

# **BITUPROP – tutkimushanke**

**Biokaasuprosessiin tehoa optimoinnilla – ennustava malli rakenteilla**

Kainuun metsäbio- ja biokiertoalouden ajankohtaisseminaari 25.1.2024

TkT Petri Österberg

Oulun Yliopisto, Ympäristö- ja Kemiantekniikan tutkimusyksikkö, Sääntötekniikan tutkimusryhmä

Biojalostamon mittaukset



# BITUPROP – Biokaasulaitoksen tuottavuuden nosto prosessin optimoinnin avulla

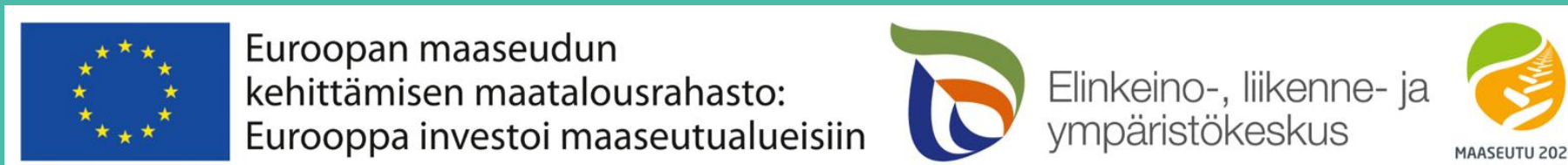
- Hankkeen toteutusaika 1.11.2022 – 31.12.2024
- Budjetti 320 000 eur, 100% EIP-tuki
- Mukana
  - Oulun Yliopisto (Mittaustekniikan yksikkö, Ympäristö- ja kemiantekniikan yksikkö)
  - Digikierto Oy
  - Doranova Oy
  - Viskaalin tila
- Kohteena Viskaalin tilalle Muhokselle rakennettava biokaasulaitos sekä Doranovan metanointikontti
  - Hankkeen suunnitteluvaiheessa 12/2021- 3/2022 Viskaalin biokaasulaitoksen arvioitiin käynnistyvän 5/2023. Käynnistyy 5/2024.



OULUN  
YLIOPISTO



DORANOVA

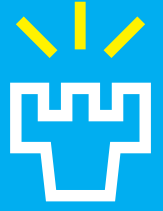




**INNOVAATIORYHMÄ:**

- Oulun Yliopisto
- Doranova Oy
- Viskaalin Ekokylä Oy
- Digikierto Oy

- Hankkeen kokonaisbudjetti 320 keur
- 100% tuki Euroopan maaseudun kehittämisrahastosta



# BITUPROP- hankkeen tavoite

- Tavoitteena rakentaa saatavilla olevaan tietoon perustuen biokaasulaitoksen dynaaminen malli
  - Saatavilla olevaa tietoa ovat esim. raaka-aineen syöttötiedot, prosessista saatavat mittausdata, prosessin kemialliset analyysit, tuotetun kaasun määrän ja laadun mittaukset sekä muu data esim. prosessilaitteiden ottama sähköteho.
  - Dynaaminen malli mallintaa biokaasun tuotantoa jatkuvasti ja ottaa huomioon esim. syötteissä, prosessissa, ympäristöolosuhteissa jne. kulloinkin tapahtuvat muutokset, joiden perusteella malli arvioi reaaliaikaisesti niiden vaikutuksen tuotettavan biokaasun määrään ja laatuun.
  - Staattisia malleja käytetään laajasti ja mekin olemme mallintaneet sellaisella Viskaalin tilalle rakennettavan biokaasulaitoksen tuottoa. Staattisella mallilla pyritään vakiosyötteillä ennustamaan laitoksen keskimääräinen esim. vuotuinen tuotto ja taloudellinen kannattavuus.
- Dynaamisella mallilla on tarkoitus ennustaa biokaasun tuotantoa ja optimoida prosessia
  - Maksimoidaan biokaasun laatu ja määrä esim. syöttämällä oikeaa raaka-ainetta oikeaan aikaan oikea määrä, jotta biokaasun tuotto olisi mahdollisimman suurta tai pyritään välttämään esim. ei-toivottuun tilanteeseen ajautuminen.
  - Minimoidaan energian kulutus käyttämällä mahdollisimman pieni, mutta riittävä määrä energiaa haluttuun tarpeeseen
  - Näyttää siltä, että mitä laajempi biokaasulaitoksen raaka-ainevalikoima on, sitä enemmän hyötyä prosessin ennustavalla optimoinnilla on saatavissa
  - Viskaalin tila valikoitui tutkimuskohteeksi laajan ennakoitun raaka-ainevalikoiman vuoksi (ks. seuraava kalvo)
  - Monilla maatiloilla biokaasulaitoksen raaka-aineita on vain kaksi: lanta ja ylivuotinen rehu (kenties vielä nurmi) ja syötemäärät pysyvät suhteellisen vakiona läpi vuoden. Tällöin prosessi on melko vakaa ja optimoinnilla saatavat hyödyt todennäköisesti pienemmät
- Lisäksi tutkitaan ja kehitetään kemiallisia mittauksia ja niiden automaatiota dynaamisista mallia varten
- Tavoitteena myös mallintaa ja optimoida pilottivaiheessa oleva metanointiprosessi



# Viskaalin biokaasulaitoksen staattinen malli

## Metaanintuottopotentiaali (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/tVS)

Syöte	Doranova	Biokaasulaskuri (SYKE)
Ylivuotiset rehut	288	290/350
Naudan kuivalanta (turve)	166	200
Biojäte, yhdyskunta (esikäsitelty liemi)	365	450
Biojäte, kauppa (esikäsitelty liemi)	389	450
Herajäte	438	420
Rasvakaivojäte	730	800
Jäteveden rasva	730	800
Teurasjäte, Viskaalin (30mm, 5,5 t/vko)	800	600
Perkuujäte	690	370/730
Rejektin kierrätys	109	129

### BIOKAASULAITOKSEN TUOTTOPOTENTIAALILASKELMA

Raaka-aine	Määrä, t/a	TS-pitoisuus, %	TS, t	CH <sub>4</sub>	Nm <sup>3</sup> /t (BK)	Nm <sup>3</sup> /t (CH <sub>4</sub> )	Yhteensä, m <sup>3</sup> (BK)	Yhteensä, m <sup>3</sup> (CH <sub>4</sub> )
Ylivuotiset rehut	120	30,0 %	36	50 %	142,1	71,1	17 053	8 527
Naudan kuivalanta (turve)*	7 000	35,0 %	2 450	53 %	89,9	47,7	629 358	333 560
Biojäte, yhdyskunta (esikäsitelty liemi)**	2 200	18,0 %	396	60 %	90,0	54,0	198 000	118 800
Biojäte, kauppa (esikäsitelty liemi)**	2 200	18,0 %	396	60 %	96,0	57,6	211 200	126 720
Herajäte	3 000	6,0 %	180	53 %	40,8	21,6	122 400	64 872
Rasvakaivojäte	1 500	9,0 %	135	60 %	90,0	54,0	135 000	81 000
Jäteveden rasva	600	10,0 %	60	60 %	100,0	60,0	60 000	36 000
Teurasjäte, viskaalin (30mm, 5,5 t/vko)	286	20,0 %	57	63 %	208,0	131,0	59 488	37 477
Perkuujäte	3 000	20,0 %	600	63 %	180,0	113,4	540 000	340 200
Vesi	0	0,0 %	0	0 %	0,0	0,0	0	0
Rejektin kierrätys	3 000	4,0 %	120	60 %	6,0	3,6	18 000	10 800
<b>Summa</b>	<b>22 906</b>	<b>19,3 %</b>	<b>4 430</b>				<b>1 990 499</b>	<b>1 157 956</b>

\*Kuivalantaa niin paljon kuin prosessi sallii rejektin kierrättämällä - laskentaperusteena rejektin määrä max. ~10% syötteistä

\*\*Biojätteet esikäsitelty paksuksi liemeksi - 4000 t/a jätteitä, mädätysrejektin määrä 800 m<sup>3</sup>/a (3m<sup>3</sup>/15t), poistetut pakkaukset 10% (400 t/a) jaettu tasan kaupan ja yhdyskunnan jakeisiin

#### Prosessin mitoitus

Laskennallinen biokaasusaanto	227,2 m <sup>3</sup> /h
Laskennallinen metaanisaanto	132,2 m <sup>3</sup> /h
Metaanipitoisuus	58,2 %
Energiateho	1 308,6 kW
Energian tuotanto vuodessa	11 463,8 MWh
Laskennallinen viipymä	63 vrk
Reaktoritilavuuden tarve, netto	3 954 m <sup>3</sup>
VS/TS, arvio	82,2 %
Orgaaninen kuormitus	2,52 kg oTS/m <sup>3</sup> /d
Syötteen kiintoainepitoisuus, ka	19,3 %
Arvioitu reaktorin kiintoainepitoisuus	12,21 % TS
Arvioitu mädätysjäännöksen määrä	21 046 t/a

#### Energiankulutusarvio

Lämmöntarve, syötteen lämmitys	840 548 kWh/a*
Lämmöntarve, syötteen lämmitys	7,3 % Tuotetusta kokonaisenergiasta
Lämmöntarve, hygienisointi	746 481 kWh/a
Lämmöntarve, hygienisointi	6,5 % Tuotetusta kokonaisenergiasta
Sähkönkulutus	788 137 kWh/a
Sähkönkulutus	6,9 % Tuotetusta kokonaisenergiasta

\*Syötteen oletuslämpötilä 15 °C

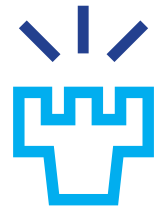
	Biokaasuntuotanto (m <sup>3</sup> /h)	Metaanintuotanto (m <sup>3</sup> /h)	Energiateho (kW)	Orgaaninen kuormitus (kgVS/m <sup>3</sup> /day)	Mädätysjäännöksen määrä (t/a)	Lämmöntarve, syötteen lämmitys (kWh/a)	Lämmöntarve, hygienisointi (kWh/a)
Doranova	227,2	132,2	1308,6	2,52	21 046	840 548	746 481
OY (Doranova)	227,4	132,3	1322,8	2,52	20 615	815 889	742 034
OY (SYKE)	235,2	134,7	1347,9	2,63	20 536	815 889	739 200



# Mitä hankkeessa on tehty?

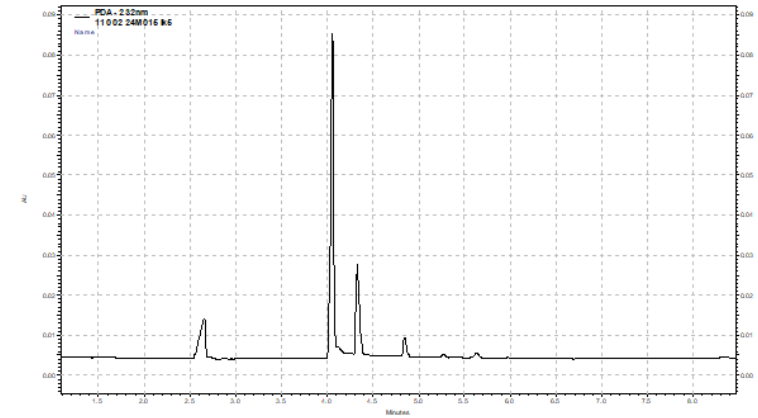
- Tutustuminen Viskaalin biokaasulaitoksen tilanteeseen ja suunnitelmiin saatavilla olevan materiaalin puitteissa sekä vierailtu laitoksen rakennuspaikalla useamman kerran.
- Kaksi tutkijaa on osallistui BioKaMa-hankkeen opintomatkalle jossa tutustuttiin useampaan biokaasulaitokseen, ja selvitettiin millaista dataa on saatavilla muissa laitoksissa mallinnusta varten
- Mittausdatan keräystä ja laiteasennuksia on suunniteltu Viskaalin laitossuunnitelmien avulla ja laitosta rakentavien yritysten kanssa.
- Staattinen malli on muokattu oletetuille Viskaalin biokaasulaitoksen syötteille
- Koesuunnittelussa staattisen mallin avulla on määritetty, että olennaista tietoa biokaasun tuotantoprosessin säätöstrategian ja dynaamisen mallin kannalta on raaka-aineiden **syöttösuhteiden vaikutus biokaasuntuotantoon ja –saantoon.**
- Harjoiteltu näytteenkäsittelyä ja Kemiallisia analyysejä Maaningan biokaasulaitoksen reaktorilietenäytteillä
- Hankittu tarvikkeet kemiallisen ja biokemiallisen hapenkulutuksen määrittämiseen. Nämä kertovat biokaasuntuotannon tilasta reaktorissa ja tuovat tärkeää lisätietoa mallinnusta varten
- Tutustuttu pilottimittakaavan metanointireaktorin toimintaan, piirustuksiin ja mittaukseen. Kerätty dataa metanointiprosessista Vehmaalla ja aloitettu prosessin mallinnus.





# Mitä tehdään seuraavaksi?

- Viskaalin biokaasulaitoksen mittausdatan ja kemiallisen analyysidatan keräys päästään aloittamaan laitoksen valmistuttua, kun prosessia käynnistetään keväällä 2024.
- Viskaalin biokaasuprosessin mallinnus jatkuu ja prosessisimulaattorin rakentaminen alkaa.
- Kemiallisten analyysien kehitys ja näiden automatisoinnin mahdollisuuksien tutkinta
- Prosessin ennustava optimointi dynaamiseen malliin perustuvan prosessisimulaattorin avulla
- Pilottikokoluokan metanointiprosessin datan keräys jatkuu pakkasten hellitettyä. Metanointiprosessin mallinnus jatkuu, ja sitä seuraa simulointi ja optimointi
- Tulosten analysointi: Kuinka paljon biokaasun tuotantoprosessin ja toisaalta metanointiprosessin mallintaminen ja optimointi auttoi
  - Raaka-aineiden kulutuksessa
  - Biokaasun tuotannossa lisäyksessä
  - Energiatehokkuuden parantamisessa
  - Pilottikontin kohdalla myös vedyn säästössä





# Oulun Yliopiston hankehenkilöstö



Projektipäällikkö: TkT Petri Österberg



Vastuullinen johtaja: Prof. Mika Ruusunen



Tutkijatohtori: TkT Petri Hietaharju  
(Mallinnus)



Väitöskirjatutkija: DI Teemu Pätsi  
(Mallinnus)



Projektitutkija: DI Tuomas Niskanen  
(Kemialliset analyysit)



Projektitutkija: FM Jasmiina Haverinen  
(Kemialliset analyysit)





# PUUKU – Puun kuivauksessa haihtuvien yhdisteiden talteenoton kehittäminen ja hyödyntämispotentiaalin selvitys

- Hankkeen toteutusaika 1.1.2024 – 31.12.2025
- Budjetti 398 000 eur, EAKR 80%
- Tavoitteena
  1. Vähentää sahatuotteen VOC-päästöjä ympäristöön
  2. Tutkia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, niiden talteenottoa ja hyödyntämispotentiaalia
  3. Rakentaa koelaitteisto VOC-päästöjen keräämiseen
  4. Mallintaa ja optimoida kuivausprosessia
- Tutkimukset laboratoriuuneilla, ja sen jälkeen sahatuotteen kuivaamoilla
- Mukana
  - Oulun Yliopisto (Mittaustekniikan yksikkö sekä Ympäristö- ja kemiantekniikan yksikkö),
  - Kuhmo Oy
  - Junnikkala Oy
  - Keitele Timber Oy



UNIVERSITY OF OULU



timber



Euroopan unionin osarahoittama



# Kiitos

Jos haluatte ottaa myöhemmin yhteyttä: [petri.osterberg@oulu.fi](mailto:petri.osterberg@oulu.fi), 044 7500 779

Hankkeen verkkosivu: <https://www.oulu.fi/fi/projektit/bituprop-biokaasun-tuotannon-optimointi>

(Tällä hetkellä perustiedot, mutta täydentyy tulosten kertyessä):