



**Euroopan unionin  
osarahoittama**



**POHJOIS-  
POHJANMAA**  
COUNCIL OF OULU REGION



**Haapaveden-Siikalatvan  
seutukunnan  
kehittämiskeskus**



# **Haapaveden-Siikalatvan seutukunnan ekoenergia – toimintamalli maaseudun hybridiin uusiutuvaan energiaan (EKOENERGIA)**

**BIOKAASUN TUOTANNON LAITOSKOKONAISUUDET JA KANNATTAVUUS**

Juuso Kiviniemi (Haapaveden-Siikalatvan seutukunnan kehittämiskeskus), Joonas Rukajärvi & Tiina Mattila (Oulun ammattikorkeakoulu)



# SISÄLTÖ

**Huomioita laitoskokonaisuuksien tarkastelusta**

**Maatilakokoluokan laitoskokonaisuus**

**16-16-16-biokaasuekosysteemi**

**50 GWh laitoskokonaisuus**

**Yhteenveto**

An aerial photograph of a farm complex. In the foreground, a large green building with a grey roof is covered in solar panels. To the left of the building are three large yellow silos. A paved road curves around the building. In the background, there are various farm buildings, a pond, and a large white wind turbine on a hill. The surrounding landscape consists of green fields and trees under a cloudy sky.

# Huomioita laitoskokonaisuuksien tarkastelusta

# Liiketoiminnallinen tarkastelu

Laitoksen kannattavuudessa on hyvä kiinnittää huomiota kiinteisiin kustannuksiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset syntyvät laitoksen rakentamisesta, sopimuksista ja huolloista. Muuttuvat kustannukset ovat nimensä mukaisesti muuttuvia. Näihin sisältyy muun muassa polttoainekulut, lainojen korot, sähkön hinta yms. Eli laitoksen kannattavuus voi näyttää hyvin eriltä riippuen minkä hetken hintatiedoilla kannattavuutta tarkastellaan.

Tässä koosteessa nostetaan esille yleisiä huomioita biokaasuliiketoimintaan liittyen. Koosteessa esitellään kolme erilaista biokaasulaitoskokonaisuutta ja tarkastellaan niihin liittyviä kannattavuustekijöitä, hyötyjä sekä haasteita.

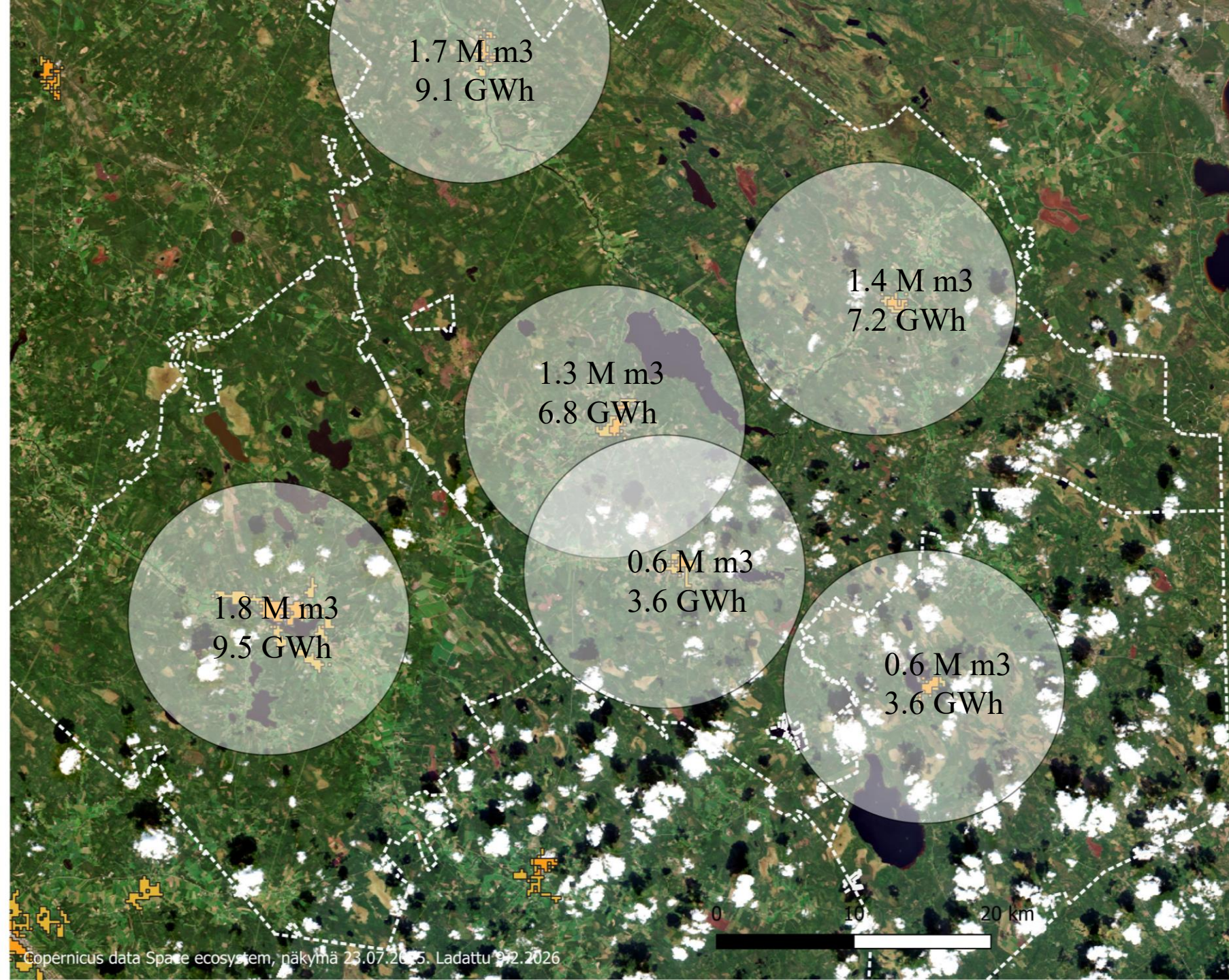
# Biokaasulaitoksen käyttöikä on 30 vuotta

Karkeasti biokaasulaitoksen tekninen käyttöikä on noin 30 vuotta. Maatilakokoluokan laitoksessa, jossa yksi tilallinen voi suunnitella tilansa toimintaa pidemmälläkin aikajanaalla, riskit ovat pienempiä kuin usean tilan yhteislaitoksessa, jossa useiden tilallisten sitouttaminen pitkäksi aikaa voi olla haastavaa.

# Sijainti asettaa reunaehdot suunnittelulle

Siirtohäviöiden minimoimiseksi energia kannattaa tuottaa mahdollisimman lähellä käyttökohdetta. Seuraavalla sivulla esitellään kuva seutukunnan asutuskeskuksista, joissa sijaitsee lämpövoimala. Kuvaan on huomioitu 20 km säteellä alueet, jotka kuvaavat asutuskeskuksia ja laskettu näiden alueiden biokaasuntuotantopotentiaali oljen ja lietelannan suhteen. Taulukkoon on laskettu kunkin asutuskeskuksen lämmöntarve – lämmöntuotannossa olisi mahdollista hyödyntää biokaasua.

Huomionaervoista on, että biokaasuntuotannon potentiaalia on mahdollista kasvattaa muilla biomassoilla, kuten jätevesilietteillä, biojätteellä ja peltobiomassasivuvirroilla.



paikka	lämmöntarve/ vuosi
Rantsila	6 GWh/a
Pulkkila	8 GWh/
Kestilä	3 GWh/a
Piippola	4 GWh/a
Pyhäntä	15 GWh/a
Haapavesi	30 GWh/a



Kuvaan on  
huomioitu 20 km  
säteellä  
asustuskeskusten  
olki- ja  
lantapohjainen  
biokaasuntuotanto  
potentiaali

# Syötepotentiaali ja saatavuus määrittävät biokaasuntuotannon suunnittelua

Biokaasuntuotantoa suunnittelua ohjaa paikallisten raaka-aineiden saatavuus ja paikallinen syötepotentiaali. Seutukunnan vahvimmat perussyötteen ovat lietelanta, nurmi ja olki, jotka muodostavat tasaisen ja ennustettavan pohjan biokaasun tuotannolle.

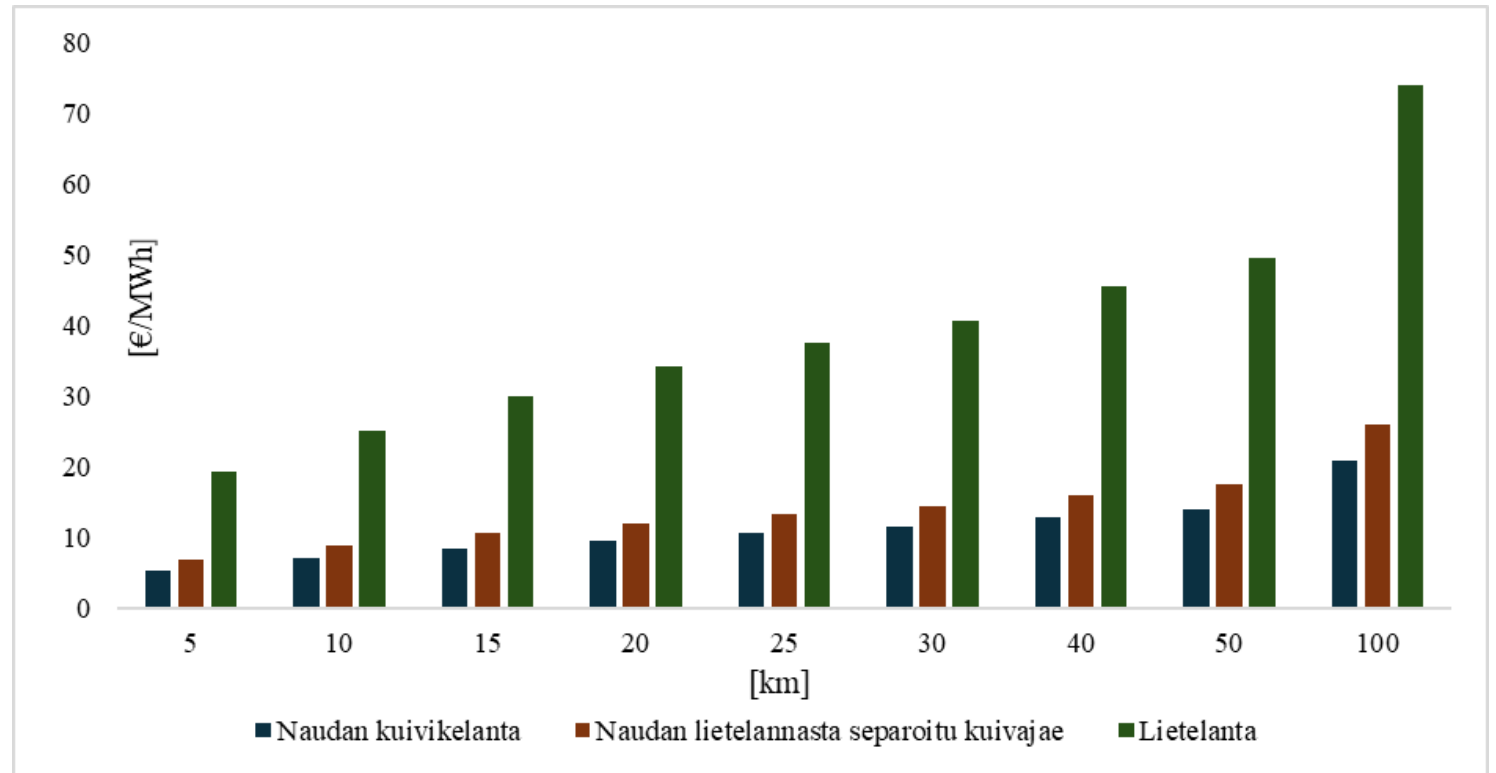
Kausivaihtelu vaikuttaa erityisesti peltobiomassoihin, kun taas lietelantaa ja jätevesilietteitä on saatavilla tasaisemmin. Raaka-aineiden laatu, määrä ja saatavuus asettavat reunaehdot sille, minkä kokoluokan toiminta on lähtökohtaisesti kannattavaa.

# Logistiikan suunnittelulla on tärkeä asema

Syötteiden alkuperä ja metaanintuottopotentiaali vaikuttavat logistisiin ratkaisuihin ja syötteiden kustannustehokkuuteen. Heikkotuottoiset massat tulee kerätä läheltä, korkeampaa metaanituottoa sisältävät sekä **porttimaksulliset** voidaan kuljettaa kauempaakin. Syötteiden separointi (syötteiden erottelu neste- ja kuivajakeeseen) voi pienentää kuljetuskustannuksia jopa **kolminkertaisesti**, mikä vaikuttaa merkittävästi laitoksen optimointiin.

# Esimerkki kuljetuskustannuksista

Kuvassa tarkasteltu yhden rekka-  
lastillisen (30t) hintoja tuotettua  
megawattia kohti eri etäisyyksillä.  
Hintaerot selittyvät biomassan  
kuiva-ainepitoisuutta koskevilla  
eroilla: lietteessä paljon vettä -  
vedestä ei muodostu metaania.  
Karkeasti lannan separointi  
vähentää kuljetuskustannuksia  
kolminkertaisesti. Huomioitavaa  
on kuitenkin, että lietettä voidaan  
siirtää myös putkella.



# Suunnittelussa on tärkeää huomioida toimintaa koskevat luvat

Biokaasuntuotantoa suunniteltaessa on tärkeää huomioida laitospuolelta suunnittelua, rakentamista ja toimintaa koskevat luvat. Laitoskoko ja esimerkiksi biokaasun käyttökohteet määrittelevät, millaisia lupia toimintaa varten vaaditaan.

Tyypillisesti alle 20 GWh:n laitokset voidaan luvittaa kevyemmin, sillä ne eivät pääsääntöisesti vaadi YVA-menettelyä. Suuremman mittaluokan laitokset, joiden syötemäärä on yli 35 000 tonnia vuodessa, ovat YVA-menettelyn piirissä. YVA-menettely lisää perustamiskustannuksia ja pidentää hankkeen aikataulua.

# Jalostus lisää investointikustannuksia

Biokaasuntuotantoa suunniteltaessa on ensiarvoisen tärkeää pohtia nieluja tuotetulle energialle. Esimerkiksi jalostus biometaaniksi tai hiilidioksidin talteenotto nostavat laitosteknologian investointikustannuksia, mutta myös kannattavuutta. Suuremman mittaluokan toiminnassa jalostus on taloudellisesti perusteltua kannattavuuden nostamiseksi.

Toimintaa suunniteltaessa on tärkeää kiinnittää huomioita erilaisiin investointeihin, jotka voivat tukea toimintaa ja parantaa kannattavuutta. Tuotetulle energialle on hyvä tarkastella käyttökohteita myös paikallisesti ja alueellisesti. Biokaasun tuotannossa voi myös löytyä erilaisia synergioita muun paikallisen toiminnan kanssa.

An aerial photograph of a farm complex. The scene features several large green domes, likely for anaerobic digestion, connected by yellow pipes. There are several red barns and numerous silver silos. A large white truck is parked near one of the barns. In the background, there are solar panels and a line of wind turbines. The entire farm is situated in a lush green field.

# Maatilakokoluokan laitoskokonaisuus



# Maatilakokoluokan laitoskokonaisuus

Maatilakokoluokan laitokset pystytään mitoittamaan syötepotentiaalin mukaan ja laitoksia voidaan myös ajaa oman energiatarpeen mukaan. Toimintaa suunniteltaessa on kuitenkin hyvä huomioida, että suuremman laitoksen investointi maatilalle nostaa paitsi rakennus- myös käyttökustannuksia. Tyypillisesti maatilakokoluokan laitokset suunnitellaan oman energiantarpeen mukaan, tällöinkin ylituotantoa voi syntyä 10–20 %.

Hyvän suunnittelun ansiosta maatilakokoluokassa syötteiden logistiikka saadaan minimiin, eikä kuljetuksesta aiheudu lisäkustannuksia. Tilakohtaiset ratkaisut muodostavat suljetun kierron, jossa sivuvirrat, energia ja ravinteet kiertävät tilan sisällä.

# Useiden tilakohtaisten laitosten kokonaisuus on myös mahdollinen

Mikäli useampia tilakohtaisia biokaasulaitoksia mitoitettaisiin syötepotentiaalin mukaan, eikä oman energiatarpeen mukaan, voisi vartenotettavana vaihtoehtona toimia myös useamman tilakohtaisen laitoksen kokonaisuus. Tällaisessa mallissa kaasua tuotettaisiin kaasulinjastoon (putkisto), jota pitkin tiloilla tuotettu raakakaasu siirrettäisiin keskitettyyn jalostusyksikköön.

# Yksittäisen tai muutaman tilan muodostama pieni ekosysteemi

Muutama tila (1–5 tilaa) voisi mahdollistaa 1–5 GWh:n nimellistehoisen ekosysteemin. Esimerkiksi 200 lypsylehmän tila, jolta olisi lannan lisäksi saatavilla myös nurmea ja olkea laitoksen syötteiksi, mahdollistaa nimellisteholtaan n. 1 GWh:n laitoksen. Biometaanin jalostus on kustannustehokkaampaa sijoittaa yhteen paikkaan.

Investointi on yksittäiselle tilalle suuri, mutta samalla se tuottaa energiaomavaraisuutta ja vähentää lietteenlevityskustannuksia. Jatkossa investointitukea saanut tila voi myös myydä energiaa tilan ulkopuolelle, mikäli hyödyntää vähintään 50 % tuotetusta energiasta itse.

# Tilakohtaisten laitosten tai pienten ekosysteemien hyötyjä

Pienet maatilakokoluokan laitosratkaisut tulevat energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Pienemmän kokoluokan ratkaisuissa logistiikkaratkaisut ja sen myötä logistiikasta syntyvät kustannukset pysyvät maltillisina. Lyhyemmillä matkoilla pieni ekosysteemi mahdollistaa myös kustannustehokkaat putkilogistiikkaratkaisut. Lietteiden ravinnekiertoa koskeva optimointi on myös helpompaa, kun se voidaan tehdä tilakohtaisesti.

# Tilakohtaisten laitosten tai pienten ekosysteemien haasteita

Haasteena on tilakohtaisten laitosten tai pienten ekosysteemien kohdalla on suuret investointimenot (CAPEX) suhteessa laitoksen kokoon. Pienen mittaluokan laitosten yhteyteen ei ole taloudellisesti kannattavaa sijoittaa jalostusyksikköä, joten kaasun tuottaminen kannattaa mitoittaa lämmön tarpeen mukaan. Mikäli tilalla sijoitetaan biokaasureaktorin yhteyteen myös sähkögeneraattori. Sähkön tuotannon määrää voidaan kasvattaa hybridiratkaisuilla. Esimerkiksi biokaasu+aurinkoenergia.

HAAPAVESI

SIIKALATVA

PYHÄNTÄ

KESKITETTY  
JALOSTAMO

# 16-16-16- biokaasuekosysteemi

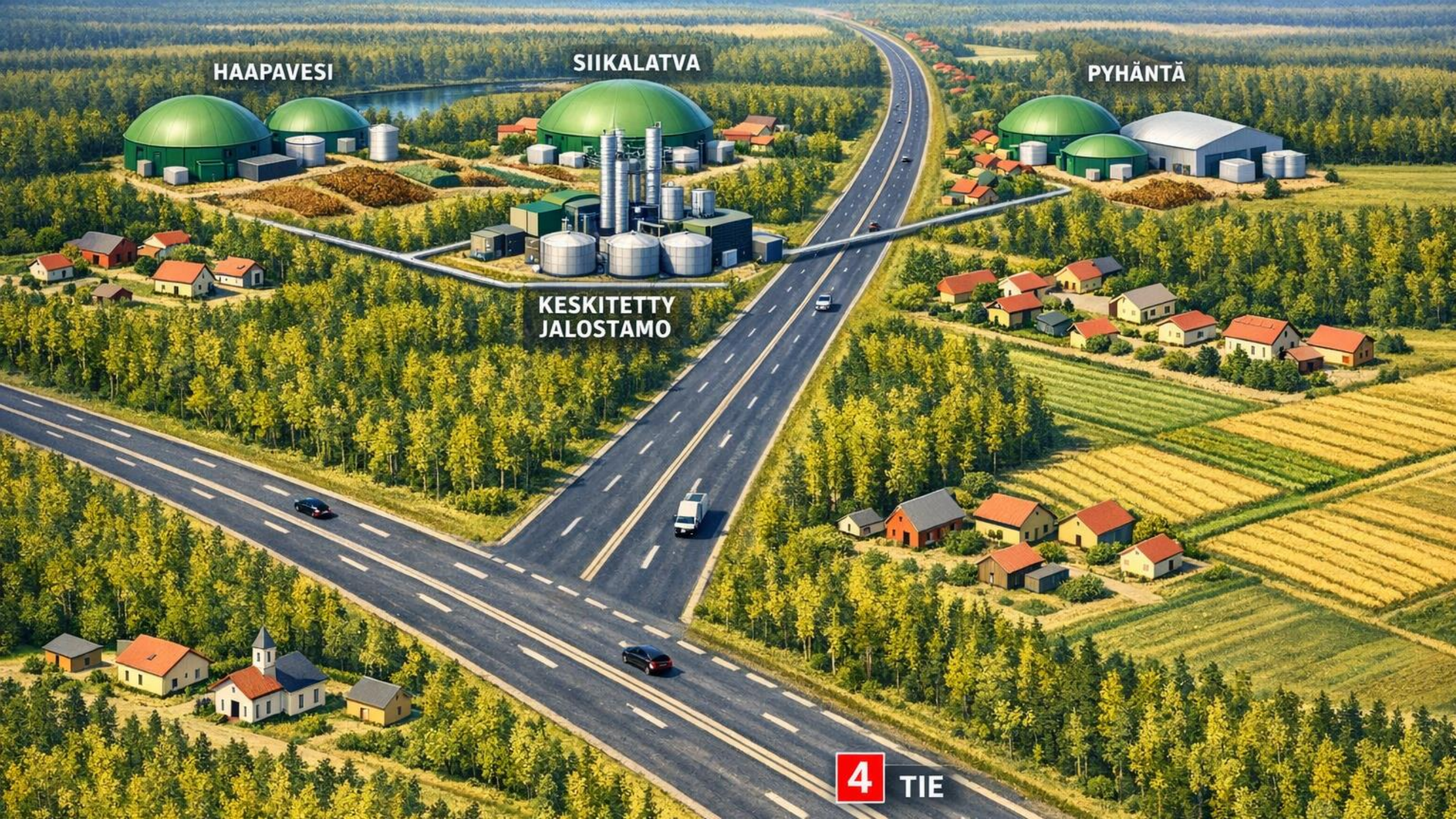
HAAPAVESI

SIIKALATVA

PYHÄNTÄ

KESKITETTY  
JALOSTAMO

4 TIE



# 16-16-16 ekosysteemi

16-16-16-ekosysteemissä on kyse mallista, joka perustuu kolmeen 16 GWh:n laitokseen. Mallissa laitokset yhdistyvät toisiinsa putki-infran avulla muodostaen laajemman ekosysteemin. Malliin on huomioitu myös yhteinen keskitetty biometaanin jalostus.

Laitosten yhteistuotanto on 48 GWh. Seutukunnan alueella mahdollinen sijoittumispaikka syötemateriaalien saatavuuden kannalta olisi eteläosassa. Mallissa laitosten välillä on huomioitu kohtuulliset välimatkat. Yksittäiset laitokset ovat alle YVA-rajojen, joten lähtökohtaisesti ne olisivat YVA-menettelyn ulkopuolella.

# 16-16-16-ekosysteemin vahvuudet

Mallissa syötteiden keruu pysyy kustannustehokkaana, kun syötteitä voidaan kerätä yksittäisten laitosten läheisyydestä. Useammat keskitetyt laitokset lyhentävät lietteen kuljetusmatkoja yhteen suureen keskitettyyn laitokseen verrattuna. Olennaista hajautettu tuotanto ja keskitetty jalostus – kyse on tehokkaasta ja tukikelpoisesta hybridimallista.

Hajautettu tuotanto tukee myös energiaan liittyvää huoltovarmuutta. Laitokset ovat yhteyksissä toisiinsa putkiston avulla ja kaasun jalostus toteutetaan keskitetysti. Tuotantoa voidaan tässä mallissa ylläpitää ilman huoltokatkoksia, sillä laitokset tukevat toisiaan huoltojen aikana. Malli soveltuu hiilidioksidin talteenottoon sekä tankkausaseman perustamiseen.

# Useamman laitoksen yhteistyöllä skaalaetua

Kokoluokka mahdollistaa selkeät skaalaedut. Investointimenot (CAPEX) ovat noin 0,6–0,9 M€/GWh eli matalammat kuin maatilakokoluokassa. Keskipöytäkeskityksellä laitoksilla etuna on myös pienemmät huoltokustannukset tuotettua energiaa kohden kuin useilla pienemmillä laitoksilla.

Toiminnan kannattavuutta on mahdollista kasvattaa porttimaksullisilla syötteillä. Tärkeää keskitetyn laitoksen toteutuksessa on seurata syötteiden ravinnepitoisuuksia, jotta mädätteen mukana saadaan palautettua sama määrä ravinteita takaisin.

SUURI BIOKAASULAITOS

50 GWh laitostekonaisuus

4 TIE

# SUURI BIOKAASULAITOS



# Seutukunnan syötepotentiaali mahdollistaa myös 50 GWh:n laitoksen

50 GWh:n laitos vastaa noin 30-50 maatalan syötteitä ja sivuvirtoja. Laitoskokonaisuus ylittää YVA-menettelyn rajan. Koska YVA-menettelyä edellytetään, nousevat tässä mallissa myös kustannukset ja investoinnin toteutusaika.

Laitoskokonaisuus mahdollistaa teollisen mittakaavan biometaanin jalostuksen sekä hiilidioksidin talteenoton. Laitosekosysteemiin voidaan lisäksi suunnitella muutakin tuotantoa, kuten biohiilen tuotantoa.

# Suuremman mittaluokan laitosratkaisun vahvuudet

Isommassa mittaluokassa suuri syötemäärä takaa tasaisen prosessin ja erinomaisen jalostustehokkuuden. Logistiikkaa on mahdollista optimoida putkilinjastolla. Putkilinjastolla on myös myönteiset vaikutukset liikenteeseen, sillä raskaan kaluston liikenne vähenee kuljetustarpeen keventyessä. Suurempi laitos soveltuu myös suoraan Gasgrid-integraatioon tulevaisuuden vetytalouden ja edelleen synteettisten polttoaineiden mahdollistajana. Laitosratkaisumallilla on tarkastelun kohteena olevista malleista suurimmat skaalaedut ja alhaisimmat investointimenot (CAPEX) €/GWh.

# Suuremman mittaluokan laitosratkaisun haasteet

Haasteena suuren mittaluokan laitoksessa ovat suuret alkuinvestointikustannukset (karkeasti 30–40 M €). Haasteita voi aiheuttaa myös sosiaalinen hyväksyttävyyys – suuremman mittaluokan laitoksella voi olla myös enemmän vaikutuksia muihin toimijoihin. Lisäksi logistiikan suunnittelu on lähtökohtaisesti haastavampaa isomman laitoksen osalta, sillä sekä syötteitä, että prosessista syntyvää mädätettä on tarpeen kuljettaa huomattavasti enemmän kuin pienemmän mittaluokan laitoksissa. Toiminta edellyttää vahvaa omistajapolitiikkaa sekä pitkäaikaisia syötesopimuksia syötteiden toimittajien kanssa. Huoltovarmuuden kannalta isot laitokset tarjoavat hyvän tuotantokapasiteetin, mutta ovat herkempiä häiriöille. Katkokset tuotannossa aiheuttavat ongelmia toimitusvarmuuteen.

An aerial photograph of a farm complex. In the foreground, a large green barn is covered with solar panels. To the left of the barn are three large green silos. In the middle ground, there is a pond, a smaller farm building, and a large pile of material covered in a blue tarp. In the background, a white wind turbine stands on a hill. The surrounding landscape consists of green fields and trees under a cloudy sky.

# Yhteenveto

# Huomioita kannattavuutta koskevan tarkastelun haasteista

Tulevaisuuden ennustaminen on vaikeaa ja yleensä taloudellista kannattavuutta tarkastellaankin aikaisempien hintatietojen perusteella. Kannattavuuden tarkastelusta saa hyvin perspektiiviä sille, minkälaisessa hintahaarukassa investointien kokonaiskustannukset voivat olla. Todellinen investointikustannus saadaan vasta sitten, kun investointihanke on toteutettu.

Muuttuviin kustannuksiin vaikuttaa globaalitalous. Ennakoitavuutta voidaan tehostaa esimerkiksi logistiikan käyttövoimana laitoksen oman kaasun hyödyntämisenä. Sähkön hintaan ja korkoihin voidaan vaikuttaa pitkillä sopimuksilla. Myös henkilöstön palkkakustannusten nousua voidaan ennakoida. Lisäksi laitteiden varaosien valmistaminen mahdollisimman lyhyillä valimatkoilla olisi huoltovarminta.

# Huomioita eri mallien kannattavuudesta

Useiden pienempien laitosten investointi on kalliimpaa, mutta logistiikasta ja henkilöstöstä tulevat kustannussäästöt vähentävät käytönaikaisia kustannuksia. Lisäksi etuna on kulutuksen ja tuotannon lähekkäisyys, jolloin riskit häiriöille ja siirtohäviöt ovat pienimmillään.

16/16/16 -mallissa kustannukset jakautuvat eri toimijoiden välille. Malli mahdollistaa kuitenkin isomman kokoluokan tuotannon skaalaetuja esimerkiksi jalostuksen mahdollistuessa.

Suuressa keskitetyssä laitoksessa tuotettua kaasua voidaan jalostaa monipuolisemmin. Kustannukset tuotettua megawattia kohden laskevat, mutta logistiikan kustannukset puolestaan kasvavat.

# Yhteenvetona mallien eduista

Maatilakokoluokka	16-16-16-ekosysteemi	50 GWh laitos
Soveltuu yksittäisille tiloille ja tarjoaa energiaomavaraisuutta, huoltovarmuutta, sekä ansaintamahdollisuuksia	Tasapainoinen ja kustannustehokas malli, hyvä kompromissi luvituksen ja skaalaetujen välillä	Paras kokoluokka seutukunnallisessa tarkastelussa, jos tavoitteena on teollinen jalostus, CO <sub>2</sub> -talteenotto ja suurtuotanto
Yhteistyö parantaa kannattavuutta, yhteisjalostuksella	Hajautettu tuotanto + keskitetty jalostus on teknisesti ja taloudellisesti erittäin toimiva	Vaatii putki-infran ja laajan omistajaverkoston, mutta tarjoaa selkeimmät skaalaedut ja korkean jalostusarvon

# Huomioita seutukunnan biokaasuntuotannon mahdollisuuksista

Seutukunnan eteläisen ja läntisen alueen biomassapotentiaalit tukevat keskisuuren–suuren kokoluokan laitosta. Porttimaksulliset syötteet parantavat merkittävästi kannattavuutta.

Pitkän aikavälin arvo muodostuu seutukunnan elinvoimaisuudesta, lisäinvestoinneista, energiaomavaraisuudesta, ravinnekierron optimoinnista, CO<sub>2</sub>-talteenotosta sekä synergioista tuuli- ja aurinkovoiman tai vedyntuotannon kanssa.