

envitecpolis

TIEDOSTA VAIKUTUS

Kajaanin biokaasulaitoksen ja kaasuntankkausaseman esisuunnittelu

Kainuun jätehuollon kuntayhtymä / Ekokymppi



Envitecpolis Oy
Loppuraportti 2024-2025



Euroopan unionin
osarahoittama

Mistä kaikki lähti liikkeelle?



- **2008-2011**
 - EJK-hanke toteutettu vuosina 2008-2011. Tavoitteena hankkeessa oli löytää Kainuuhun rakennettavalle biokaasulaitokselle potentiaalisin sijainti: Majasaaren jätteenkäsittelykeskus.
- **2014-2015**
 - Lähtötilanne: Kajaanin kaupungin ja Sotkamon kunnan jätevedenpuhdistamon lietteiden puhdistussopimukset olivat päättymässä vuonna 2015.
 - Ekokymppi, Envitecpolis ja Bio10 kokoontuivat selvittämään, voitaisiinko biojätteitä ja jätevesilietteitä käsitellä paikallisesti Kainuussa sen sijaan, että ne kuljetettaisiin Ouluun tai Kuopioon käsiteltäviksi.
 - Hankkeen aikana selvitettiin Majasaaren sijoitettavan biokaasulaitoksen toteutusta ja kannattavuutta, mutta aika ei ollut vielä tuolloin kypsä investoinnille → Jakeet ohjautuivat käsittelyyn Kainuun ulkopuolelle.
- **2022**
 - Esa Kumpulainen (Ekokymppi) otti yhteyttä kesällä 2022 Envitepolikseen ja kertoi tarpeesta päivittää viimeksi vuonna 2014-2015 aikana tehtyjä biokaasulaitossuunnitelmia.
 - Kilpailutus biojätteiden käsittelystä oli jälleen kerran lähestymässä ja Ekokymppi halusi tutkia onko ajat muuttuneet siten, että biojätteen paikallinen käsittely olisi mahdollista ja saataisiinko Kajaanin ja Kainuun alueella kulkevat jätepakkarit kulkemaan paikallisesti tuotetulla uusiutuvalla biokaasulla.
 - Tavoite 1: Päivittää Majasaaren jättekeskukseen sijoitettavan biokaasulaitoksen kannattavuutta.
 - Tavoite 2: Biokaasulaitoksen tarkoituksena oli hyödyntää kaatopaikkakaasua biokaasureaktoreiden lämmöntuotannossa ja jalostaa tuotettua biokaasua liikennepolttoaineeksi (biometaaniksi) jättepakkarieihin.
 - Tulos 1: Majasaaren jättekeskuksen lämmön- ja sähköntarve on rajallinen, kaatopaikkakaasun laatu vaihtelee merkittävästi ja tuotto on alkanut hiipua. Heräsi ajatus, voisiko laitos sijaita jossain muualla?
 - Tulos 2: Syntyi ajatus biokaasulaitoksen sijoittamisesta Tihisenniemen alueelle, jossa tunnistettiin synergiaedut paikallisen teollisuuden ja kaukolämpöverkon osalta sekä sijainti olisi houkutteleva paineistetun biokaasun myynnille liikennekäyttöön.
 - **Heränneet jatkokeskustelut:** Millainen työryhmä tulisi koota edistämään aihiota ja kuka olisi se taho, joka lopulta investoisi Kajaanin biokaasulaitokseen?



Esisuunnitteluhanke alkaa muotoutua

• 2023-2024

- Työn seuraavana vaiheena oli muodostaa paikallistyöryhmä hankkeen edistämiseksi. Mukaan lähti tuolloin Ekokymppi, Kajaanin Vesi –liikelaitos, Kainuun Voima Oy, Kajaanin Energiantuotanto Oy, Kajaanin kaupunki, Rohe Solutions Oy ja Envitecpolis Oy.
- Kajaanin Vesi –liikelaitos ja Ekokymppi ennakoivat jatkossa tulevia tarpeita jätevesilietteiden (2026) ja yhdyskuntabiojätteiden (2025-2026) käsittelyn kilpailituksille. Paikallisten ratkaisuiden tutkiminen ja selvittäminen kiinnostivat edelleen molempia osapuolia.
- Useiden keskustelujen myötä biokaasulaitoksen mahdollisuudet ja synergiaedut alkoivat kirkastua eri osapuolten välille:
 - Mahdollisuus siirtää Kajaanin Veden jätevesilietteet pumppaamalla biokaasulaitokselle.
 - Biokaasulaitos mahdollista kytkeä osaksi paikallista kaukolämpöverkkoa, jolloin biokaasulaitos voisi hyödyntää kaukolämpöverkon lämpöä biokaasuprosessin lämmittämiseen sekä lannoitevalmisteiden hygienisointiin.
 - Biokaasua voisi olla mahdollista hyödyntää varapolttoaineena kaukolämmöntuotannossa. Tästä ajatuksesta luovuttu 2025 aikana, kun biokaasua on mielekkäintä jalostaa teollisuus- ja liikennekäyttöä varten.
 - Muut yhteistyömahdollisuuden Renforssin rannan toimijoiden kanssa.
- Biokaasulaitoksen omistajapohjasta ja operointivastuusta käytiin hyvät ja rakentavat keskustelut eri toimijoiden kanssa.
 - Tuloksena Kajaanin kaupunki päätti vuonna 2023, että Kajaanin kaupunki sekä Ekokymppi, Kajaanin Vesi, Kainuun Voima Oy ja Kajaanin Energiantuotanto Oy voivat auttaa prosessia etenemään hankkeen jatkovaiheissa, mutta biokaasulaitosinvestointiin tarvitaan ulkopuolinen sijoittaja ja toimija.
- Päätettiin käynnistää omistaja- ja operaattorineuvottelut tunnistettujen potentiaalisten ulkopuolisten yhteistyökumppanivaihtoehtojen kanssa. Haastattelut eri toimijoiden osalta käytiin keväällä-kesällä 2023. Potentiaalisimmaksi toimijaksi tuolloin valikoitui Nevel Oy.
- Syksyn 2023 aikana käydyissä jatkohankkeen suunnittelupalavereissa työryhmä asetti tavoitteen tulevalle hankkeelle: raaka-aineen biokaasupotentiaali tulisi olla **20-30 GWh/vuosi**.
- Muita tarpeita laajan syötekartoituksen lisäksi hankkeelle oli tutkia potentiaalisia laitospaikkavaihtoehtoja biokaasulaitokselle ja tankkausasemalle, laskea logistiikkakulut eri laitospaikkavaihtoehtoihin, arvioida kannattavuuslaskelmilla erilaisten vihreän siirtymän investointien mahdollisuudet (biokaasu, vety, biometanointi) sekä lopulta aktivoida alueen viljelijöitä tehtyjen selvitystöiden pohjalta.
- Helmikuuhun 2024 mennessä Ekokymppi valmisteli Kajaanin biokaasulaitoksen ja kaasuntankkausaseman esisuunnitteluhankkeen sisältötarpeet sekä rahoitusraamin.
 - Kainuun Liitto myönsi keväällä 2024 Oikeudenmukaisen siirtymän rahastosta (JTF) tarvittavan tuen Kajaanin biokaasulaitoksen ja kaasuntankkausaseman esisuunnitteluhankkeelle (J10828). Hanke alkoi 1.3.2024 ja päättyy 28.2.2026.
 - Hankkeen hallinnoijana toimii Kainuun jätehuollon kuntayhtymä (Ekokymppi) ja kumppaneina hankkeessa toimivat Kajaanin Vesi –liikelaitos, BioKymppi Oy, Rohe Solutions Oy, Nevel Oy ja maatilayritys Keränen Vesa-Matti.
 - Envitecpolis Oy valittiin hankkeen asiantuntijapalveluita tuottavaksi organisaatioksi kesällä 2024 julkisen kilpailutusprosessin jälkeen. Selvitystyö käynnistettiin kesällä 2024.



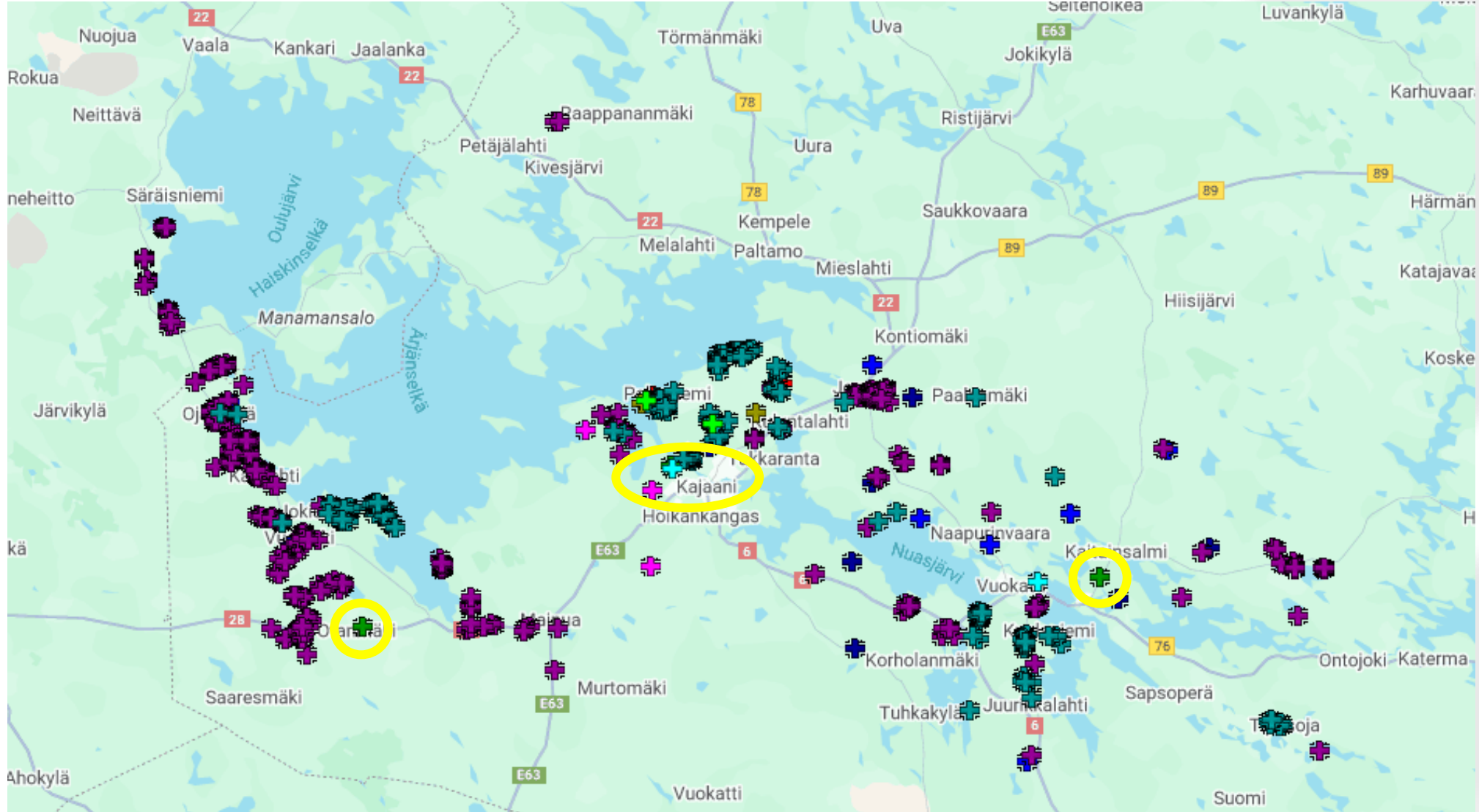
JTF-hanke alkaa

- Suunnitteluvaihe käynnistyi laajalla syöte- ja yhteistyökartoituksella 75 maatalousyritykselle, joka toteutettiin puhelinkartoituksena Kajaanin, Sotkamon ja Vuolijoen alueilla 08-11/2024 aikana.
- Kartoituksen tuloksena syötteiden kokonaismäärä oli 106 500 tn/v ja koko syötepuhjan biokaasupotentiaali arvioidaan olevan 32,3 GWh/vuosi → [Työryhmän asettama tavoite 20-30 GWh/v tasosta saavutettiin! ☺](#)
 - Maatalouden sivuvirrat (esim. lannat, peltobiomassat) yht. 94 000 t/vuosi 24,4 GWh/vuosi
 - Yhdyskuntien biojätteet yhteensä 4 200 t/vuosi 5,5 GWh/vuosi
 - Yhdyskuntien jätevesilietteet (separoituna) yhteensä 8 300 t/vuosi 2,4 GWh/vuosi
- Olemme etsineet biokaasulaitokselle potentiaalista sijoituspaikkaa hankkeen aikana ja tarkastelleet 3 eri sijoituspaikkavaihtoehtoa biokaasulaitokselle: yksi jokaisesta alueesta Kajaani, Sotkamo ja Otanmäki.
- Logistiikkatarkastelussa selvisi, että Kajaanin laitospaikkavaihtoehto kokosi koko syötevolyymin selkeästi pienimmillä logistiikkakuluilla. Otanmäen ja Sotkamon laitospaikkavaihtoehdot tuottivat kokoluokaltaan samanlaiset logistiikkakulut.
 - Eri laitospaikkavaihtoehtojen logistiikkakustannuksilla huomattiin olevan merkittävä vaikutus investoinnin kannattavuuteen.
- Projektin aikana on pidetty tiivistä yhteydenpitoa Kajaanin kaupungin sekä Kajaanin ammattikorkeakoulun kanssa erityisesti Kajaanin alueelle suunnitelluista ja rakenteilla olevista konesaleista sekä vaihdettu tietoja molempien hankkeiden etenemisestä sekä yhteistyömahdollisuuksista.
 - Biokaasulaitoksen ja konesalin välille voi rakentua synergiahyötyjä mm. konesalin hukkalämmön hyödyntämisen ympärille.
 - Google selvittää ja edistää datakeskuksen muodostumista Otanmäen alueella (ei vielä investointipäätöstä) → Mahdolliset synergiaedut biokaasulaitokselle.
 - XTX Finland rakentaa parhaillaan datakeskusta Kajaaniin → Mahdolliset synergiaedut biokaasulaitokselle.
- Kajaanin ja Otanmäen sijaintivaihtoehdot koettiin kokonaisvaltaisesti mielekkäimmiksi vaihtoehtoiksi.
 - Biokaasulaitosten sijainnit kartoitettiin ja keskusteltiin paikallisten viranomaisten kanssa syksyn 2025 aikana Kajaanin ja Otanmäen alueella.
 - Suunnitelmia tehdessä todettiin, että biokaasua olisi helpompi markkinoida ja myydä Kajaanista kuin Otanmäestä, joka vaikuttaa laitospaikkavalintaan.

Syötekarttoitus ja laitospaikkavaihtoehdot (15.11.2024)

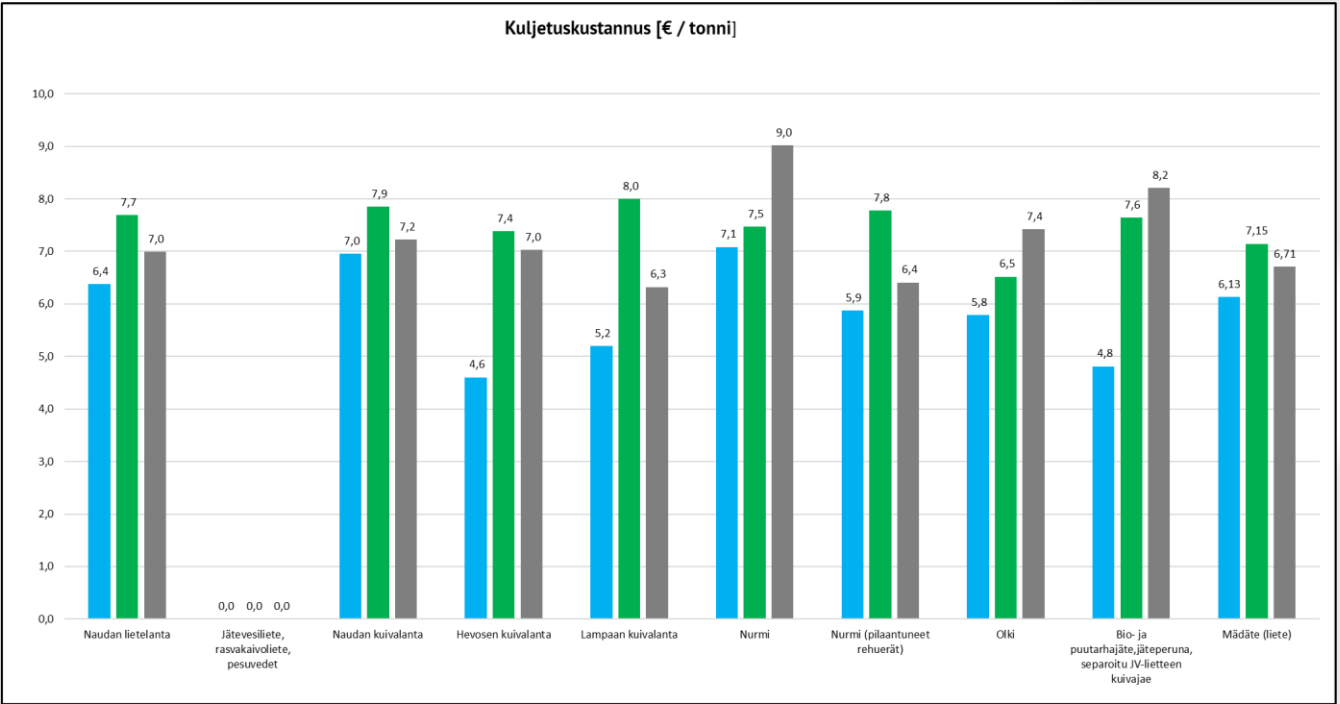
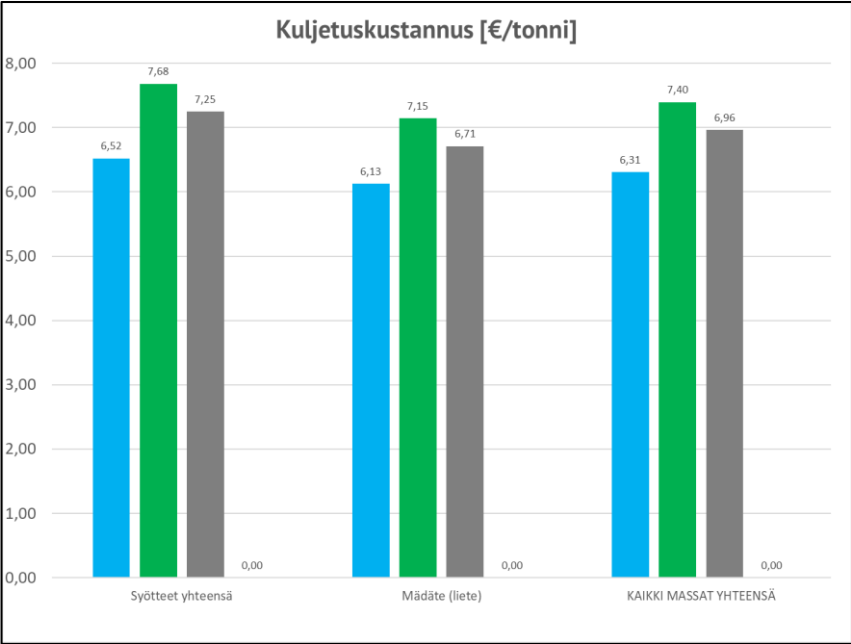
Eri jakeiden värikoodit:

- Tumman vihreä: Biokaasulaitoksen sijaintivaihtoehdot
- Vaalean sininen: Jätevesilietteet (Tihisenniemi ja Sotkamo)
- Tumman sininen: Lietelannat
- Erittäin tumman sininen: Pilaantuneet rehuerät
- Punainen: Naudan kuivalannat
- Ruskea: Lampaan kuivalanta
- Violetti: Nurmi
- Tumman turkoosi: Olki
- Vaaleanpunainen: Kalanperkuujätteet (pohjoisin), Puutarhajätteet (keskimmäisin), Biojätteet (eteläisin ja Rasvakaivuute (eteläisin)
- Vaalean vihreä: Maatalouden muut jätejakeet



Kuljetuskustannukset (1/2)

Lietemäisten kuormakoko (t)	Kuivien jakeiden kuormakoko (t)	Lietemäisten purku- ja lastausaika yhteensä (min/kuorma)	Kuivien jakeiden purku- ja lastausaika yhteensä (min/kuorma)	Lietemäisten jakeiden urakoinnin tuntihinta [€/h]	Kuivien jakeiden urakoinnin tuntihinta [€/h]
32	35	30	40	130	130

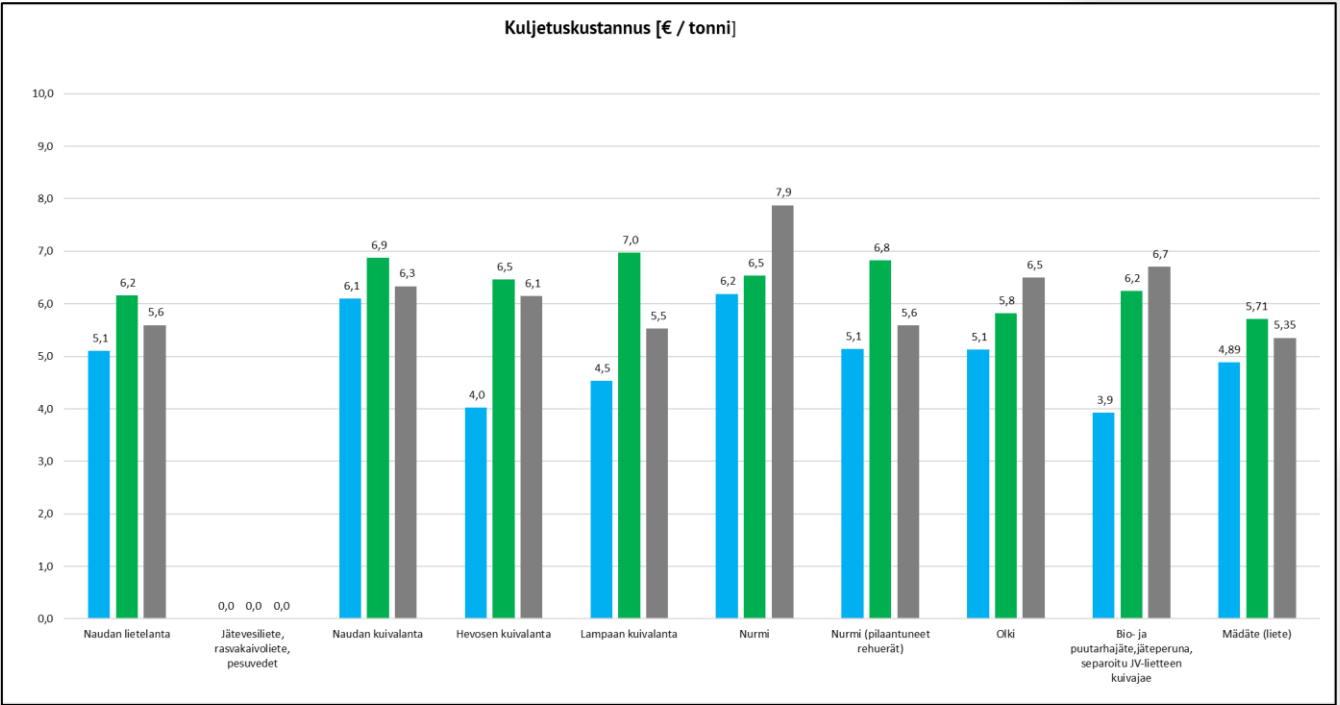
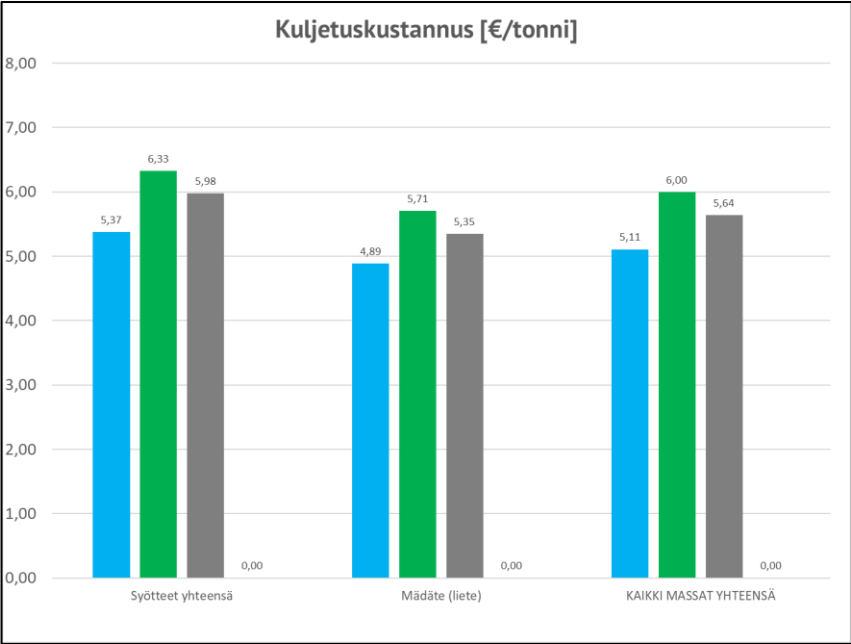


■ Kajaani ■ Otanmäki ■ Sotkamo



Kuljetuskustannukset (2/2)

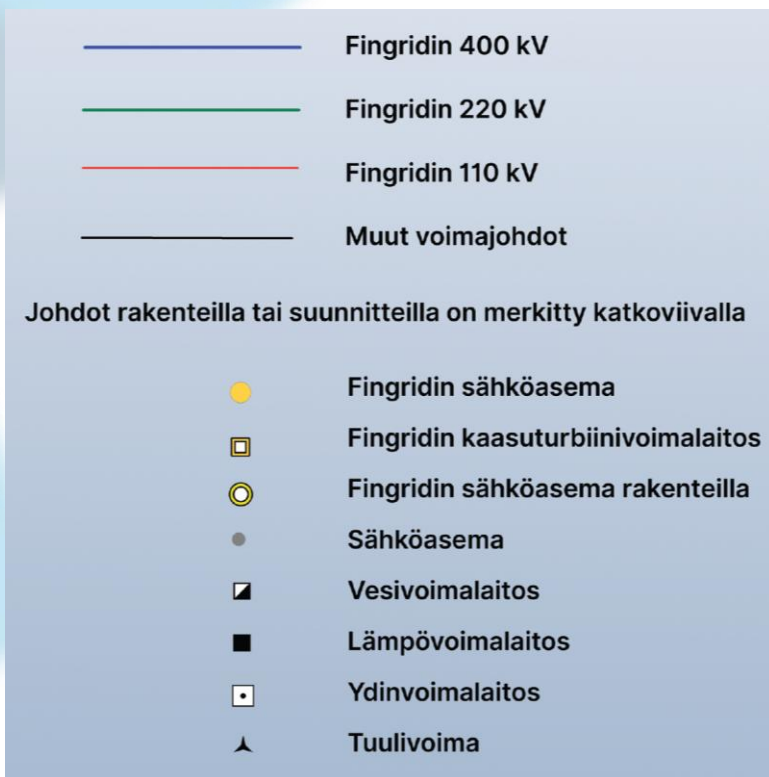
Lietemäisten kuormakoko (t)	Kuivien jakeiden kuormakoko (t)	Lietemäisten purku- ja lastausaika yhteensä (min/kuorma)	Kuivien jakeiden purku- ja lastausaika yhteensä (min/kuorma)	Lietemäisten jakeiden urakoinnin tuntihinta [€/h]	Kuivien jakeiden urakoinnin tuntihinta [€/h]
40	40	30	40	130	130



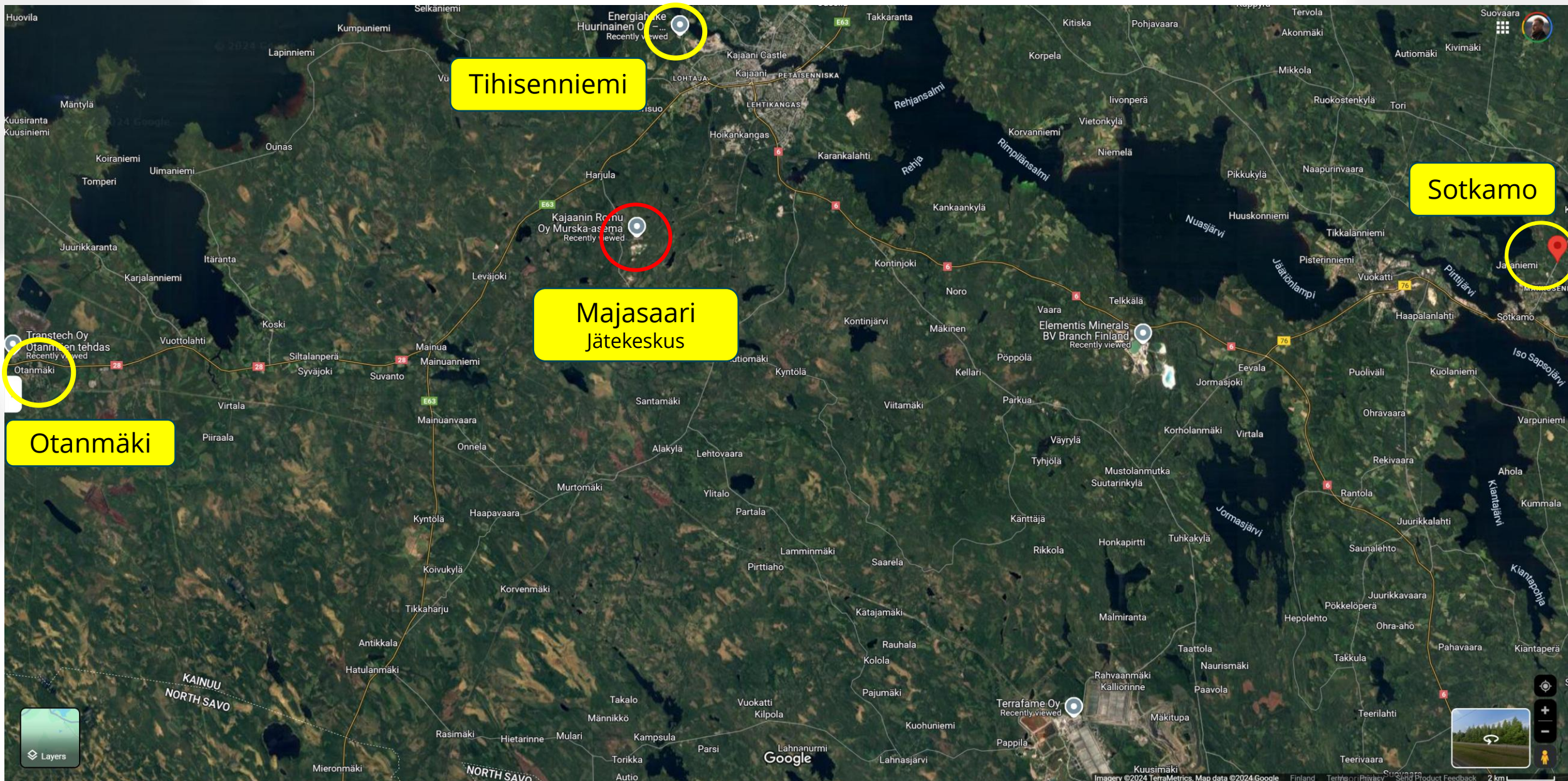
■ Kajaani ■ Otanmäki ■ Sotkamo

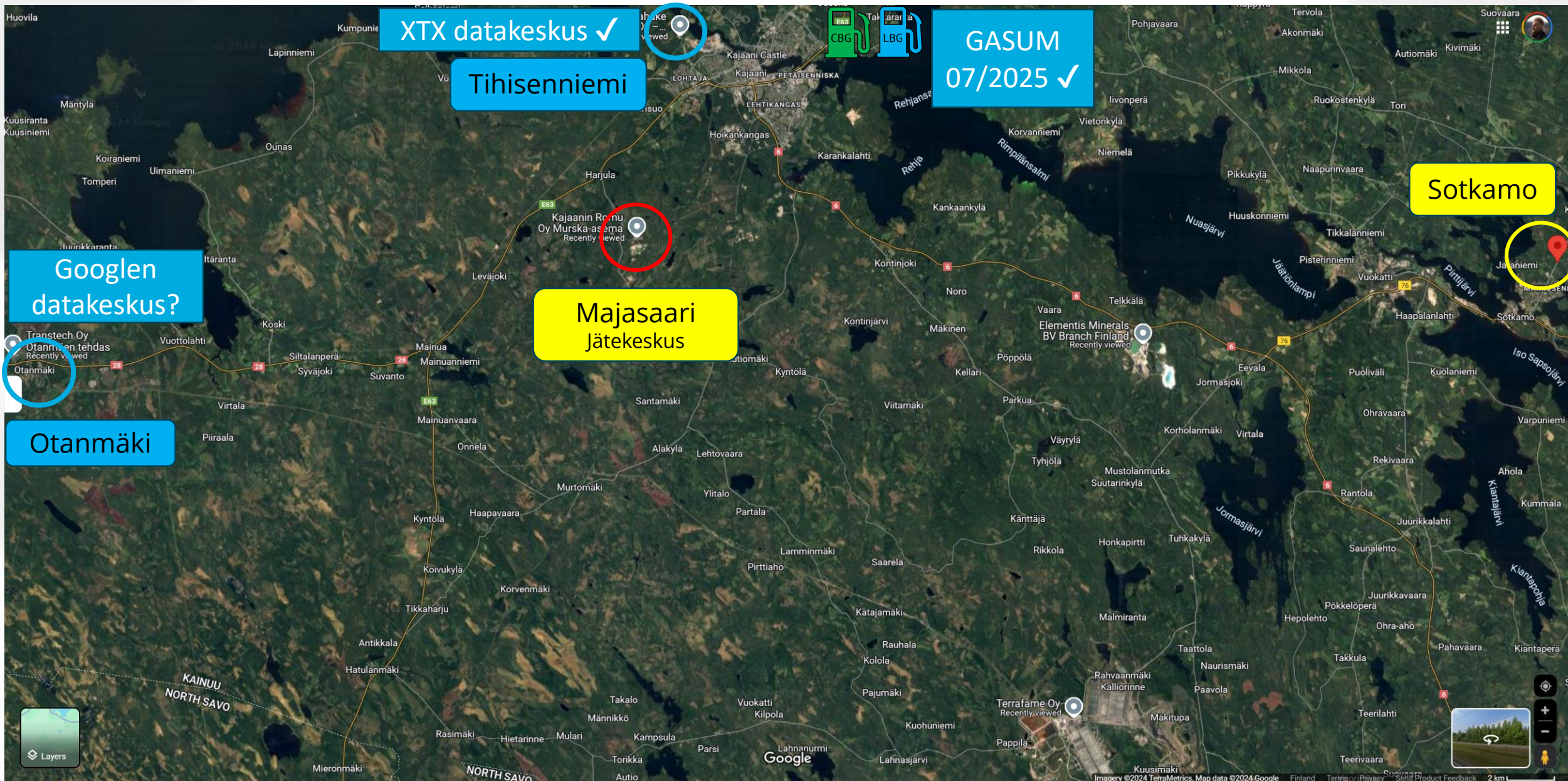


Kainuun sähkönsiirtoverkko ja sähkön saatavuus



- Hankkeessa on tarkasteltu biokaasulaitoksen sijoitusvaihtoehtoja myös siitä näkökulmasta, onko biokaasulaitokselle sekä sen osakokonaisuuksille saatavilla riittävästi sähköä.
- Tihseniemen alueella on 110 kV sähkönsiirtoverkko ja Vuolijoen alueella on sekä 400 kV ja 110 kV sähkönsiirtoverkot.
- Lähtökohtaisesti sähkön saatavuus on parempi Vuolijoen laitosalueella vuoden 2024 tietojen pohjalta.
- LÄHDE: <https://www.fingrid.fi/globalassets/kuvat/kartat/seinakartta-2024-150-dpi-70-x-120-cm.pdf>





Toimintamalli

Paikallinen sähköntuotanto ja/tai sähköverkko



Mahdollisuus ostaa kaukolämpöä tai muuta hukkalämpöä

Teolliskäyttö

CBG: Jätepakkarit, bussit, henkilöautot, pakettiautot, kevyet kuorma-autot
LGB: Raskain mahdollinen liikenne



Puutarhajäte: 2 200 t/v

Nurmi: 10 200 t/v
Olki: 867 t/v



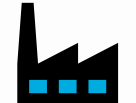
Kuivalannat: 17 063 t/v
Pilaantuneet rehuerät: 617 t/v

Lietelannat: 65 650 t/v

Biojätteet: 4 000 t/v
Kalanperkuujätteet: 100 t/v
Perunajäte: 38 t/v
Rasvakaivouute: 20 t/v



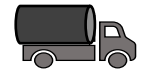
Kuntien JV-lietteet (KA 17,5 %) 1 750 t/v



Kuntien JV-lietteet (KA 20,0 %) 6 500 t/v

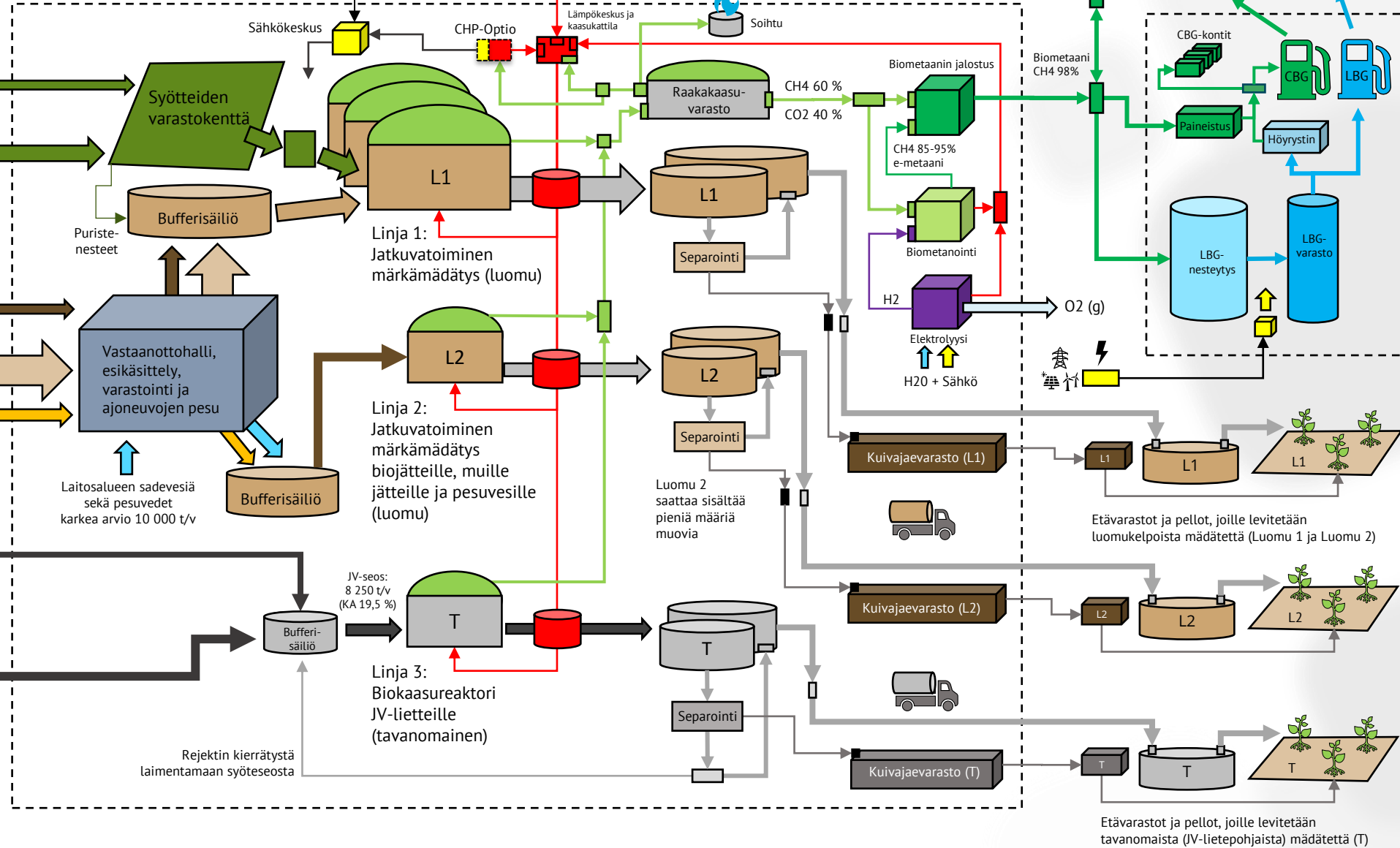
JV-puhdistamo

Puhdistettu vesi



JV-lietekuuljetukset

Järvi



© ENVITECPOLIS OY



Euroopan unionin osarahoittama

envitecpoli

Mädejakeiden ravinnesisällöt: Linja 1 (luomu)

- Syöteseosta on **94 119 t/v** ja kaasuuntumisen massahäviöiden jälkeen mädätysjäännöstä on **87 792 t/v**.
- HUOM: Mukana on **0 t/v** nestelisäyksiä, sadevesiä tai ja/tai pesuvesiä kompensoimassa massahäviöitä.
- Biokaasuprosessi muuntaa osan prosessiin syötetystä kokonaistyppeä liukoiseksi typeksi.
- Oikealla ruuvipuristin erottelemassa mädätysjäännöstä (Kanninen, J. & Laakso, J. 2018).
- Korkein N/P-suhde löytyy mädätysjäännöksen separoidusta nestejakeesta (7,4 : 1)
- Fosfori on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Kalium on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Separoitua kuivajaeetta on rajallisesti saatavilla.



Kokonais syöteseos	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	13,92	%
m (syöteseos)	1 000,00	kg
m (TS)	139,16	kg
m (Ntot)	4,93	kg
m (NH4+)	2,06	kg
m (P)	0,77	kg
m (K)	5,05	kg
c (Ntot)	4,93	kg/tn
c (NH4+)	2,06	kg/tn
c (P)	0,77	kg/tn
c (K)	5,05	kg/tn
m (syöteseos)	94 119	tn/v
m (Ntot)	464	tn/v
m (NH4+)	194	tn/v
m (P)	72	tn/v
m (K)	476	tn/v
Ntot / P -suhde	6,42	6,4 : 1
NH4+ / P -suhde	2,68	2,7 : 1

Lannoitejake sellaisenaan	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	5,70	%
m (lannoitejake)	1 000,00	kg
m (TS)	57,00	kg
m (Ntot)	5,29	kg
m (NH4+)	3,39	kg
m (P)	0,82	kg
m (K)	5,42	kg
c (Ntot)	5,29	kg/tn
c (NH4+)	3,39	kg/tn
c (P)	0,82	kg/tn
c (K)	5,42	kg/tn
m (lannoitejake)	87 792	tn/v
m (Ntot)	464	tn/v
m (NH4+)	298	tn/v
m (P)	72	tn/v
m (K)	476	tn/v
Ntot / P -suhde	6,42	6,4 : 1
NH4+ / P -suhde	4,12	4,1 : 1

Separoitu nestejake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	91,50	%
TS%	3,60	%
N-tot	84,00	%
NH4+	87,00	%
P	72,50	%
K	85,00	%
m (separoitu nestejake)	915,00	kg
m (TS)	33	kgKA
m (Ntot)	4,44	kg
m (NH4+)	2,95	kg
m (P)	0,60	kg
m (K)	4,60	kg
c (Ntot)	4,86	kg/tn
c (NH4+)	3,22	kg/tn
c (P)	0,65	kg/tn
c (K)	5,03	kg/tn
m (separoitu nestejake, max)	80 329	tn/v
m (Ntot)	390	tn/v
m (NH4+)	259	tn/v
m (P)	52	tn/v
m (K)	404	tn/v
Ntot / P -suhde	7,44	7,4 : 1
NH4+ / P -suhde	4,94	4,9 : 1

Separoitu kuivajake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	8,50	%
TS%	28,20	%
N-tot	16,00	%
NH4+	13,00	%
P	27,50	%
K	15,00	%
m (separoitu kuivajake)	85,00	kg
m (TS)	23,97	kgKA
m (Ntot)	0,85	kg
m (NH4+)	0,44	kg
m (P)	0,23	kg
m (K)	0,81	kg
c (Ntot)	9,96	kg/tn
c (NH4+)	5,19	kg/tn
c (P)	2,67	kg/tn
c (K)	9,56	kg/tn
m (separoitu kuivajake, max)	7 462	tn/v
m (Ntot)	74	tn/v
m (NH4+)	39	tn/v
m (P)	20	tn/v
m (K)	71	tn/v
Ntot / P -suhde	3,74	3,7 : 1
NH4+ / P -suhde	1,95	2,0 : 1

Määtäjakeiden ravinnesisällöt: Linja 2 (luomu)

- Syöteseosta on **14 158 t/v** ja kaasuuntumisen massahäviöiden jälkeen mädätysjäännöstä on **12 957 t/v**.
- HUOM: Mukana on **10 000 t/v** nestelisäyksiä, sadevesiä tai ja/tai pesuvesiä kompensoimassa massahäviöitä.
- Biokaasuprosessi muuntaa osan prosessiin syötetystä kokonaistyppeä liukoiseksi typeksi.
- Oikealla ruuvipuristin erottelemassa mädätysjäännöstä (Kanninen, J. & Laakso, J. 2018).
- Korkein N/P-suhde löytyy mädätysjäännöksen separoidusta nestejakeesta (7,2 : 1)
- Fosfori on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Kalium on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Separoitua kuivajaeetta on rajallisesti saatavilla.



Kokonais syöteseos	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	9,19	%
m (syöteseos)	1 000,00	kg
m (TS)	91,86	kg
m (Ntot)	1,95	kg
m (NH4+)	0,09	kg
m (P)	0,32	kg
m (K)	0,88	kg
c (Ntot)	1,95	kg/tn
c (NH4+)	0,09	kg/tn
c (P)	0,32	kg/tn
c (K)	0,88	kg/tn
m (syöteseos)	14 158	tn/v
m (Ntot)	28	tn/v
m (NH4+)	1	tn/v
m (P)	4	tn/v
m (K)	12	tn/v
Ntot / P -suhde	6,19	6,2 : 1
NH4+ / P -suhde	0,30	0,3 : 1

Lannoitejake sellaisenaan	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	5,70	%
m (lannoitejake)	1 000,00	kg
m (TS)	57,00	kg
m (Ntot)	2,13	kg
m (NH4+)	1,02	kg
m (P)	0,34	kg
m (K)	0,96	kg
c (Ntot)	2,13	kg/tn
c (NH4+)	1,02	kg/tn
c (P)	0,34	kg/tn
c (K)	0,96	kg/tn
m (lannoitejake)	12 957	tn/v
m (Ntot)	28	tn/v
m (NH4+)	13	tn/v
m (P)	4	tn/v
m (K)	12	tn/v
Ntot / P -suhde	6,19	6,2 : 1
NH4+ / P -suhde	2,98	3,0 : 1

Separoitu nestejake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	91,50	%
TS%	3,60	%
N-tot	84,00	%
NH4+	87,00	%
P	72,50	%
K	85,00	%
m (separoitu nestejake)	915,00	kg
m (TS)	33	kgKA
m (Ntot)	1,79	kg
m (NH4+)	0,89	kg
m (P)	0,25	kg
m (K)	0,81	kg
c (Ntot)	1,96	kg/tn
c (NH4+)	0,97	kg/tn
c (P)	0,27	kg/tn
c (K)	0,89	kg/tn
m (separoitu nestejake, max)	11 856	tn/v
m (Ntot)	23	tn/v
m (NH4+)	12	tn/v
m (P)	3	tn/v
m (K)	11	tn/v
Ntot / P -suhde	7,18	7,2 : 1
NH4+ / P -suhde	3,57	3,6 : 1

Separoitu kuivajake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	8,50	%
TS%	28,20	%
N-tot	16,00	%
NH4+	13,00	%
P	27,50	%
K	15,00	%
m (separoitu kuivajake)	85,00	kg
m (TS)	23,97	kgKA
m (Ntot)	0,34	kg
m (NH4+)	0,13	kg
m (P)	0,09	kg
m (K)	0,14	kg
c (Ntot)	4,02	kg/tn
c (NH4+)	1,57	kg/tn
c (P)	1,11	kg/tn
c (K)	1,69	kg/tn
m (separoitu kuivajake, max)	1 101	tn/v
m (Ntot)	4	tn/v
m (NH4+)	2	tn/v
m (P)	1	tn/v
m (K)	2	tn/v
Ntot / P -suhde	3,60	3,6 : 1
NH4+ / P -suhde	1,41	1,4 : 1

Määdtejakeiden ravinnesisällöt: Linja 3 (tavanomainen)

- Syöteseosta on **8 250 t/v** ja kaasuuntumisen massahäviöiden jälkeen mädätysjäännöstä on **5 858 t/v**.
- HUOM: Mukana on **0 t/v** nestelisäyksiä, sadevesiä tai ja/tai pesuvesiä kompensoimassa massahäviöitä.
- Biokaasuprosessi muuntaa osan prosessiin syötetystä kokonaistyppeä liukoiseksi typeksi.
- Oikealla ruuvipuristin erottelemassa mädätysjäännöstä (Kanninen, J. & Laakso, J. 2018).
- Korkein N/P-suhde löytyy mädätysjäännöksen separoidusta nestejakeesta (2,3 : 1)
- Fosfori on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Kalium on konsentroitunut mädätysjäännöksen separoituun kiintojakeeseen.
- Separoitua kuivajaeetta on rajallisesti saatavilla.
- HUOM:** Korkea liukoisen typen pitoisuus! 6,02 kg/tn (korkea TS reaktorissa)



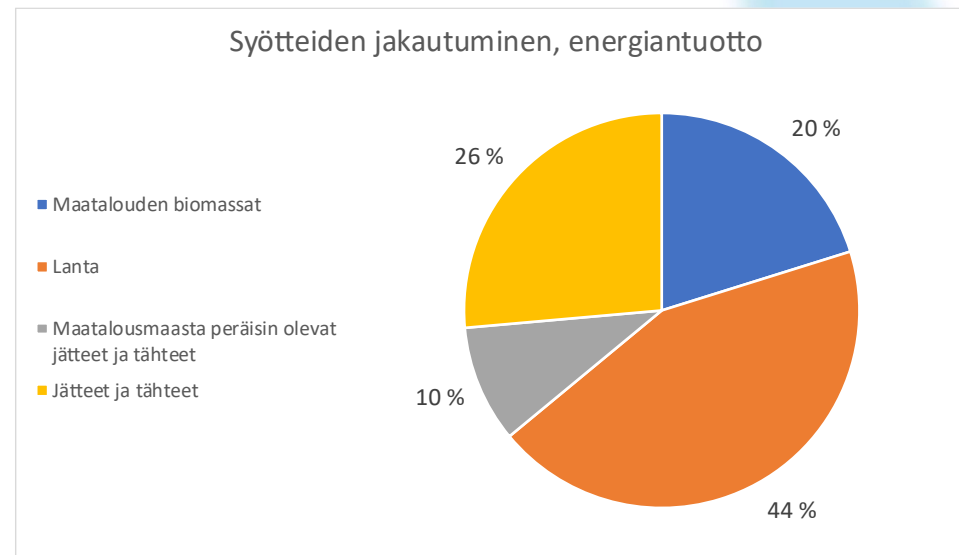
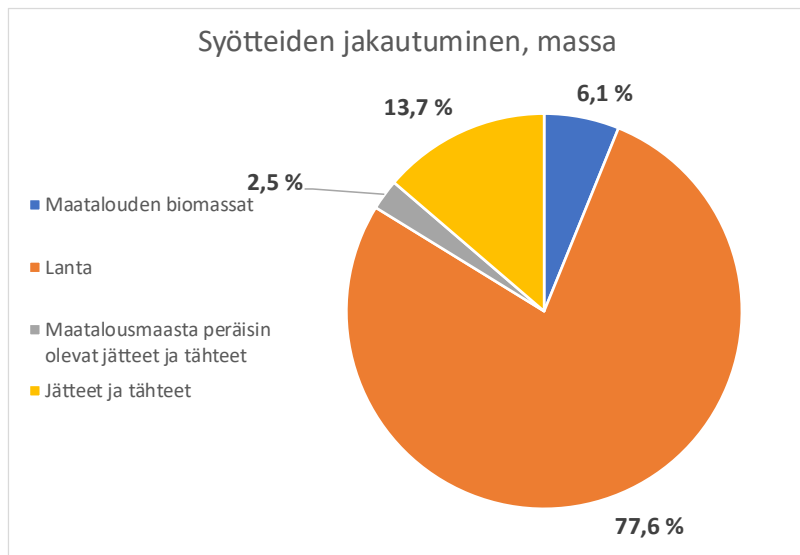
Kokonais syöteseos	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	19,47	%
m (syöteseos)	1 000,00	kg
m (TS)	194,70	kg
m (Ntot)	10,71	kg
m (NH4+)	2,43	kg
m (P)	5,45	kg
m (K)	1,95	kg
c (Ntot)	10,71	kg/tn
c (NH4+)	2,43	kg/tn
c (P)	5,45	kg/tn
c (K)	1,95	kg/tn
m (syöteseos)	8 250	tn/v
m (Ntot)	88	tn/v
m (NH4+)	20	tn/v
m (P)	45	tn/v
m (K)	16	tn/v
Ntot / P -suhde	1,96	2,0 : 1
NH4+ / P -suhde	0,45	0,5 : 1

Lannoitejake sellaisenaan	Lukuarvo	Yksikkö
TS%	5,70	%
m (lannoitejake)	1 000,00	kg
m (TS)	57,00	kg
m (Ntot)	15,08	kg
m (NH4+)	6,02	kg
m (P)	7,68	kg
m (K)	2,74	kg
c (Ntot)	15,08	kg/tn
c (NH4+)	6,02	kg/tn
c (P)	7,68	kg/tn
c (K)	2,74	kg/tn
m (lannoitejake)	5 858	tn/v
m (Ntot)	88	tn/v
m (NH4+)	35	tn/v
m (P)	45	tn/v
m (K)	16	tn/v
Ntot / P -suhde	1,96	2,0 : 1
NH4+ / P -suhde	0,78	0,8 : 1

Separoitu nestejake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	91,50	%
TS%	3,60	%
N-tot	84,00	%
NH4+	87,00	%
P	72,50	%
K	85,00	%
m (separoitu nestejake)	915,00	kg
m (TS)	33	kgKA
m (Ntot)	12,67	kg
m (NH4+)	5,23	kg
m (P)	5,57	kg
m (K)	2,33	kg
c (Ntot)	13,85	kg/tn
c (NH4+)	5,72	kg/tn
c (P)	6,08	kg/tn
c (K)	2,55	kg/tn
m (separoitu nestejake, max)	5 360	tn/v
m (Ntot)	74	tn/v
m (NH4+)	31	tn/v
m (P)	33	tn/v
m (K)	14	tn/v
Ntot / P -suhde	2,28	2,3 : 1
NH4+ / P -suhde	0,94	0,9 : 1

Separoitu kuivajake	Lukuarvo	Yksikkö
Erottelukerroin	8,50	%
TS%	28,20	%
N-tot	16,00	%
NH4+	13,00	%
P	27,50	%
K	15,00	%
m (separoitu kuivajake)	85,00	kg
m (TS)	23,97	kgKA
m (Ntot)	2,41	kg
m (NH4+)	0,78	kg
m (P)	2,11	kg
m (K)	0,41	kg
c (Ntot)	28,39	kg/tn
c (NH4+)	9,20	kg/tn
c (P)	24,84	kg/tn
c (K)	4,84	kg/tn
m (separoitu kuivajake, max)	498	tn/v
m (Ntot)	14	tn/v
m (NH4+)	5	tn/v
m (P)	12	tn/v
m (K)	2	tn/v
Ntot / P -suhde	1,14	1,1 : 1
NH4+ / P -suhde	0,37	0,4 : 1

Biokaasuntuotannon raaka-aineet kestävyysslain mukaisesti



Syötteet on jaettu neljään kestävyyslain mukaiseen raaka-aineryhmään, jotka poikkeavat kestävyysominaisuuksiltaan toisistaan.

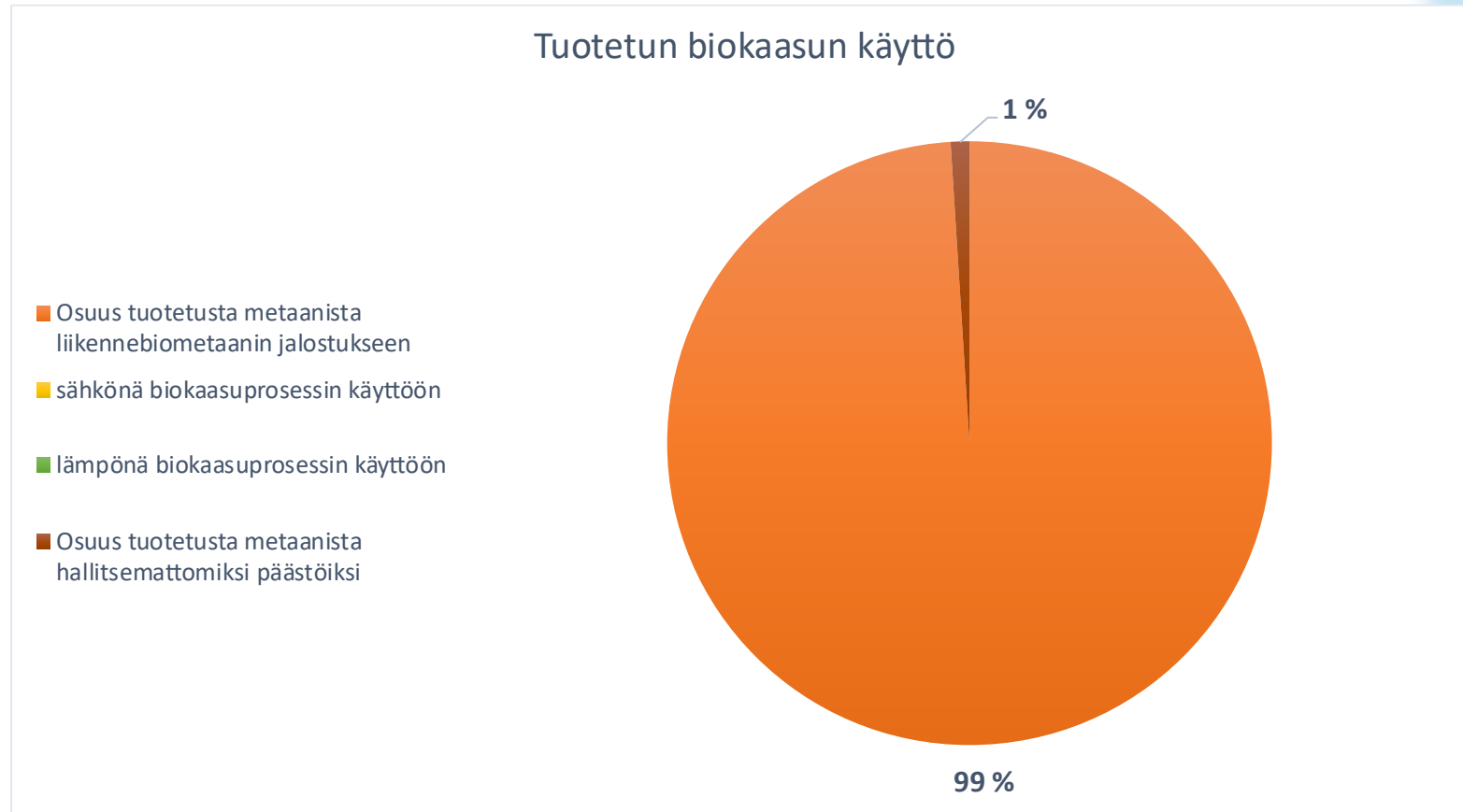
Maatalouden biomassat: sisältää viljelykierrossa mukana olevat nurmet, jotka korjataan laitosta varten.

Lanta: sisältää lannat.

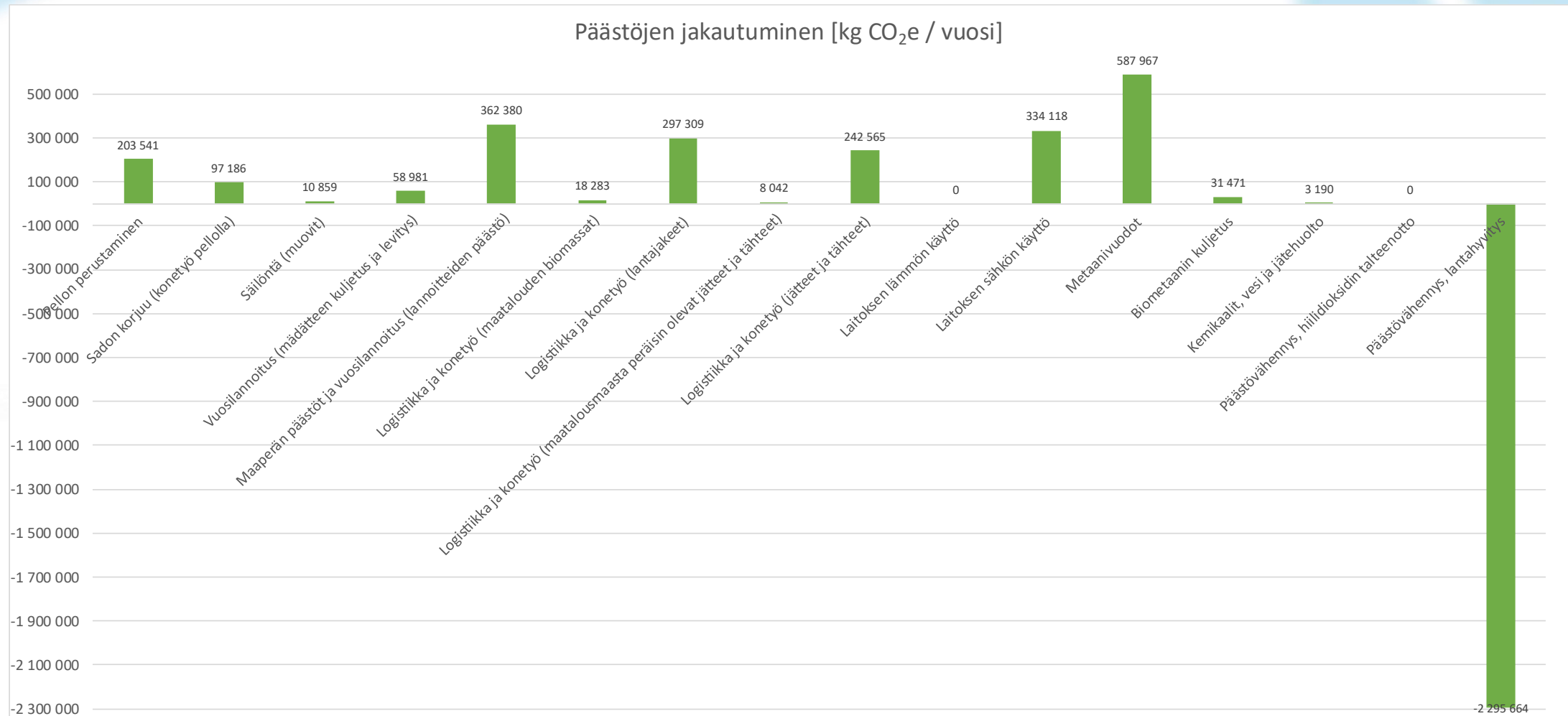
Maatalousmaasta peräisin olevat jätteet ja tähteet: Sisältää lhp suojavaikohyökkeet ym. sekä oljen. Sisältää myös pilaantuneet ja ylivuoteiset rehuerät (Energiaviraston tulkinta tällä hetkellä 2025. Tavoitteena on, että tämä raaka-aine saadaan tulevaisuudessa määriteltyä jätteeksi)

Jätteet ja tähteet: sisältää muut laitokselle vastaanotetut syötteet

Tuotetun biokaasun käytön jakautuminen



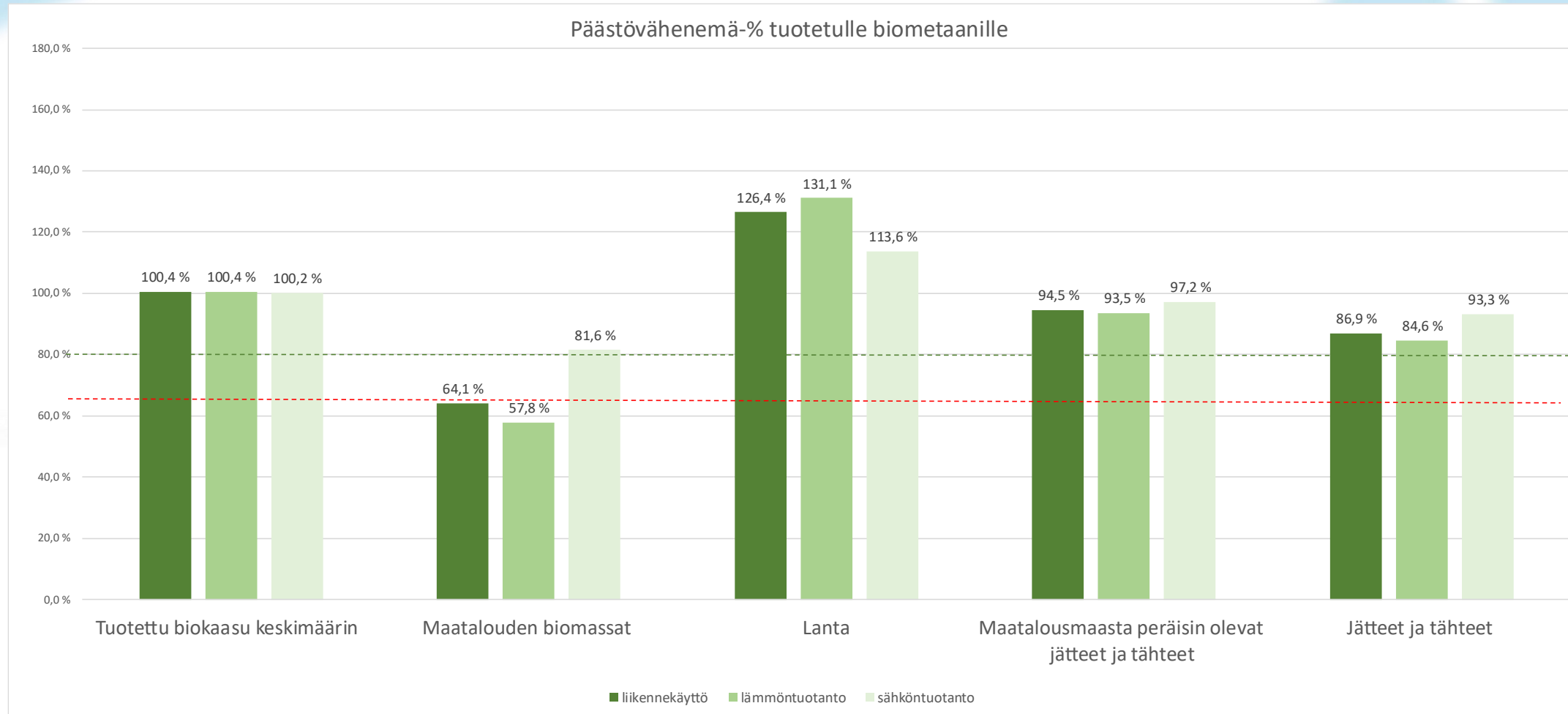
Biokaasuntuotannon kokonaispäästöjen jakautuminen eri päästölähteisiin



Päästövähennemä-% tuotetulle biometaanille

- Käytössä olleiden lähtötietojen pohjalta arvioituna, vaaditut minimipäästövähennysvaatimukset jäävät liikennekäytössä maatalouden biomassan osalta hieman alle vaaditun. Tältä osin kaasu ei siis täytä kestävyyslain 6 § mukaisia vaatimuksia.
- Suurimpia vaikuttavia tekijöitä kestävyteen tehdyissä simulaatioissa:
 - Peltojen lannoitus
 - Peltojen satotasot
 - Kuljetusetäisyys (jopa 100km/suunta)
- **Kokonaiskaasuseos täyttää kuitenkin kestävyysvaatimukset**
- Ainetaseen avulla voidaan erottaa ei kestävä ja kestävä osuus toisistaan, jolloin suurin osa kaasusta voidaan myydä kestäväenä.
- **HUOM:** Biokaasulaitos joutuu arvioimaan monesta näkökulmasta (logistiikka, hankintahinta, kestävyys, mädätejakeiden kiinnostavuus) mitä syötteitä on mielekästä ja kannattavaa ottaa mukaan laitoksen syötepohjaan → Jatkossa tarkemmat keskustelut viljelijöiden kanssa 😊

Päästövähennelmä-% tuotetulle biometaanille



Mallinnetut kannattavuuslaskelmat

- Hankkeen 01/2025 – 10/2025 aikana on mallinnettu neljä erilaista toimintamallia, joiden kannattavuutta on arvioitu useista näkökulmista
- Muuttujat, joita on muutettu ja testattu laskelmien aikana:
 - Biokaasulaitoksen sijainti: Otanmäki / Tihisenniemi
 - Biokaasun hyödyntäminen/jalostaminen: CBG-tuotanto, CO₂-talteenotto ja nesteytys, LBG-tuotanto, H₂-tuotanto (vety) yhdistettynä biometanointiin
 - Kuinka paljon biometaania myydään liikenne ja teollisuuskäyttöön (markkinariskien hallinta)
 - Investointibudjetti ylittyy rakennusvaiheessa: 0 → 15 %
 - Investointituen taso: 0 % → 25 % → 30 % → 50 %
 - Logistiikan osittaisten menopaluukuljetusten vaikutus kustannuksiin (lietjakeiden osalta), joiden kustannuksista biokaasulaitos vastaa.
 - Nurmen ja oljen alustavat tuotanto- ja korjuukulut, joista vastaa biokaasuyritys: Nurmi 115 €/tKA. = 40 €/tn / Olki 75 €/tKA = 56 €/tn.
 - Energiapanosten ja lopputuotteiden hinnoittelu

Toimintamalli	Tuotanto-laitoksen sijainti	CBG/LBG-tankkaus-aseman sijainti	Syöte-pohja (t/v)	Biometaania (GWh/v)	E-metaania (GWh/v)	Biokaasuprosessin lämmöntarve (GWh/v)	Sähkötehon tarve keskimäärin (MW)	Investointi (€)	Kannattavuus
1. CBG-tuotanto + CO ₂	Otanmäki	CBG / Kajaani	106 500	32	0	5,0	0,57	21,5 M€	Taloudellisesti kannattavin
2. LBG-tuotanto + CO ₂	Otanmäki	LBG&CBG / Kajaani	106 500	32	0	5,0	0,72	25,7 M€	Kohtalainen taloudellinen kannattavuus
3. LBG-tuotanto + vihreän vedyn tuotanto ja biometanointi	Otanmäki	LBG&CBG / Kajaani	106 500	32	27	0 – 5,0 (elektrolyyseri tuottaa paljon hukkalämpöä)	6,80	40,1 M€	Heikoin taloudellinen kannattavuus
4. CBG-tuotanto (ei CO ₂ :ta)	Tihisenniemi	CBG / Kajaani & Muu	106 500	32	0	5,0	0,41	20,4 M€	Hyvä taloudellinen kannattavuus ja parempi markkinariskin hallinta



Hankkeen tulokset ja projektin päättyminen 12/2025

- Olemme olleet yhteydessä ja aktivoineet 75 viljelijää Kajaanin, Sotkamon ja Vuolijoen alueella hankkeen aikana.
- Syötekartoituksen aikana löydetyn syötepohjan biokaasupotentiaali on 32 GWh/v → **Tavoite 20-30 GWh/v tasosta ylittyi!** 😊
- Olemme hahmottaneet logistiikan ja kestävyysreunaehdot biokaasuinvestoinnin mielekkyyteen Kainuun alueella.
- Olemme arvioineet biokaasulaitoksen tuottamia mädätejakeita, mikäli laitoksen syötepohja on syötekartoituksen mukainen.
- Mielekkäimmäksi ja kannattavimmaksi toimintamalliksi on todettu CBG –tuotanto ja –jakelu.
 - Heikoin kannattavuus ja mielekkyys löytyi vihreän vedyntuotannon sekä yhdistetyn biometanoinnin ja LBG –tuotannon ja -jakelun skenaariosta.
- Olemme koko hankkeen ajan käyneet tiivistä keskustelua Kajaanin kaupungin ja Kajaanin ammattikorkeakoulun kanssa, jotta biokaasulaitoksen sekä konesalihankkeiden yhteistyömahdollisuudet ja reunaehdot ovat selkiytyneet ja toimijat tulleet tutuiksi.
- Olemme käyneet useita keskusteluja Kajaanin, Otanmäen ja Sotkamon kuntien viranomaisten kanssa biokaasuntuotantolaitoksen ja tankkausasemien potentiaalisimpien sijaintipaikkojen selvittämiseksi. Toimijoiden välille on rakentunut hyvä silta.
- Paikallisten sidosryhmien kanssa on hahmoteltu eri osapuolten roolit mikäli investointi päätettäisiin toteuttaa.
- Hankkeen viimeisinä toimenpiteinä järjestämme viljelijöitä aktivoivia ja tilaisuuksia marraskuussa 2025.
 - Tavoitteena hahmottaa viljelijöiden alustava kiinnostus yhteistyöstä biokaasulaitoksen kanssa niin Vuolijoella, Kajaanissa kuin Sotkamossa 18.-19.12.2025
 - Mikäli kiinnostusta yhteistyöhön löytyy, on mielekäs lähteä harkitsemaan seuraavia prosessin jatkoaskeleita vuoden 2026 aikana.
 - Hanke päättyy vuodentaitteessa 2025-2026.

Viljelijöitä aktivoivat kysymykset 18.-19.11.2025

1. Miltä hankkeen selvitystulokset vaikuttivat ja heräsikö kysymyksiä? → Tulos: Käytiin paljon hyvää keskustelua.
2. Voisitteko olla kiinnostuneita yhdestä tai useammasta alla olevasta yhteistyömahdollisuudesta biokaasulaitoksen kanssa? → Tulos: Viljelijät olivat kiinnostuneita useista alla olevista yhteistyövaihtoehtoista:
 - a) Tilan lantajakeiden ohjaaminen keskitettyyn biokaasulaitoskäsittelyyn (lietelanta, kuivalanta, pilaantuneet rehuerät)
 - b) Peltobiomassojen myynti biokaasulaitokselle (nurmi, olki)
 - c) Luomukelpoisen mädätteen vastaanotto tilan varastoihin ja hyödyntäminen lannoitteena tilan pelloilla
 - d) Tavanomaisen mädätteen vastaanotto tilan varastoihin ja hyödyntäminen lannoitteena tilan pelloilla (JV-linjasta)
 - e) Urakointipalveluiden tuottaminen biokaasuntuotantoketjussa
 - f) Muu mikä?
3. Olisitteko kiinnostuneita keskustelemaan ja neuvottelemaan mahdollisista aiesopimuksista syötteiden toimituksen ja mädätteen vastaanoton osalta vuoden 2026 aikana? → Tulos: Positiivinen signaali saatu viljelijöiltä 👍
 - Biokaasulaitoksen energiantuotannosta tulee yhteensä 74 % maataloussyötteistä, eli 44 % lantajakeista, 20% peltobiomassoista ja 10 % maatalousmaasta peräisin olevista jätteistä ja tähteistä.
 - Riittävän viljelijäkiinnostuksen löytyminen on pullonkaula sille, onko biokaasulaitokselle näköpiirissä potentiaalinen syötepohja ja onko jatkoaskeleita mielekästä lähteä ottamaan Kajaanin biokaasulaitoshankkeessa.

Kuvia biokaasuinfoista 18.-19.11.2025



Projektipäällikkö



Henri Karjalainen

Johtava asiantuntija,
biokaasu ja vihreä siirtymä

+358 44 505 8373

henri.karjalainen@envitecpolis.fi

envitecpolis.fi



Henri Karjalainen

Johtava asiantuntija

044 505 8373

henri.karjalainen@envitecpolis.fi



Euroopan unionin
osarahoittama

