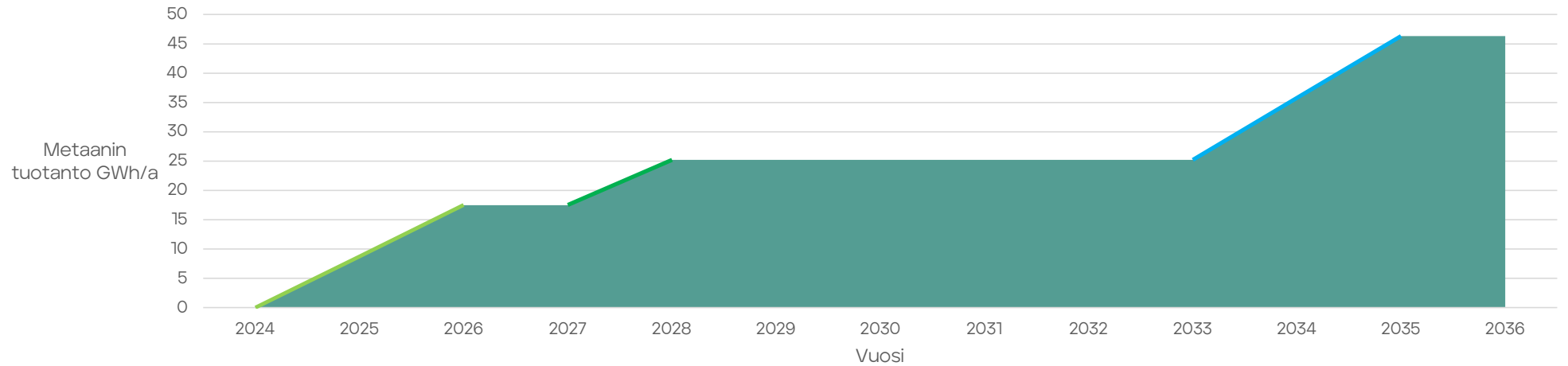


Suunnitelma biokaasulaitoksen toiminnan laajentamiselle

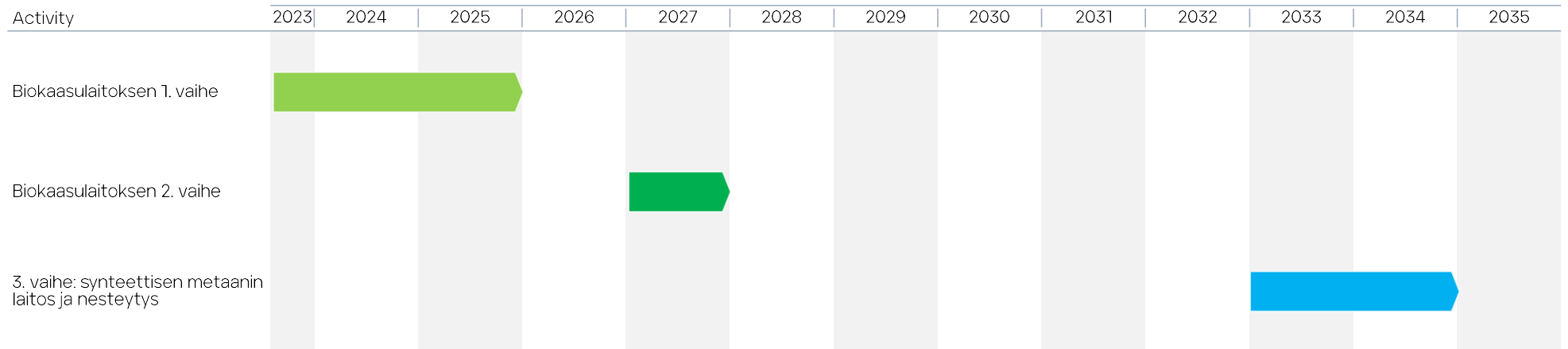
Seuraavaksi on esitetty suunnitelma ja tiekartta miten biokaasulaitoksen toimintaa pystyttäisiin laajentamaan. Projekti on jaettu 3 eri vaiheeseen. Laajennusvaiheista on myös arvioitu niiden toteutettavuutta.

- **1. Vaihe:** laitossuunnitelmaa tehdessä syötemäärä valittiin pienemmäksi kuin alueen varsinainen potentiaali on, jotta biokaasulaitoksen 1. vaiheessa pystyttäisiin hyödyntämään maaseudun yritystukea. 1. vaiheessa biokaasulaitos käsittelisi **87 000 t syötettä ja tuottaisi 17,5 GWh biokaasua**
 - 1. vaiheen toteutus kestää 2 vuotta ja se voitaisiin toteuttaa vuosien 2024 ja 2025 aikana.
- **2. Vaihe:** BILETTI hankeen biokaasun toimintamalliskenaarioselvityksen perusteella syötettä on saatavilla **125 000 t, jolloin kaasutuotanto olisi yli 25 GWh**. Biokaasulaitoksen 2. vaiheessa syötemääriä kasvatettaisiin kokonaispotentiaalin suuruiseksi.
 - 2. vaiheen toteutus kestää vuoden ja se voi toteuttaa melko nopeasti 1. vaiheen jälkeen, jo esimerkiksi vuoden 2027 aikana
- **3. Vaihe:** biokaasulaitoksen viereen rakennetaan **3 MW tehoinen elektrolyyseri tuottamaan vetyä ja 2,5 MW metanointiyksikkö, jossa vedystä ja biokaasun jalostuksessa erotetusta hiilidioksidista valmistetaan synteettistä metaania 21 GWh**. Lisäksi toteutetaan metaanin nesteytyslaitos.
 - 3. vaiheen toteutus kestää arviolta 2 vuotta ja se toteutetaan 5 vuotta 2. vaiheen valmistumisen jälkeen.

Suunnitelma biokaasulaitoksen toiminnan laajentamiselle



■ Tuotanto
 ■ Biokaasulaitoksen 1. vaiheen toteutus
 ■ Biokaasulaitoksen 2. vaiheen toteutus
 ■ 3. Vaihe: synteettisen metaanin ja nesteytyslaitosten toteutus



Biokaasulaitoksen 2. vaihe: syötemäärän kasvattaminen

- Biokaasulaitoksen syötteiden käsittelykapasiteetti nostetaan 125 000 tonniin. Biometaani vuosituotanto olisi yli 25 GWh.
- Jo 1. vaiheen suunnittelussa otetaan huomioon muun muassa seuraavat asiat:
 - 2. vaiheen vaatimat tilavaatimukset tontilla,
 - kaasunpuhdistusyksikkö mitoitetaan 2. vaiheen tarpeiden mukaan 550 Nm³/h raakakaasun virtaamalle, ja
 - ympäristöluvitukset tehdäisiin 2. vaiheen syötemäärien perusteella
- Syötemäärän kasvattamisella ei ole suurta vaikutusta tuotettavan kaasun hintaa. Suurin vaikutus on syötelogistiikan kuluihin, koska toiseen vaiheen syötteitä joudutaan todennäköisesti hankkimaan kauempaa kuin 1. vaiheen syötteitä. Toisaalta suuremmalla syötemäärällä saadaan skaalaetuja, jolloin kaasun tuotantokustannus on alhaisempi.
- Alueella on todennäköisesti mahdollista hyödyntää vielä enemmän esimerkiksi maatalouden jätteenä ja tähteenä syntyviä peltobiomassoja, kuten olkea, kasvien varsia sekä vajaakäytöllä olevien peltojen nurmea.
- Maatalouden yritystuen ehdoista pitää myös varmistaa, ettei se aseta rajoituksia toiminnan laajentamiselle.
- Tämä vaihe on varsin hyvin toteutettavissa ja siihen kannattaa varautua jo 1. vaiheen suunnittelussa.

3. vaihe: synteettisen metaanin tuotanto ja kaasun nesteytys

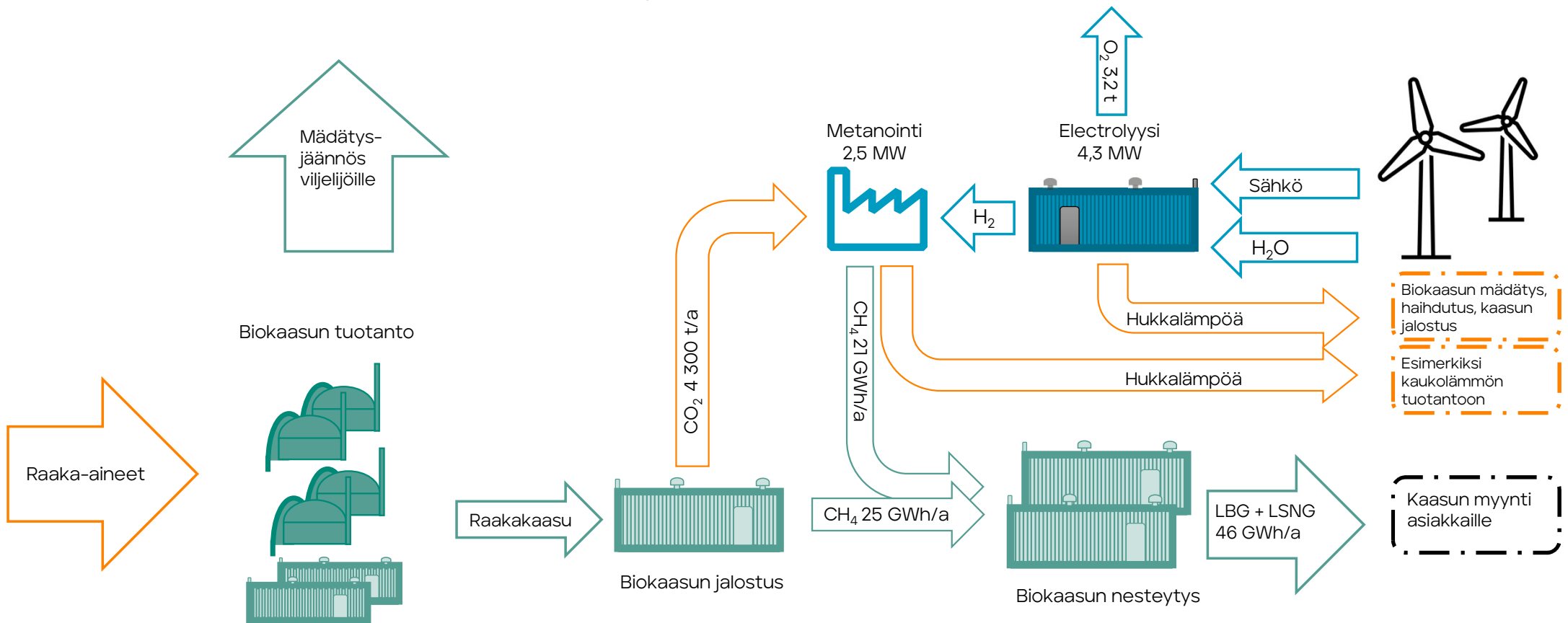
Synteettisen metaanin laitos

- Biokaasua jalostettaessa biometaaniksi, siitä erotetaan mädätyksessä luontaisesti syntynyt hiilidioksidi. Nykyisin biokaasulaitosten hiilidioksidin hyödyntäminen on vähäistä, mutta sitä voitaisiin käyttää esimerkiksi synteettisen metaanin tuotannossa.
- Biokaasulaitoksen 2. vaiheen 25,2 GWh:n biokaasuntuotannolla hiilidioksidia saadaan noin 4 300 t, jolla pystytään tuottamaan yhdessä elektrolyysissä valmistetun vedyn kanssa synteettistä metaania 21,2 GWh.
- Synteettisen kaasun tuotantokustannukset nesteytys mukaan lukien voivat kuitenkin olla jopa yli 200 €/MWh, joka on vielä hyvin korkea, eikä se nykyisillä kaasun hinnoilla ole kannattava. Hinta riippuu paljon esimerkiksi sähkön hinnasta ja hukkalämmön hyödyntämismahdollisuuksista.
- **Tämän vaihe ei ole vielä niin hyvin toteutettavissa ja tämän takia suunnitelmassa 3. vaihe toteutetaan vasta myöhemmin, jolloin kaasun hinta on todennäköisesti korkeampi.**

Biokaasun ja synteettisen metaanin nesteytys

- Kun biokaasu nesteytetään, sen tiheys kasvaa, jolloin sen kuljettaminen kauemmas on myös kannattavampaa. Tällöin myös sen markkina kasvaa ja Suomesta voi olla kannattavaa kuljettaa nesteytettyä kaasua jopa Keski-Eurooppaan asti.
- Wegan tekemien selvitysten perusteella nesteytettävän biometaanin määrällä on merkittävä vaikutus nesteytyksen kustannuksiin. Esimerkiksi 13 GWh:n nesteyttämisen kustannus on 35 €/MWh ja 27 GWh:n nesteyttämisen kustannus on 30 €/MWh. Suuremman kokoluokan laitoksissa nesteytyksen kustannus on noin 20 €/MWh.
- **Nesteytyslaitos kannattaa ehdottomasti toteuttaa mikäli päädytään synteettisen metaanin laitoksen toteutukseen, koska silloin kaasun markkina kasvaa ja siitä voi saada parempaa hintaa.**
- Nesteytyslaitos voi tulevaisuudessa olla myös kannattavaa pelkälle biokaasulaitokselle, vaikka se ei vielä sitä ole. Biokaasulaitoksen pienuus aiheuttaa siihen kuitenkin haasteita.

Esimerkkikuva biokaasun ja synteettisen metaanin tuotantolaitoksesta ja kaasun nesteytyksestä



Asiakirjapohjat
pohjustamaan
laitoshankkeen
sidosryhmien kanssa
käytäviä keskusteluja



Yhteenveto selvityksen aikana laadituista asiakirjapohjista

- Osana toimeksiantoa laadittiin mallit biokaasutuotantoyhtiön osakassopimukseksi, biokaasun myyntiä koskevaksi aiesopimukseksi sekä biokaasun tuotannon raaka-aineenhankintasopimusta koskevaksi aiesopimukseksi
- Sopimusmallit sisältävät ensisijaisesti keskeisimpiä po. sopimuksissa sovittavia ehtoja tilanteessa, jossa biokaasun tuotantolaitosta ollaan harkitsemassa. Luonnollisesti lopullinen toteutustapa ja kunkin sopimuksen sopijapuolten väliset neuvottelut ratkaisevat sopimusten lopullisen sisällön
- Sopimusten laadinnassa ja neuvottelussa on huomioitava erityisesti seuraavat seikat:
 - Kyseessä on pitkäkestoiset sopimuksen, joiden on tarkoitus säilyä voimassa useita vuosia. Tämän vuoksi sopimuksissa on oltava joustoelementtejä muuttuvia olosuhteita silmällä pitäen.
 - Sopimusten on oltava ns. pankitettavia, koska biokaasulaitoksen rakentamisessa todennäköisesti käytetään velkarahoituselementtiä. Pankitettavuus tarkoittaa ensisijaisesti sitä, että sopimukset ovat pankin näkökulmasta riittävä tae siitä, että biokaasuyhtiölle myönnettävät lainat tulevat ajallaan maksetuiksi

















Rahoitusvaihtoehdot



Suomen biokaasusijoittajakenttä

- Investointipäätöksen kannalta keskeisiä asioita:

- Hankkeen maturiteetti
- Taloudellinen kannattavuus
- Tuotantomäärä ja skaala
- Off-take-mahdollisuudet (CBG/LBG)
- Päästövähennyspotentiaali
- Tikettikoko (rahastot)

Yhtiö	Tyyppi	Kotipaikka	Kuvaus
	Teolliset sijoittajat	 +	Yhtiö tuottaa biokaasua yhdeksässä biokaasulaitoksessa Suomessa, ja hankkii kaasua myös kumppanuuslaitoksilta
		 +	Yhtiö tarjoaa erilaisia energiainfrastruktuuriin liittyviä palveluita teollisuusyhtiöille
		 +	One1 toteuttaa, rahoittaa ja operoi biokaasuinvestointeja, etenkin teollisten tuotantolaitosten yhteyteen
		 +	Suunnittelee parhaillaan biokaasulaitoksen rakentamista Ylä-Savoon yhteistyössä Valion kanssa. Rakentaa myös tankkausasemaverkostoa.
		 +	Yhtiön liiketoimintamalli perustuu teollisuuskokoisten biokaasulaitosten omistukseen, operointiin, biokaasuenergian myyntiin sekä polttoainejalostukseen
		 +	Biond operoi kahta biokaasulaitosta Ruotsissa, ja on yksi maan suurimmista biokaasun tuottajista
	Rahastosijoittajat	 +	Valtion erityistehtäväyhtiö, joka keskittyy ilmastonmuutoksen torjumiseen, teollisuuden vähähiilisuuden vauhdittamiseen ja digitalisaation edistämiseen. Pääasiallinen rahoitusinstrumentti on pääomalaina.
		 +	OP Suomi Infra -rahasto tekee sijoituksia esimerkiksi sähkönjakeluun, lämmöntuotantoon ja -jakeluun, uusiutuvaan energiaan, liikenteeseen, tietoliikenteeseen sekä vesihuoltoon
		 +	CapMan Infra sijoittaa infrastruktuurikohteisiin energia, liikenne- ja telekommunikaatiosektoreilla Pohjoismaissa
		 +	CIP on maailman suurin uusiutuvan energian greenfield-investointeihin keskittyvä rahastoyhtiö
		 +	Infranode sijoittaa infrastruktuuriin Pohjoismaissa, pääasiassa liikenteeseen, energiaan, digitaaliseen ja julkiseen infrastruktuuriin.

Ilmastorahasto mahdollisena rahoittajana

- Ilmastorahaston rahoituskategoria mahdollistaa laitosinvestointien, kuten biokaasulaitosten rahoituksen
- Arviointiprosessin keskiössä taloudellisen kannattavuuden lisäksi on mm. julkisen rahan vaikuttavuus, päästövähennyspotentiaali sekä muut positiiviset ulkoisvaikutukset
- Rahaston pääasiallinen rahoitusinstrumentti on pääomalaina
- Orpon hallituksen [hallitusohjelmaan](#) on kirjattu, että Ilmastorahasto keskitetään osaksi [Suomen Teollisuussijoitusta](#) (Tesi)

Ilmastorahaston rahoituskategoriat



Laitosinvestoinnit ja muu ilmastoinfrastrukturi

Ilmastoratkaisun skaalaaminen teolliseen mittakaavaan tai ilmastoratkaisujen kaupallistamista ja skaalausta mahdollistava infrastrukturi.



Ilmastoratkaisujen käyttöönoton vauhdittaminen

Olemassa olevan ja usein jo pienimuotoisesti kaupallisesti todennetun teknologian ja/tai liiketoimintamallin laajentaminen merkittävään kaupalliseen mittakaavaan.



Digitaaliset ilmastoratkaisut

Uuden digitaalisen ilmastoratkaisun, päästövähennyksiä tuottavan ominaisuuden tai data-alustan kehittäminen ja kaupallistaminen.

Ilmastorahaston arviointiprosessi

Kynnysehdot	Vaikutuskriteerit	Aihekohtainen tarkastelu
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uskottava suunnitelma rahoituksen takaisinmaksukykyyn ■ Ilmastorahaston rahoituksella hanke toteutuu aiemmin, laajempaan tai ylipäättänsä ■ Do no significant harm -periaatteen mukaisuus 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Päästövähennyspotentiaali ■ Tuottavuus- ja liiketoimintapotentiaali 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Luonnonvarat ja kiertotalous ■ Luonnon monimuotoisuusvaikutukset ■ Vientipotentiaali ■ Sosiaalinen oikeudenmukaisuus ■ EU rahoituksen kytkeytyminen ■ ...ja muut soveltuvat vaikutukset

Biokaasun tukivaihtoehdot

Investoinnin kokoluokka kasvaa

Maatalouden investointituki

- Maatalouden investointituki maatalouden omaan energian tuotantoon
- Maatilan investointituen avustus on **50 % biokaasulaitoksille**
- Tukea voidaan myöntää maatilan energiantuotannossa tarvittavaan rakentamisinvestointiin **siltä osin kuin energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa**

Energiatuki

- Energiatukihankkeille, joiden kokonaiskustannus on **alle 5 M€**. Tuki **maksimissaan 1,25 M€**
- Energiatukea voidaan myöntää Suomessa toteutettaviin hankkeisiin, joiden tavoitteena on edistää:
 - uusiutuvan energian tuotantoa;
 - energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista;
 - hukkalämmön hyödyntämistä; tai
 - energijärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi.
- Tuen myöntämisestä päättää Innovaatorahoituskeskus Business Finland.

Maaseudun yritystuki

- Sopivin vaihtoehto
- Uudelle biokaasulaitokselle tai tuotantoyksikölle **tuki on 50 % hyväksytyistä kustannuksista, kuitenkin maksimissaan 1 M€**
- Pienille laitoksille, joiden maksimikoko on 2 MW
- Biokaasusta pääosan on mentävä myyntiin, mutta laitos ei saa olla alkuvaiheessa mukana jakeluvaihtoehdoissa
- Maaseutualueiden pienille yrityksille
 - alle 50 työntekijää tai taseen loppusumma on enintään 10 M€

Uuden energiateknologian suurten demonstraatiohankkeiden investointituki

- Energiatukihankkeille, joiden investointikustannus on **yli 5 M€**. Tyypillinen tukisumma on ollut **20 -25 % kustannuksista**.
- Tuen myöntäminen perustuu kokonaisharkintaan ja hankkeiden väliseen vertailuun, jossa arvioidaan
 - erityisesti hankkeeseen sisältyvän teknologian uutuusarvoa.
 - Lisäksi arvioidaan, hankkeen toteutettavuutta,
 - tuotettavaa energiamäärää,
 - kustannustehokkuutta sekä muita vaikutuksia
- Tukea haetaan Business Finlandin järjestelmän kautta, mutta TEM käsittelee hakemukset.

Yhteenveto rahoitusvaihtoehdoista

- Laitosinvestointi edellyttää huomattavaa oman pääoman osuutta, ja tämän kaltaisissa hankkeissa se on tyypillisesti noin 30-50 %
 - Nostetaan joko ennen velkarahoitusta tai samassa suhteessa investoinnin edetessä
 - Voi koostua sekä omasta pääomasta että pääomalainasta
- Velkapääoman osuus on tyypillisesti noin 50-70 % hankkeen kannattavuudesta, omistajista sekä riskitasosta riippuen
- Maatalouden yritystuki on sopivin tukimuoto hankkeen nykykoolle
- Näemme kotimaiset teolliset toimijat luontevimpana ulkopuolisena sijoittajaryhmänä
 - Investoinnin kokoluokka ei todennäköisesti ole riittävän suuri rahastosijoittajille

wego

