



*ArvoLiike –hanke: Biokaasu  
Energiälähteenä kerrosviljelyssä*  
Hämeen Ammattikorkeakoulu  
Loppuraportti

Päivitetty: 15.11.2022  
Envitecpolis Oy

# Lähtökohta

- Tavoite on ollut selvittää maatilakokoluokan biokaasulaitoksen ja kerrosviljelyn mahdollisuuksia energiantuotannon ja hyödyntämisen näkökulmasta.
- Alustavassa tarkastelussa on arvioitu biokaasuntuotannon sähköenergian hintaa, jolla biokaasulaitosinvestointi olisi kannattava sekä myös pinta-alaa kerrosviljelyssä, mille biokaasulaitos pystyisi tuottamaan energiaa.
- Tavoitteena työssä on saada näkymä, onko tarkastelussa olevalla maatila + kerrosviljely – symbioosissa mahdollisuuksia tulevaisuuden toimintamalliksi. Mikäli tunnusluvut näyttävät mahdolliselle, tulee toimintojen osalta tehdä tarkempaa suunnittelua.
- Työssä on lähtöaineistona käytetty seuraavia toimeksiantajan laatimia selvityksiä ja raportteja:
  - *Valituksen ja muun sähkön käytön kustannus kerrosviljelyssä. Järvinen, M. HAMK.*
  - *Perunasta potkua lietelannan biokaasuntuotantoon. Ryyttäri, H. HAMK.*

# Tarkastelujen toteutus

- Tarkastelu on laadittu seuraavasti:
  - On määritetty kahdelle eri syöte pohjalle pohjaavan biokaasulaitoksen biokaasun- ja energiantuotantovolyymit. Jatkossa MALLI 1 ja MALLI 2.
  - On arvioitu biokaasulaitoksen investointitasot pohjaten Envitecpolis Oy:n asiantuntemukseen. Vallitsevassa tilanteessa investointitasojen tarkka arvioiminen on haastavaa
  - On määritetty energianmyyntihinnat, millä laitoksen takaisinmaksuaika olisi noin 8 – 10 vuoden suuruusluokissa.
  - Biokaasulaitosinvestoinnin toteuttaa erillinen yritys tai osakeyhtiöpohjainen maatila, jolloin investointitukimuotona voi olla maaseutuyrityksen investointituki. Myöhemmin työnimenä Biokaasu Oy.
  - Sähköenergian ostaa yritys, joka vastaa kerrosviljelystä. Myöhemmin työnimenä Kerrosviljely Oy.
  - On arvioitu molemmille vaihtoehdoille kerrosviljelyn tuotantovolyymit (kerrosala), mitä biokaasulaitos ruokkisi energian näkökulmasta.

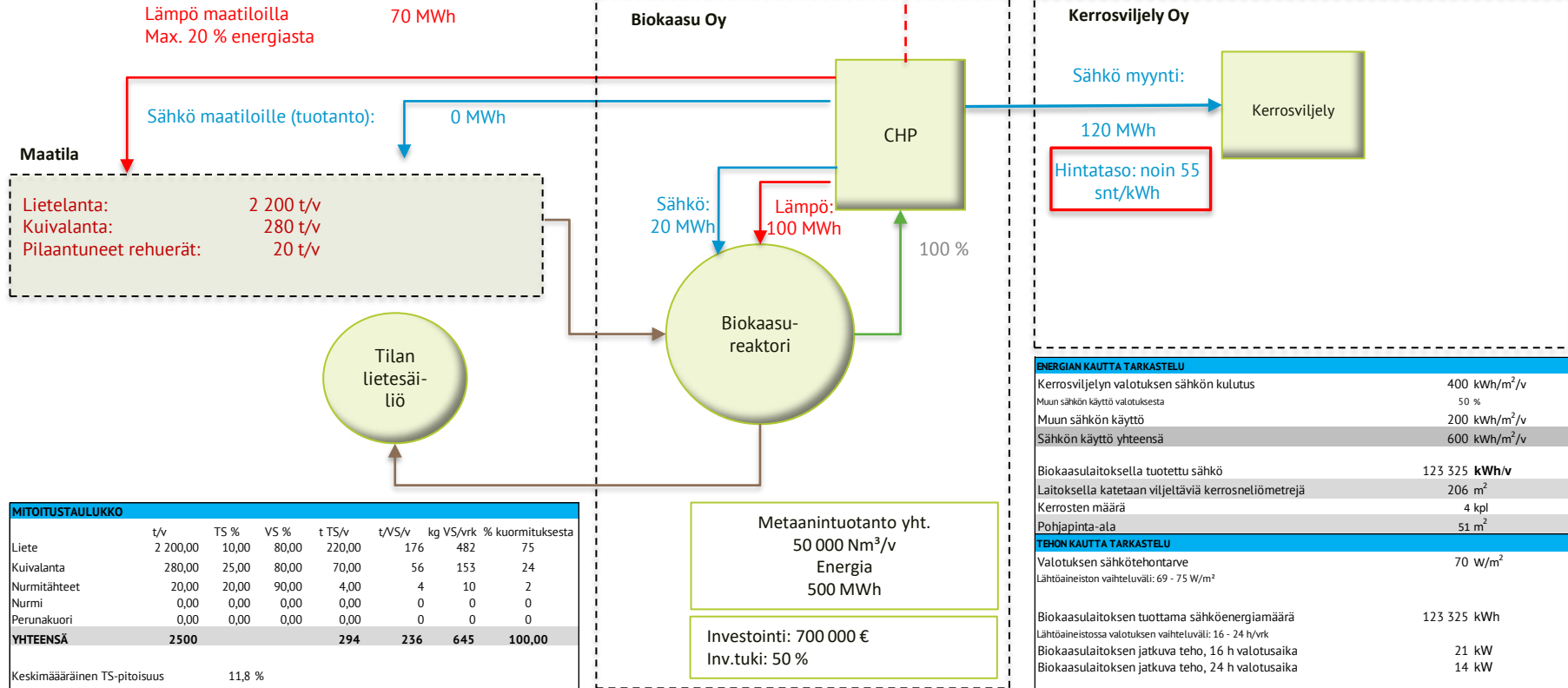
*MALLI 1: Syötteenä vain  
yhden maatalan tuottamat  
jakeet*

# Tarkastelujen toteutus, MALLI 1

- Laskennan lähtötiedot ja rajaus:
  - On määritetty maatilakokoluokka, jonka syötteen hyödynnetään biokaasulaitoksessa. Syötteenä on vain maatilalta muodostuva jakeet, joita ovat:
    - Lietelanta: 2 200 t/v
    - Kuivalanta: 280 t/v
    - Pilaantuneet rehuerät: 20 t/v
  - Investointitasoksi on arvioitu 700 000 €.
  - Investointituki on 50 % (maaseutuyrityksen investointitukitaso raportointihetkellä).
  - Biokaasulaitoksen vuotuiset käyttö-, ylläpito- ja huoltokulut ovat noin 30 000 €, josta suurimman osan muodostava huolto- ja operointikulut sekä hallinto.
  - Laskelmassa on oletuksena, että laitoksen oman käytön jälkeen jäävä ns. nettosähkö myydään Kerrosviljely Oy:lle.
  - Lämpöä hyödynnetään / myydään maatilalla siten, että sen osuus on 20 % biokaasulaitoksen tuottamasta energiasta.

# Tulokset MALLI 1

Lämmön lauhdutus 60 MWh (hukka)



| MITOITUSTAUUKKO              |             |                               |       |            |            |            |                  |
|------------------------------|-------------|-------------------------------|-------|------------|------------|------------|------------------|
|                              | t/v         | TS %                          | VS %  | t TS/v     | t VS/v     | kg VS/vrk  | % kuormituksesta |
| Liete                        | 2 200,00    | 10,00                         | 80,00 | 220,00     | 176        | 482        | 75               |
| Kuivalanta                   | 280,00      | 25,00                         | 80,00 | 70,00      | 56         | 153        | 24               |
| Nurmitähteet                 | 20,00       | 20,00                         | 90,00 | 4,00       | 4          | 10         | 2                |
| Nurmi                        | 0,00        | 0,00                          | 0,00  | 0,00       | 0          | 0          | 0                |
| Perunakuori                  | 0,00        | 0,00                          | 0,00  | 0,00       | 0          | 0          | 0                |
| <b>YHTEENSÄ</b>              | <b>2500</b> |                               |       | <b>294</b> | <b>236</b> | <b>645</b> | <b>100,00</b>    |
| Keskimmääräinen TS-pitoisuus |             | 11,8 %                        |       |            |            |            |                  |
| Reaktorilavuus (arvio)       |             | 500 m <sup>3</sup>            |       |            |            |            |                  |
| Kuormitus                    |             | 1,3 kg VS/m <sup>3</sup> /vrk |       |            |            |            |                  |
| HRT                          |             | 73,0 vrk                      |       |            |            |            |                  |

| ENERGIAN KAUHTA TARKASTELU   |                           |
|--|---------------------------|
| Kerrosviljelyn valotuksen sähkön kulutus                             | 400 kWh/m <sup>2</sup> /v |
| Muun sähkön käyttö valotuksesta                                      | 50 %                      |
| Muun sähkön käyttö   | 200 kWh/m <sup>2</sup> /v |
| Sähkön käyttö yhteensä   | 600 kWh/m <sup>2</sup> /v |
| Biokaasulaitoksella tuotettu sähkö                                   | 123 325 kWh/v             |
| Laitoksella katetaan viljeltäviä kerrosneliömetrejä                  | 206 m <sup>2</sup>        |
| Kerrosten määrä  | 4 kpl                     |
| Pohjapinta-ala   | 51 m <sup>2</sup>         |
| TEHOJEN KAUHTA TARKASTELU  |                           |
| Valotuksen sähkötehotarve  | 70 W/m <sup>2</sup>       |
| Lähtöaineiston vaihteluväli: 69 - 75 W/m <sup>2</sup>                |                           |
| Biokaasulaitoksen tuottama sähköenergiamäärä                         | 123 325 kWh               |
| Lähtöaineistossa valotuksen vaihteluväli: 16 - 24 h/vrk              |                           |
| Biokaasulaitoksen jatkuva teho, 16 h valotusaika                     | 21 kW                     |
| Biokaasulaitoksen jatkuva teho, 24 h valotusaika                     | 14 kW                     |
| Laitoksella katetaan viljeltäviä kerrosneliömetrejä (tehojen kautta) |                           |
| Viljeltävä kerrosneliömäärä, 16 h valotusaika                        | 302 m <sup>2</sup>        |
| Viljeltävä kerrosneliömäärä, 24 h valotusaika                        | 201 m <sup>2</sup>        |

# Johtopäätökset *MALLI 1*

- Määritetyllä syötepohjalla tuotettu sähkömäärä, jota voidaan hyödyntää kerrosviljelyssä on noin 120 MWh.
- Tuotettu sähkömäärä mahdollistaa 16 tunnin valotusajalla noin 300 m<sup>2</sup> ja 24 tunnin valotusajalla noin 200 m<sup>2</sup> kerrosviljelypinta-alan.
- Vastaavasti jotta biokaasulaitoksen takaisinmaksuaika olisi noin 10 vuotta, tulisi sähkön myyntihinnan olla noin 55 snt/kWh.
- Edellä olevien tunnuslukujen kautta määritetyllä tuotantovolyymilla sähkön hinta muodostuu liian korkeaksi sekä lisäksi kerrosviljelypinta-ala rajalliseksi.

***MALLI 2: Syötteenä maatalan  
ja perunankuorijakeet***



# Tarkastelujen toteutus, MALLI 2

Laskennan lähtötiedot ja rajaus:

- On määritetty maatilakokoluokka, jonka syötteet hyödynnetään biokaasulaitoksessa. Syötteenä on vain maatilalta muodostuva jakeet, joita ovat:
  - Lietelanta: 2 200 t/v
  - Kuivalanta: 280 t/v
  - Nurmi: 500 t/v
  - Perunankuorijakeet: 1 200 t/v
  - Pilaantuneet rehuerät: 20 t/v
- Investointitasoksi on arvioitu 1 000 000 €.
- Investointituki on 50 % (maaseutuyrityksen investointitukitaso raportointihetkellä).
- Biokaasulaitoksen vuotuiset käyttö-, ylläpito- ja huoltokulut ovat noin 60 000 €, josta suurimman osan muodostava huolto- ja operointikulut, hallinto sekä nurmen korjuukustannukset (korjuupinta-ala 50 ha, 250 €/ha)
- Laskelmassa on oletuksena, että laitoksen oman käytön jälkeen jäävä ns. nettosähkö myydään Kerrosviljely Oy:lle.
- Lämpöä hyödynnetään / myydään maatilalla siten, että sen osuus on 20 % biokaasulaitoksen tuottamasta energiasta.
- Syötteistä perunankuorijakeen osuus on 30 % kokonaissyötetonnimäärästä. Tämä määrä voisi tutkimusten mukaan olla suurempikin, niin että vaahtoamista ei muodostu. Laskelmassa ei ole käytetty maksimaalisia arvoja.

# Vaihtoehto 2

Lämmön lauhdutus 300 MWh (hukka)

Lämpö maataloilla  
Max. 20 % energiasta  
280 MWh

Sähkö maataloille (tuotanto):  
0 MWh

Biokaasu Oy

Kerrosviljely Oy

Sähkö myynti:

460 MWh

Hintataso: noin 21  
snt/kWh

Kerrosviljely

CHP

Sähkö:  
70 MWh

Lämpö:  
370 MWh

100 %

Biokaasu  
laitos

Metaanintuotanto yht.  
180 000 Nm<sup>3</sup>/v  
1 800 MWh

Investointi: 1 000 000 €  
Inv.tuki: 50 %

Tilan  
lietesäi-  
liö

Maatila

Lietelanta: 2 200 t/v  
Kuivalanta: 280 t/v  
Pilaantuneet rehuerät: 20 t/v  
Nurmi: 500 t/v  
Perunankuoria: 1 200 t/v

## ENERGIAN KAUTTA TARKASTELU

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Kerrosviljelyn valotuksen sähkön kulutus | 400 kWh/m <sup>2</sup> /v |
| Muun sähkön käyttö valotuksesta          | 50 %                      |
| Muun sähkön käyttö                       | 200 kWh/m <sup>2</sup> /v |
| Sähkön käyttö yhteensä                   | 600 kWh/m <sup>2</sup> /v |

|   |                    |
|---|--------------------|
| Biokaasulaitoksella tuotettu sähkö                  | 459 696 kWh/v      |
| Laitoksella katetaan viljeltäviä kerrosneliömetrejä | 766 m <sup>2</sup> |
| Kerrosten määrä                                     | 4 kpl              |
| Pohjapinta-ala                                      | 192 m <sup>2</sup> |

## TEHON KAUTTA TARKASTELU

|   |                     |
|---|---------------------|
| Valotuksen sähkötehoratarve                             | 70 W/m <sup>2</sup> |
| Lähtöaineiston vaihteluväli: 69 - 75 W/m <sup>2</sup>   |                     |
| Biokaasulaitoksen tuottama sähköenergiämäärä            | 459 696 kWh         |
| Lähtöaineistossa valotuksen vaihteluväli: 16 - 24 h/vrk |                     |
| Biokaasulaitoksen jatkuva teho, 16 h valotusaika        | 79 kW               |
| Biokaasulaitoksen jatkuva teho, 24 h valotusaika        | 52 kW               |

Laitoksella katetaan viljeltäviä kerrosneliömetrejä (tehojen kautta)

|   |                     |
|---|---------------------|
| Viljeltävä kerrosneliömäärä, 16 h valotusaika | 1125 m <sup>2</sup> |
| Viljeltävä kerrosneliömäärä, 24 h valotusaika | 750 m <sup>2</sup>  |

## MITOITUSTAUULUKKO

|                 | t/v          | TS %  | VS %  | t TS/v     | t VS/v     | kg VS/vrk    | % kuormituksesta |
|-----------------|--------------|-------|-------|------------|------------|--------------|------------------|
| Liete           | 2 200,00     | 10,00 | 80,00 | 220,00     | 176        | 482          | 31               |
| Kuivalanta      | 280,00       | 25,00 | 80,00 | 70,00      | 56         | 153          | 10               |
| Nurmitähteet    | 20,00        | 30,00 | 90,00 | 6,00       | 5          | 15           | 1                |
| Nurmi           | 500,00       | 30,00 | 90,00 | 150,00     | 135        | 370          | 24               |
| Perunakuori     | 1 200,00     | 18,00 | 90,00 | 216,00     | 194        | 533          | 34               |
| <b>YHTEENSÄ</b> | <b>4 200</b> |       |       | <b>662</b> | <b>567</b> | <b>1 553</b> | <b>100</b>       |

|                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Keskimääräinen TS-pitoisuus | 15,8 %                        |
| Reaktoritilavuus (arvio)    | 800 m <sup>3</sup>            |
| Kuormitus                   | 1,9 kg/VS/m <sup>3</sup> /vrk |
| HRT                         | 69,5 vrk                      |

Vihreä solu: Perunajakeen osuus kuormituksesta. Perunankuorisen osuus syötelmästä on 30 % kokonaistonni määrästä. Perunankuorien osuus voisi tuktimuksen mukaan olla jopa 70 % perunajakeet 30 % lanta. Laskelmassa ei ole kuitenkaan käytetty maksimaalisia määriä.

# Johtopäätökset *MALLI 2*

- Määritetyllä syötepohjalla tuotettu sähkömäärä, jota voidaan hyödyntää kerrosviljelyssä on noin 460 MWh.
- Tuotettu sähkömäärä mahdollistaa 16 tunnin valotusajalla noin 1 100 m<sup>2</sup> ja 24 tunnin valotusajalla noin 700 m<sup>2</sup> kerrosviljelypinta-alan.
- Vastaavasti jotta biokaasulaitoksen takaisinmaksuaika olisi noin 10 vuotta, tulisi sähkön myyntihinnan olla noin 21 snt/kWh.
- Edellä olevien tunnuslukujen kautta määritetyllä tuotantovolyymilla sähkön hinta on jo merkittävästi alempi ja vastaavasti kerrosviljelypinta-ala riittävän suurella tasolla, jotta ko. tuotanto voisi olla mahdollista.
- Mallin 2 mukaisella syötepohjalla ja suunnitellulla yhteistyömallilla voisi olla mahdollisuuksia ja tämä toimintamallin edellytykset parantuisi mikäli syötemäärää kasvatetaan. Tutkimusten mukaan myös perunanjalostuksen sivujakeiden käyttö voisi olla runsaampaa suhteessa lietelantaan, joka edelleen parantaa kaasuntuottoa sekä myös porttimaksutuloja.

Toni Taavitsainen  
Johtava asiantuntija  
044 303 5006  
[toni.taavitsainen@envitecpolis.fi](mailto:toni.taavitsainen@envitecpolis.fi)

