



DigiBiogasHubs

Digitaaliset alustat joustavan ja skaalautuvan
biokaasutoiminnan mahdollistajina

Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästöjen ja maatalouden ravinnetalouden arviointia

– Etelä-Pohjanmaan maakunta

12.12.2024 (Päivitetty 6.6.2025)

TP2 –osaraportti 1

Juha Tiainen

Seinäjoen Ammattikorkeakoulu

Sisältö

Executive summary

1. Johdanto
2. Etelä-Pohjanmaan biokaasuhub
3. Biometaanin käyttöpotentiaali Etelä-Pohjanmaalla
4. Biokaasutuotannon nykytila
5. Biokaasun tuotantopotentiaali
6. Päästöjen arviointi
7. Ravinnetalouden arviointi
8. Yhteenvetoa ja pohdintaa

Lähteet

Executive summary

Finland's national goal is to be carbon neutral by 2035. A critical step in achieving this goal is replacing fossil fuels with low-emission forms of energy. Biogas is a low-emission, sustainable alternative to fossil fuels in transport, industry, and heat and electricity production. In addition to emission reduction goals, biogas activities are supported by the development needs of nutrient recycling, regional vitality, security of supply, and agricultural emission reduction goals. This report was completed as part of the DigiBiogasHubs project.

The project's overall goal is to develop and pilot a system-level solution based on a digital platform and tools that promote the development and interaction of biogas hubs located in different regions and the development of the biogas market. The project was implemented in three provinces: South Ostrobothnia, Central Ostrobothnia, and Ostrobothnia. (Spoof-Tuomi 2024)

This report is related to the project's work package 2, which describes and analyzes three province-specific biogas hubs (networks formed regionally).

This report focuses on Southern Ostrobothnia's biogas hub, and the study was carried out by the Seinäjoki University of Applied Sciences. The report consists of four main parts: 1) a geographic definition of the hub and identification of key players as well as a hub description based on these, 2) an analysis of biogas use potential, 3) an analysis of biogas production potential, and 4) carbon accounting and calculating the GHG reduction potential of biogas.

LBG use potential

LBG's use potential was identified mainly in food industry and heavy road traffic. The total amount of energy produced with fossil fuels and peat in the aforementioned sectors in South Ostrobothnia is about 1600 GWh per year.

LBG production potential

The current annual biogas production in South Ostrobothnia is 43 GWh. Based on this report, the theoretical annual biomethane production potential of South Ostrobothnia's unused manure and field side streams, including fallow and buffer zone grasses, potato stalks, and surplus straws, is 1200 GWh. However, due to technical and economic limitations, all these biomasses cannot be assumed to end up in biogas production. The techno-economic potential was estimated at 315–545 GWh per year, depending on the utilization rate. This is 7–13 times the current annual production. The highest single biomethane potential was associated with straw, accounting for approximately 50% of the total techno-economic potential.

CO2-reduction

The estimation was based on the South Ostrobothnia's heavy track traffic and it's needs for LBG to substitute fossil diesel fuel. The assumption was that by 2030, 10% of the fuel used in heavy road traffic would be LBG, increasing to 21% by 2035. The rate of reduction of emissions was based on Gasum-case-calculation (Gasum 2023).

The CO2 emission reduction from heavy road traffic in South Ostrobothnia was estimated to be 8% in 2030 and 17% in 2035.

Nitrogen fertilizer and reduced cost to farmers with fertilizers

Digestate from biogas plant is a perfect biological and green fertilizer that can reduce the use of the volume and cost dealing with buying mineral fertilizers to the farm. In this report there is potential to reduce fertilizer cost from 230 000 to 780 000 euros annually in South Ostrobothnia.

1. Johdanto

Suomen kansallinen, Ilmastolain mukainen tavoite on olla hiilineutraali viimeistään vuonna 2035. Tavoitteen saavuttamisessa kriittinen toimi on fossiilisten polttoaineiden korvaaminen vähäpäästöisillä energiamuodoilla. Biokaasu on vähäpäästöinen, vastuullinen vaihtoehto fossiilisille polttoaineille niin liikenteessä, teollisuudessa kuin lämmön- ja sähköntuotannossa. Päästövähennystavoitteiden lisäksi biokaasusektorille mahdollisuuksia luovat ravinteiden kierrätyksen kehittämistarpeet, alueiden elinvoimaisuusnäkökulmat, huoltovarmuusnäkökulmat sekä maatalouden päästövähennystavoitteet. (Spoof-Tuomi 2024)

Tämä selvitys valmistui osana DigiBiogasHubs–hanketta. Hankkeen kokonaisvaltaisena tavoitteena on kehittää ja pilotoida digitaaliseen alustaan perustuvaa järjestelmätason ratkaisua ja työkaluja, jotka edistävät eri alueilla sijaitsevien biokaasuhubien kehittymistä ja vuorovaikutusta sekä biokaasumarkkinoiden kehittymistä. Hanke toteutetaan kolmen maakunnan alueella: Etelä-Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa ja Pohjanmaa. Selvitys liittyy hankkeen työpakettiin kaksi, jossa kuvataan ja analysoidaan kolme maakuntakohtaista, toisistaan poikkeavaa biokaasuhubia (alueellisesti muodostuvaa verkostoa). (Spoof-Tuomi 2024)

Tämä raportti keskittyy Etelä-Pohjanmaan biokaasuhubiin ja selvityksestä vastasi Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. Raportti koostuu neljästä pääosasta: 1) hubin maantieteellinen määrittely ja keskeisten toimijoiden identifiointi sekä näiden perusteella laadittu hubkuvaus, 2) biokaasun käyttöpotentiaalin selvitys, 3) biokaasun tuotantopotentiaalin selvitys, ja 4) biokaasun tuotannon ja käytön päästövähennys- ja kasvinviljelyn ravinne- ja lannoitepotentiaalin arviointi (Spoof-Tuomi 2024).

Etelä-Pohjanmaan maakunta

Etelä-Pohjanmaa on maakunta, joka sijaitsee Länsi-Suomen alueella. Etelä-Pohjanmaa on hankkeen kolmesta pohjalaismaakunnasta suurin asukasluvultaan ja pinta-alaltaan. Väkimäärä on noin 192 000 asukasta (vuonna 2021). Seinäjoki on Etelä-Pohjanmaan väkirikkain kaupunki.

Maakunta jakautuu rannikon läheiseen Suupohjan alueeseen, keskeiseen lakeusalueeseen sekä Suomenselän alueeseen.

Karttakuva muokattu, alkuperäinen kuva: Etelä-Pohjanmaan liitto / Keino Branding



Tutkimusmenetelmät

Biokaasun käyttöpotentiaalin arvioinnissa hyödynnettiin mm. Tilastokeskuksen, Suomen ympäristökeskuksen ja Energiateollisuuden tilastoja. Käyttöpotentiaalin arvioinnissa tarkasteltiin erityisesti maakunnan raskaan rekkaliikenteen energiankulutusta sekä alueen keskeisen ruokaketjun ja elintarviketeollisuuden fossiilienergiaan perustuvaa energiankulutusta.

Biokaasun tuotantopotentiaalin arvioinnissa hyödynnettiin Luonnonvarakeskuksen Biomassa-atlas –palvelua, Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskuria ja alan kirjallisuutta.

Päästölaskennassa painopiste oli kasvihuonekaasujen laskennassa ja siinä etenkin hiilidioksidipäästöjen laskennassa. Laskennassa hyödynnettiin mm. seuraavia lähteitä: EU:n uusiutuvan energian RED II direktiivi, Gasumin selvitykset, Tilastokeskuksen data sekä alan kirjallisuus.

2. Etelä-Pohjanmaan biokaasuhub – kehittyvät kotieläintilat ja Nurmon Bioenergia Oy edelläkävijöitä

Etelä –Pohjanmaan biokaasuhubissa merkittävin biokaasun käyttöpotentiaali liittyy alueen lukuisiin maatalousyrityksiin, Atriaan, Valioon ja maakunnan raskaan liikenteen käyttöön. Suomen Lantakaasun ja Atrian tuleva iso investointi biokaasuun mahdollistaa jopa nesteytetyn biometaanin (LBG) tuotannon. Suomen Lantakaasu Oy on Nurmon Bioenergia Oy:n enemmistöomistaja. Ruokataloista Atria ja Valio ovat osaltaan mukana biokaasulaitoksen toiminnassa.

Kurikan valtatie 3:n suunniteltu maatilojen ja Kurikan kaukolämmön yhteinen kaasuputki ja LBG:n tuotantopotentiaali mahdollistavat esimerkiksi raskaan rekkaliikenteen tankkausaseman sijoittamisen strategisesti hyvälle paikalle.

LBG:n käyttöönotto mainituilla segmenteillä vaatii kuitenkin tuntuvaan biokaasutuotannon lisäämistä ja panostuksia nesteytysinfrastruktuuriin. Biokaasun tuotannon kasvattamiseksi tarvitaan uusia toimijoita, innovointia liiketoimintamalleihin ja uusia mahdollisia arvoketjuja, esimerkkinä ravinnekierrätyksen tehostaminen. Biokaasun käyttäjien lisäksi avainasemassa olevia toimijoita Etelä-Pohjanmaalla ovat nykyiset biokaasun tuottajat: Lakeuden Etappi Ilmajoella, alueen maatilayritysten biokaasuvoimalat ja niiden mahdollisuudet kasvattaa tuotantoaan energian myyntiin asti sekä mahdolliset uudet tulevat biokaasun tuottajat. Muita avaintoimijoita ovat syötteiden tuottajat, teknologiatoimittajat, logistiikkayhtiöt ja kaasun jakeluyhtiöt.

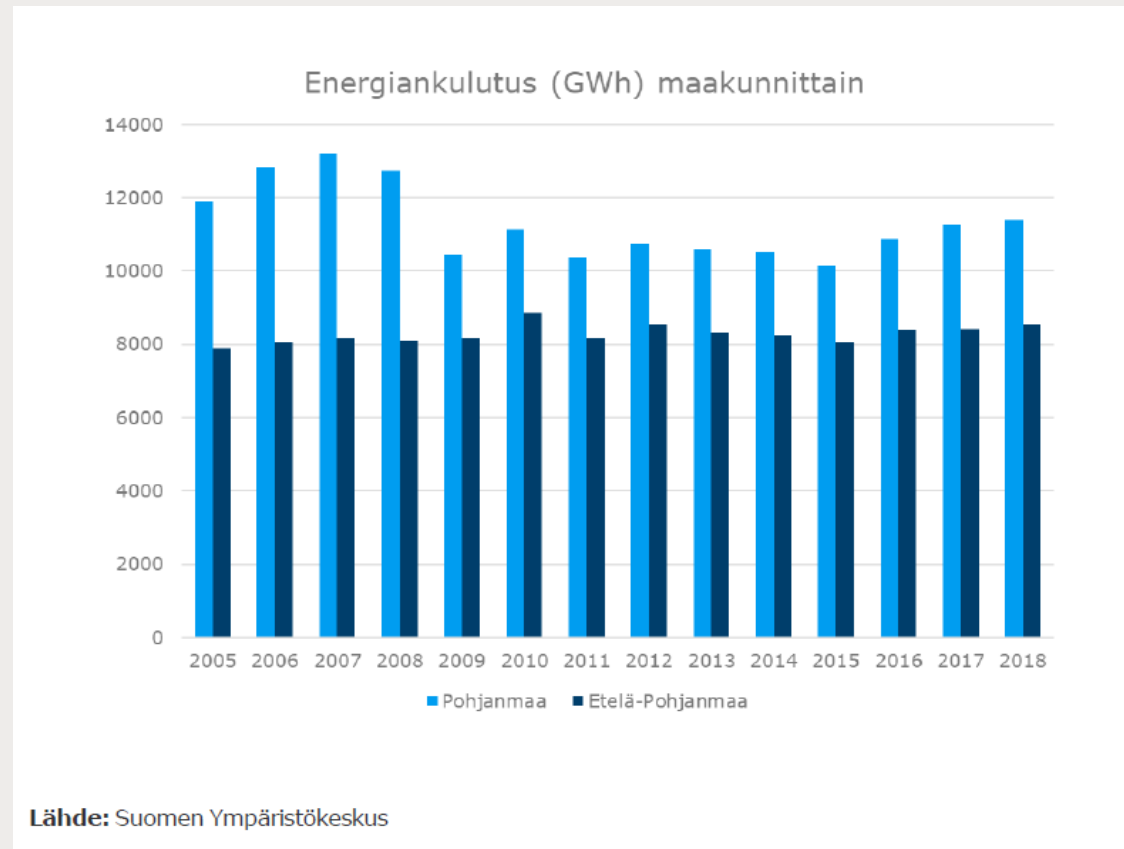
3. Biometaanin käyttöpotentialiaali Etelä-Pohjanmaalla

LBG:n käyttöpotentialiaalin arvioinnissa kartoitettiin julkisista lähteistä saatavilla olevia energiankulutustietoja Etelä-Pohjanmaalla. Tarkastelu keskittyi pääosin Atrian muodostaman elintarvikeklusterin ja maakunnan raskaan tieliikenteen energiankulutukseen.



Kuva: iStock

Energian käyttö Etelä-Pohjanmaalla

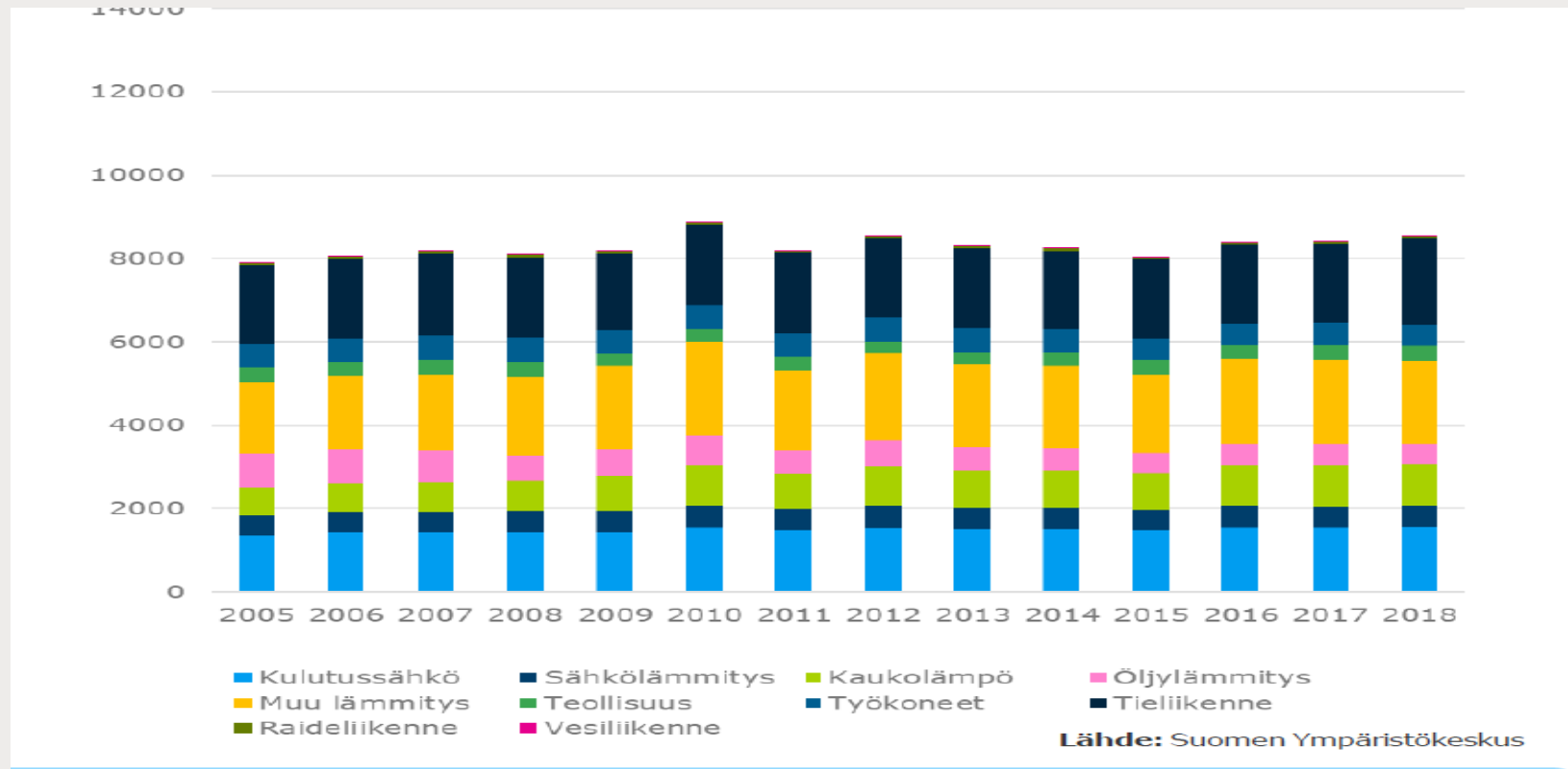


Lähde: Suomen ympäristökeskus

Teollisuuden energiankäyttö jaotellaan tilastoissa teollisuuden sähkön käyttöön ja muun energian käyttöön. Muun energian käyttö koostuu polttoaineisiin perustuvasta energiasta sekä ostetusta lämmöstä. Erityisesti Etelä-Pohjanmaalla energian kulutus on ollut tasaista vuosien 2005-2018 välillä. Etelä-Pohjanmaalla energian kulutus ollut noin 8000GWh vuodessa eli noin 0,04GWh vuodessa per asukas.

Seuraavalla sivulla (12) oleva taulukko erittelee eri energialähteiden osuuden teollisuuden muusta energiakäytöstä toimialoittain Pohjanmaalla vuonna 2019. Lähteenä käytetty Ramboll (2021).

Energian kulutus Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2019



Etelä-Pohjanmaalla etenkin tieliikenteen ja lämmityksen ratkaisut keskeisiä, kuten ohessa olevasta diagrammista ilmenee.

Teollisuuden energian käyttö Etelä-Pohjanmaalla 2019

Teollisuuden energian käyttö ja sähkön käytön osuus 2019	Yhteensä GWh/a	Sähkön osuus
Etelä-Pohjanmaa	1234	46 %
Pohjanmaa	7083	23 %
Yhteensä	8317	26 %

Lähde: Tilastokeskus

Etelä-Pohjanmaan teollisuuden energian käyttö on ollut vuonna 2019 noin 1200 GWh vuodessa, josta sähköenergian osuus on ollut lähes puolet (Tilastokeskus).

Energian käyttö liikenteessä Etelä-Pohjanmaalla 2019

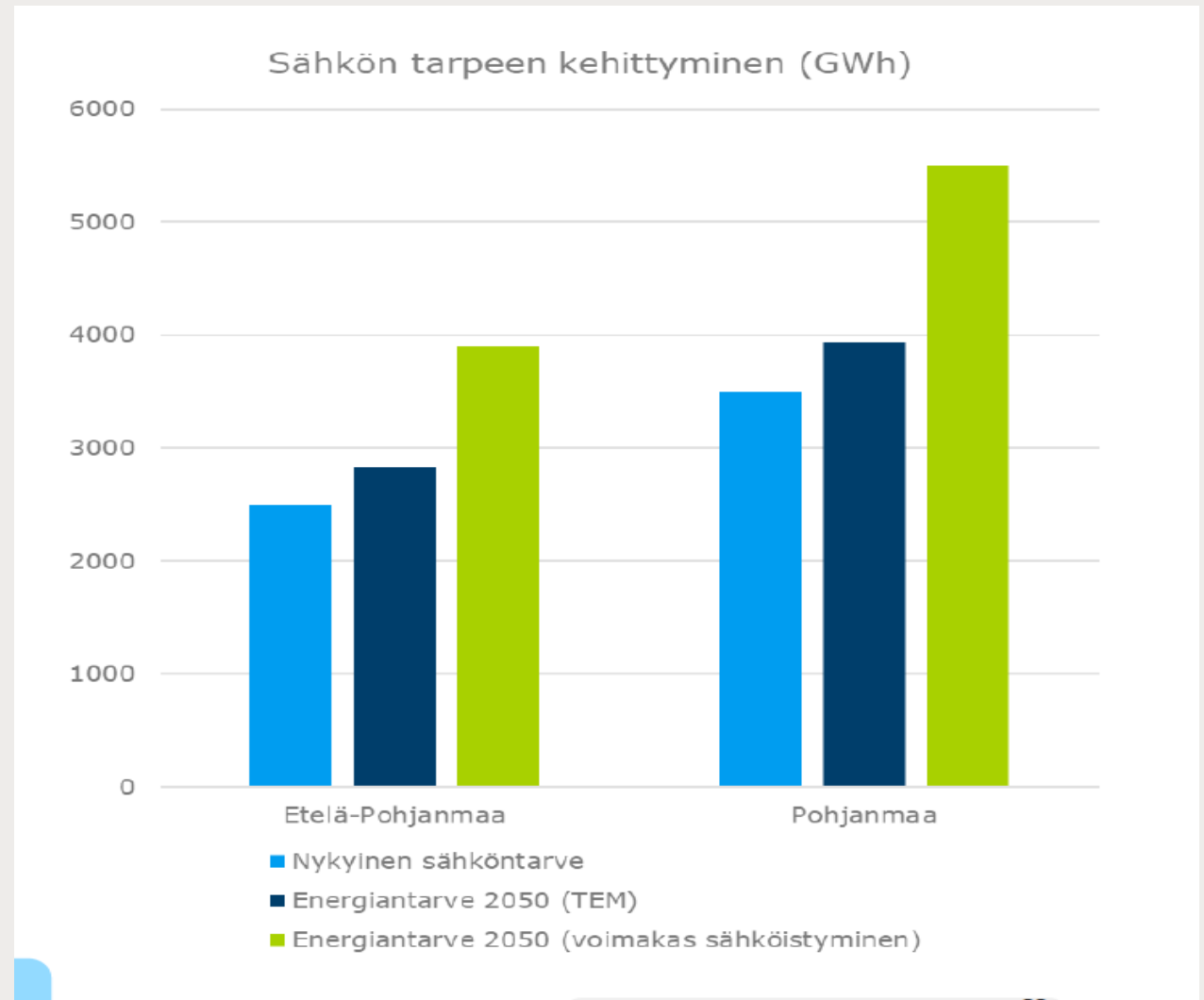
Liikenteen energiankulutus Etelä-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Suomessa 2019		GWh/a
Etelä-Pohjanmaa		1 705
Pohjanmaa		1 625
Koko Suomi		49 590

Lähde: Tilastokeskus

Etelä-Pohjanmaan liikenteen energiankulutus on noin 3,5 prosenttia koko Suomen liikenteen energian kulutuksesta. Raskaan rekkaliikenteen osuus on suurehko.

Sähkön tarve vuonna 2025

Etelä-Pohjanmaan sähkön tarve nousee nykyisestä noin 2500 GWh:sta lähes 4000 GWh:iin vuonna 2050.



Energian kokonaistarve 2050

Energian kokonaistarve ja sen jakautuminen Etelä-Pohjanmaalla 2050

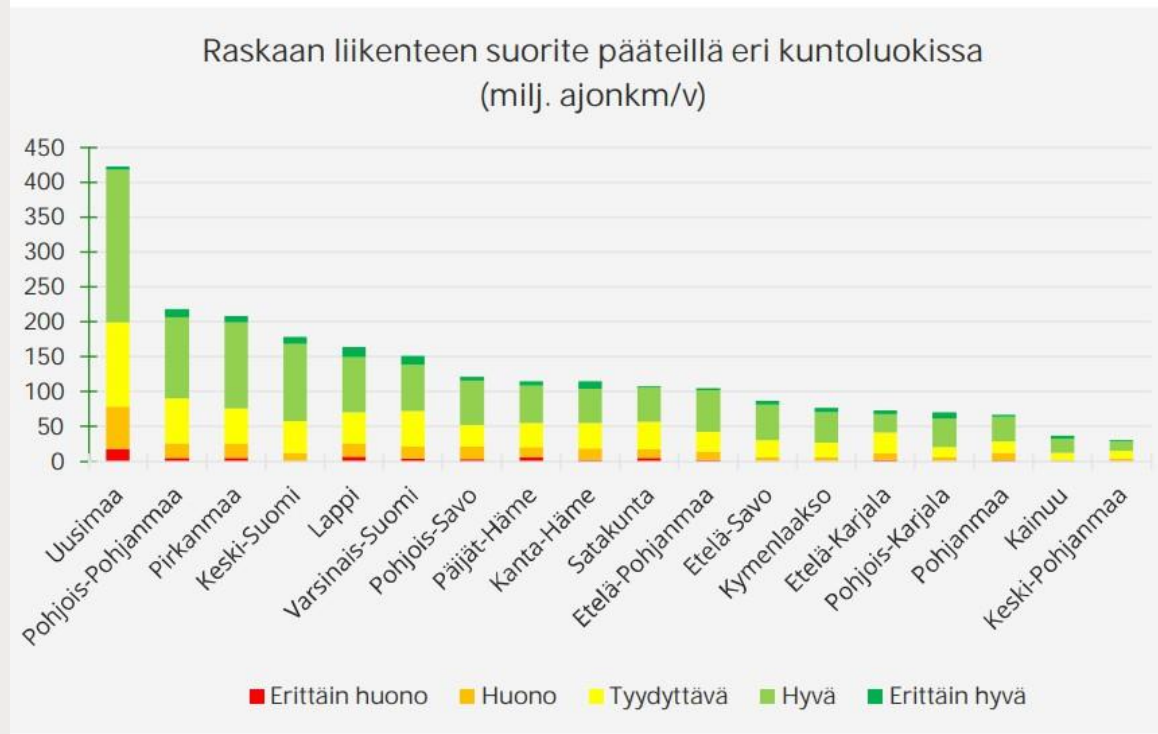
GWh/a	2020	2050
Teollisuus	1234	1234
Asuminen	2 377	1 445
Muiden rakennusten lämmitys	425	208
Liikenne	1 705	1 194
Muut	564	564
Yhteensä	6305	4 644

Etelä-Pohjanmaalla tärkeitä energian käyttäjiä ovat raskas rekkaliikenne ja elintarvikeklusteri tällä hetkellä ja myös tulevaisuudessa.

Raskas liikenne pääteillä 2023

Raskaan liikenteen osalta maakunnan suorite on noin 100 miljoonaa kilometriä vuodessa. Viereisessä kuviossa ajosuoritteiden jakautuminen tieluokittain. Maakuntien väyläraportti (2023)

RASKAAN LIIKENTEEN SUORITE PÄÄTEILLÄ



Laskelma Etelä-Pohjanmaan raskaan liikenteen LBG-tarpeesta

60 tn:n rekka:												
kulutus	min	30	l/100 km		300	kWh/100 km						
	max	75	l/100 km		750	kWh/100 km						
	ka.	45	l/100 km		450	kWh/100 km						
Energian kulutus yht.												
	min	300000000	kWh	=	300	GWh						
	max	750000000	kWh	=	750	GWh						
	k.a.	450000000	kWh	=	450	GWh						
(lähde: https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1727/kuorma-autokuljetusten_co2-paastojen_vahentaminen_raportti_2022_helmikuu.pdf)												
SKALin ennusteen mukaan >42 tonnin ajoneuvoyhdistelmistä noin 10 %:ssä käyttövoimana on LBG vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2035 mennessä LBG:n osuuden ennustetaan olevan 21 %												
E-P:n tarve : 2030			45 GWh									
	2035		95 GWh									
(LGB)												

Yhteenveto LBG:n käyttöpotentiaalista Etelä-Pohjanmaalla vuosina 2030-2035

Teoreettisesti LBG:n käyttöpotentiaalia olisi koko maakunnan teollisuudessa jopa yli 1200 GWh, ja raskaassa rekkaliikenteessä noin 450 GWh vuosittain.

LBG:llä voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita ja turvetta tällä hetkellä tehtyjen suunnitelmien mukaan elintarviketeollisuudessa (Atria) 117 GWh/vuosi ja raskaassa rekkaliikenteessä (>42 t) 45–95 GWh/vuosi.

Teknisesti nesteytetyn biometaanin käyttöönotto olisi mahdollista LNG:tä käyttävässä teollisuudessa välittömästi kun LBG:tä on alueelta saatavilla. Mainittujen segmenttien vuosittainen biometaanin tarve tulevaisuudessa on 162–212 GWh.

4. Biokaasutuotannon nykytila

Lakeuden Etappi Oy - yhteiskäsittelylaitos

Lakeuden Etappi Oy vastaa käytännön jätehuollon järjestämisestä kahdeksan omistajakuntansa ja 134 000 asukkaan alueella Etelä-Pohjanmaalla. Lakeuden Etapin biokaasulaitoksessa puhdistamolietteestä ja biojätteestä tuotetaan biokaasua ja Ranu-maanparannusraetta. Etapin biokaasulaitoksella on 55 000 tonnin vuotuinen käsittelykapasiteetti ja laitos tuottaa 15–20 GWh biokaasua vuodessa. Noin kaksi kolmasosaa biokaasusta käytetään laitoksen prosessissa, jossa tuotetaan mädätysjäännöksestä Ranu –maanparannusraetta.

Suupohjan Perunalaakso on yhteismädättämö, joka hyödyntää perunantuotannon sivuvirtoja. Tuotanto noin 1 GWh vuodessa omaan käyttöön.

Maatilabiokaasulaitokset

Maakunnan alueella on seitsemän toimivaa maatilakokoluokan biokaasulaitosta, yksi Ilmajoella ja kolme Kurikan Jalasjärvellä, kaksi Alajärvellä ja yksi Vimpelissä. Näiden yhteinen tuotanto on noin 22 GWh lämpöä, sähköä ja liikennebiokaasua vuodessa.

Maakunnan keski- ja pohjoisosassa ei ole tällä hetkellä toimivaa yhteismädättämöä, mutta Nurmon Bioenergia Oy:n tuleva ison kokoluokan biokaasulaitos Nurmoon korvaa lähitulevaisuudessa tämän puutteen. Laitos käsittelee valmistuttuaan vuosittain noin 240 000 tonnia raaka-ainetta, josta lantajakeet ja teollisuuden sivuvirrat muodostavat pääosan. Laitoksen tuotantokapasiteetti tulee olemaan 117 GWh/vuosi. Laitos on suunniteltu käynnistymään vuonna 2026.



Suunniteltu biokaasun määrä vähentää vuosittaista fossiilisen dieselin tarvetta 11,7 miljoonaa litraa, mikä osaltaan laskee liikenteen hiilidioksidipäästöjä noin 40 tuhatta tonnia. Tavoitteena on saada noin 10 miljoonan kilon hiilidioksidipäästövähennys vuoteen 2030 mennessä. Biokaasutuotannon yhteydessä syntyy myös hygienisoitua biolannoitetta maataloustuottajien käyttöön.

Kuva: Suomen Lantakaasu Oy

Lisäksi maakunnan eteläosaan kolmostien varrelle on suunnitteilla yhteismädättämö alla olevan suunnitelman mukaan. Investointia ei ole vielä tehty.

Kurikka- biokaasuverkosto -suunnitelma 2022

- 20 km kaasuverkkoa
- 6 uutta biokaasulaitosta tai aiemman laitoksen laajennusta ensimmäisessä vaiheessa
- 40 GWh LBG:tä eli nesteytettyä biometaan
- Korvaa 4 miljoonaa litraa liikennepolttoainediesel
- yli 8000 tonnia vähemmän fossiilisia CO₂-päästöjä
- Talousvaikutusarvio + 8 milj. euroa aluetaloudelle
- Liukoista typpeä lisää 10 000 kg vuodessa



Kurikan 3-tien
biokaasuekosysteemin
havainnekuva. Lähde: Kurikan
kaupunki

5. Biokaasun tuotantopotentiaali

Paikallisesti tuotettua biokaasua olisi mahdollista tuottaa paljon nykyistä enemmän. Biokaasutuotannon kasvattamisessa etenkin maatalouden biomassoilla on keskeinen rooli, sillä suurin osa biokaasun hyödyntämättömästä tuotantopotentiaalista on maatalouden biomassoissa.

Hyödyntämättömän tuotantopotentiaalin laskennassa käytettiin Luonnonvarakeskuksen Biomassa -atlas –palvelua ja Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskuria. Biomassa -atlas on avoin tietokanta, joka sisältää valtakunnalliset tiedot erilaisten biomassojen saatavuudesta, määrästä ja sijainnista.

Biokaasulaskurista puolestaan on saatavilla tutkimuksiin perustuvia syötteiden ominaisuuksien ja metaanintuotto - potentiaalien arvoja erilaisille syötteille.

Suurimmat tuotannon lisäysmahdollisuudet ovat maatilojen syötteissä, kuten peltobiomassoissa ja eläinten lannassa. Esimerkiksi viljojen oljet kynnetään useimmiten peltoon. Jos näistä edes osa ohjattaisiin biokaasun tuotantoon, tuotettu energiamäärä voisi olla merkittävä. Kasvibiomassaa voidaan korjata myös aloilta, joiden sato muuten jää korjaamatta tai sille ei ole käyttöä, kuten kasvintuotantotilojen suojavyöhykkeet ja kesannot.

Lisäksi suurin osa eläintilojen tuottamasta lietteestä ja kuivalannasta menee suoraan peltolevitykseen, vaikka sitä voitaisiin käyttää biokaasun tuotantoon.

Etelä-Pohjanmaan elintarvikesektorilta jatkojalostusyrityksistä ja ravintoloista voidaan saada myös lisää mädätyskelpoista syötettä biokaasuvoimaloihin, mutta niiden hyödyntämisessä on logistisia haasteita.

Hyödyntämättömien biomassojen määrät kunnittain

Hyödyntämättömien biomassojen selvittämiseksi Biomassa-Atlaksen ilmoittamista määristä vähennettiin tällä hetkellä jo biokaasun tuotantoon menevät biomassamäärät sekä olkien kuivikekäyttö. Tulokset taulukoituna alla.

	Kesanto	Suojavyöhyke		Viherlannoitus	Perunan	Naudan	Naudan	Sikojen	Siipikarja,		Hevosten	Turkis
	nurmet	nurmet	Olki	nurmen	varret	lietelanta	kuivalanta	lietelanta	t/v	Lampaiden	kuivalannat	eläinten
Kunta	t (k a)/v	t (k a)/v	t (k a)/v	alkusato	t (k a)/v	t/v	t/v	t/v		ja vuohien	t/v	lannat
			(20% oma	t (k a)/vuosi						kuivalannat		t/v
			käyttö)							t/v		
Alajärvi	1881	1153	9611	337	1145	52516	32848	3462	822	475	1284	1826
Alavus	2352	1149	16822	316	19	45088	30713	36608	830	402	2511	0
Evijärvi	559	446	3793	15	43	25150	15932	0	0	22	358	2761
Ilmajoki	862	230	30274	128	521	39893	30427	95485	7128	1118	2972	49
Isojoki	714	541	4604	209	2308	14174	12133	429	0	338	427	0
Isokyrö	897	139	25343	204	428	14073	8642	37900	991	217	1182	44
Karjajoki	387	125	4145	32	2308	9655	5346	3170	0	0	1163	0
Kauhajoki	1674	1506	26537	661	2623	56418	33870	20906	0	203	3832	77
Kauhava	3435	1255	50010	1175	13098	86941	56353	34811	3914	1773	6158	10270
Kuortane	1336	846	7298	544	42	35049	22095	2209	1450	264	1099	243
Kurikka	2566	1204	55585	276	484	109980	86868	68863	13511	2029	2988	0
Lappajärvi	865	467	4636	105	1501	11808	9542	0	304	0	476	9006
Lapua	1384	855	34935	337	1946	41968	33045	32955	5993	163	2540	13
Seinäjoki	2828	633	52226	423	1616	69385	47763	77320	13095	235	8299	105
Soini	601	234	1992	60	5	11583	6153	483	0	135	535	0
Teuva	997	548	14181	82	1101	23502	15789	14123	230	0	873	111
Vimpeli	546	169	3488	15	966	14443	10563	422	76	2	319	46
Ähtäri	515	146	2748	78	6	21656	15137	74	0	51	1040	0
YHT.	24399	11646	278582,4	4997	30160	683282	473219	429220	48344	7427	38056	24551

Metaanintuottopotentiaalin laskentamenetelmä

Metaanin tuotannon laskennassa oleellisia syötteen ominaisuuksia ovat kuivaainepitoisuus (TS, Total Solids) sekä orgaaninen kuiva-aines (VS, Volatile Solids) (Spoof-Tuomi 2024).

Metaanintuottopotentiaali kertoo suurimman mahdollisen raaka-aineesta saatavan metaanikaasun määrän syötteen orgaanisen aineen tonnia kohti ($\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{t VS}$) (Spoof-Tuomi 2024).

Syötteiden metaanintuotantopotentiaalin laskennassa käytettiin viereisen taulukon arvoja. MWh-perusteisen metaanipotentiaalin laskennassa käytettiin metaanin tiheyttä standardiolosuhteissa ($0,717 \text{ kg/m}^3$) ja alempaa lämpöarvoa $13,9 \text{ kWh/kg}$ (Spoof-Tuomi 2024).

	Kuiva- ainepitoisuus (TS) %	Orgaaninen aine (VS) %/kuiva-aine	Metaanin- tuotto- potentiaali $\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{t VS}$
Kesantonurmi	40 %	90 %	280
Suojavyöhykenurmi	40 %	90 %	280
Olki	90 %	94 %	280
Viherlannoitusnurmen alkusato	40 %	90 %	280
Perunan varret*	11 %	90 %	300
Naudan lietalanta	9 %	80 %	200
Naudan kuivalanta	30 %	85 %	200
Sikojen lietalanta	8 %	82 %	320
Munituskanojen lanta	35 %	75 %	260
Broilerien, kalkkunan, muun siipikarjan lanta	68 %	85 %	155
Lampaiden ja vuohien lanta	25 %	80 %	100
Hevosten kuivalanta	35 %	85 %	160
Turkiseläinten lanta	33 %	79 %	235
Vesikasvillisuus**	32 %	97 %	250
*perunan varsille ei löytynyt arvoja, käytetty vihannesten naattien arvoja			
*käytetty järviruo'on arvoja			

Lähde: Pyykkönen ja muut, 2023

Alla oleva kuvio esittää hyödyntämättömien peltobiomassojen ja lantojen yhteenlasketun teoreettisen metaanintuottopotentialin koko maakunnan alueella.

100 %:n teoreettisella hyödyntämisasteella metaanin tuotannoksi maakunnassa saataisiin näillä valituilla syötteillä noin 1200 GWh vuodessa, joka on noin 28-kertainen nykyiseen tuotantoon verrattuna.

Suurin teoreettinen potentiaali on olkibiomassassa, noin puolet koko teoreettisesta potentiaalista Etelä-Pohjanmaan alueella. Seuraavat merkittävät suuret hyödyntämättömät syötepotentiaalit ovat naudan kuivalannassa sekä nautojen ja sikojen lietelannassa.

24,5	11,7	657,7	5,0	8,9	98,1	240,5	89,8	43,2	1,5	18,1	15,0	Metaanin tuottokyky, GWh
Kesantonurmet	Suoja- vyöhyke- nurmet	Olki	Viher- lannoitus- nurmet	Perunan varret	Naudan lietelanta	Naudan kuiva- lanta	Sikojen liete- lanta	Siipikarjan- lanta	Lampaan ja vuohen kuivalanta	Hevosten kuivalanta	Turkis- eläinten kuiva- lanta	

Teknistaloudellinen potentiaali

Realistisemman kuvan saamiseksi alueen metaanintuotantopotentiaalista, biokaasutuotantoon päätyvän biomassan määräksi määriteltiin:

- lietelannoista 60 % tai 80 % kokonaismäärästä
- kuivalannoista 50 % tai 70 % kokonaismäärästä
- peltobiomassoista 20 % tai 40 % kokonaismäärästä

Biomassojen hankintasäteiksi määriteltiin lietelannat 20 km, kuivat lannat 40 km ja peltobiomassat 50 km. Taloudelliset rajoitteet liittyvät korjuun ja logistiikan kustannuksiin. Logistiikan kustannukset rajoittavat etenkin lantojen käyttöä biokaasutuotannossa. Erityisesti lietelannan taloudellisesti kannattava hankintaetäisyys on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi nurmibiomassojen. (Spoof-Tuomi 2024)

Ruokajärjestelmään perustuvan hubin tarkastellut alueet

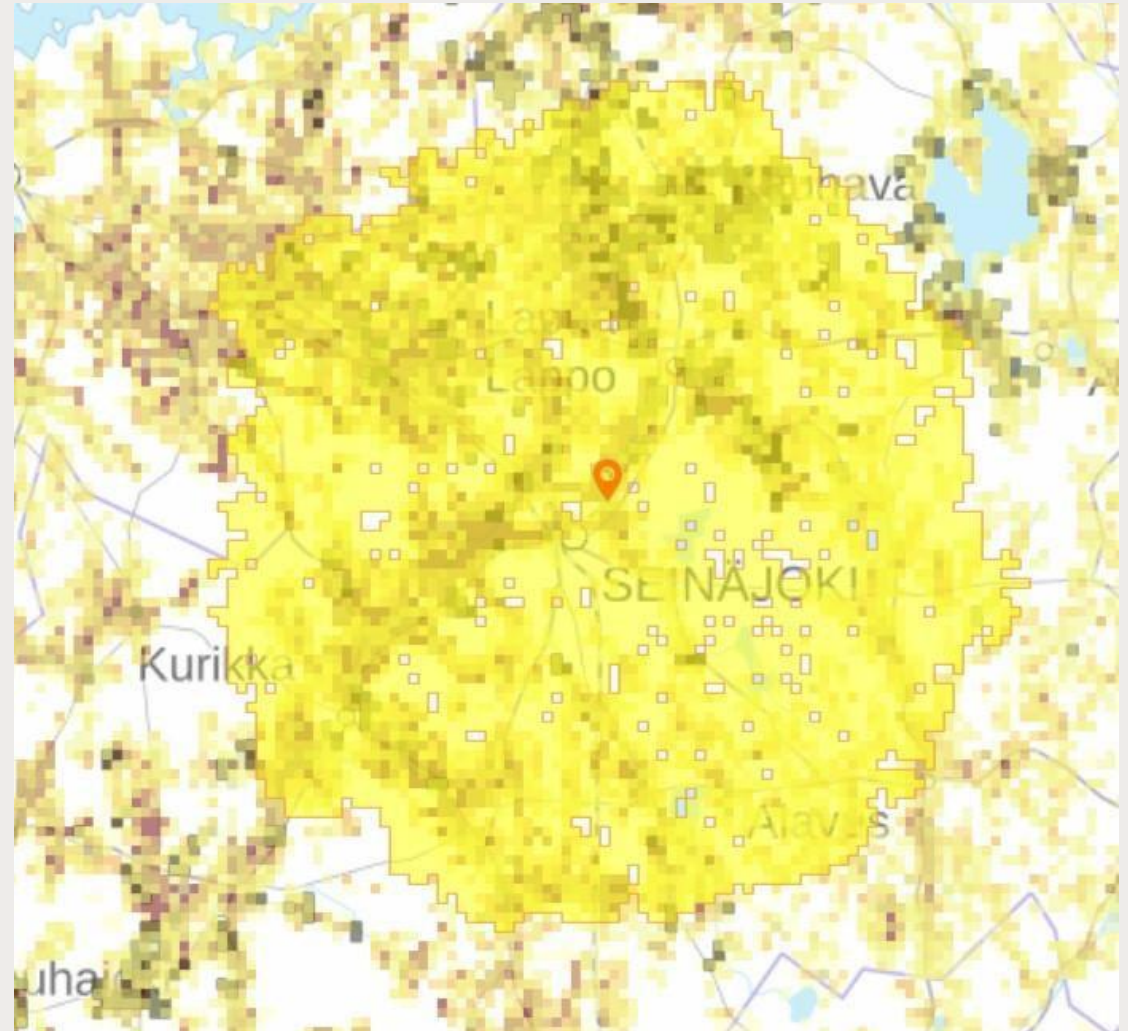
Biokaasukeskittymät jaoteltiin kahteen alueelliseen keskittymään eli hubiin: Keskisen keskittymän ytimessä on Nurmon Suomen Lantakaasun ja Atrian tuotantolaitokset ja etelässä valtatie 3:n Kurikan Jalasjärvi keskuspaikka oleva hub.

Keskinen keskittymän alueelle sijoittuvat maakunnan kunnista Ilmajoki, Seinäjoki ja Lapua. Eteläisen hubin kuntia ovat Kurikka ja Kauhajoki.

Seuraavilla sivuilla esitetään biokaasutuotannon teknistaloudellisen lisäämispotentiaalin laskelmat kummallekin keskittymälle erikseen.

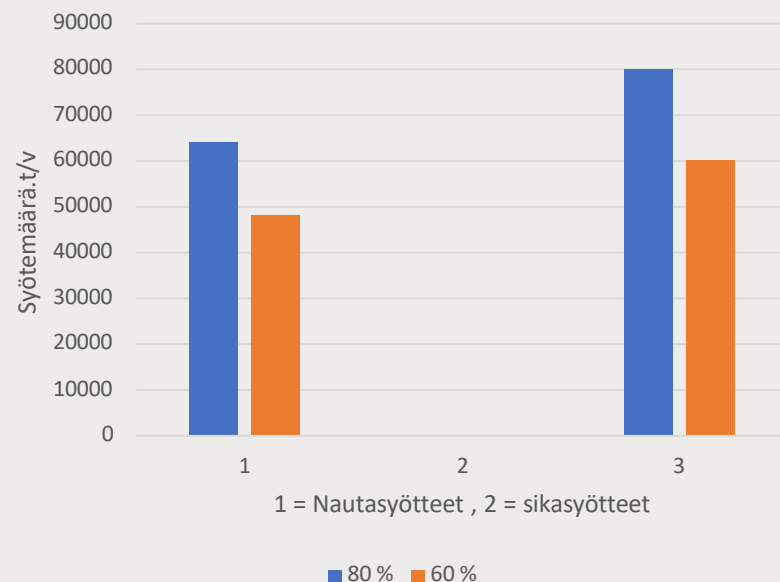
Nurmon hub

Nurmon hubin keskuspaikkana viereisessä kuvassa Atrian tehtaat, joista viereisessä kartassa selvityksessä määritelty peltobiomassojen maksimi 50 kilometrin hankintasäde tietä pitkin.

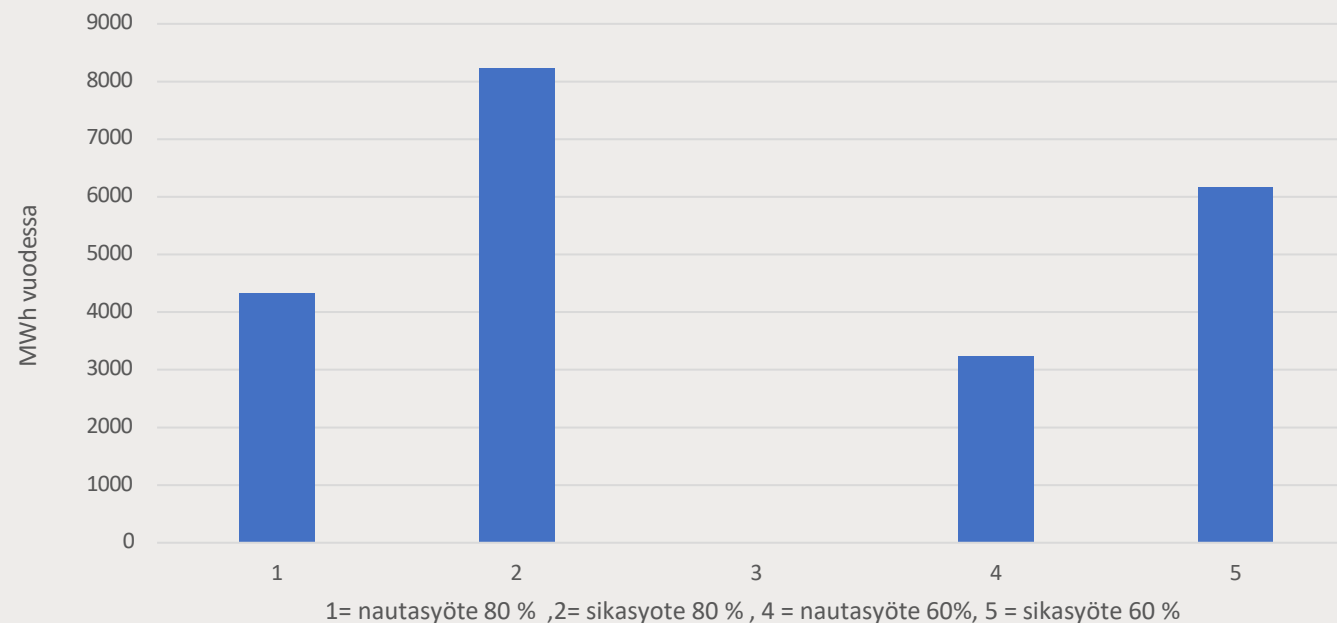


Nurmon hub - lietelantapotentiaali

Lietelannat keräilyssäde 20 km, 80%:n ja 60 %:n hyödyntämisasteella



CH₄-potentiaali , MWh/v



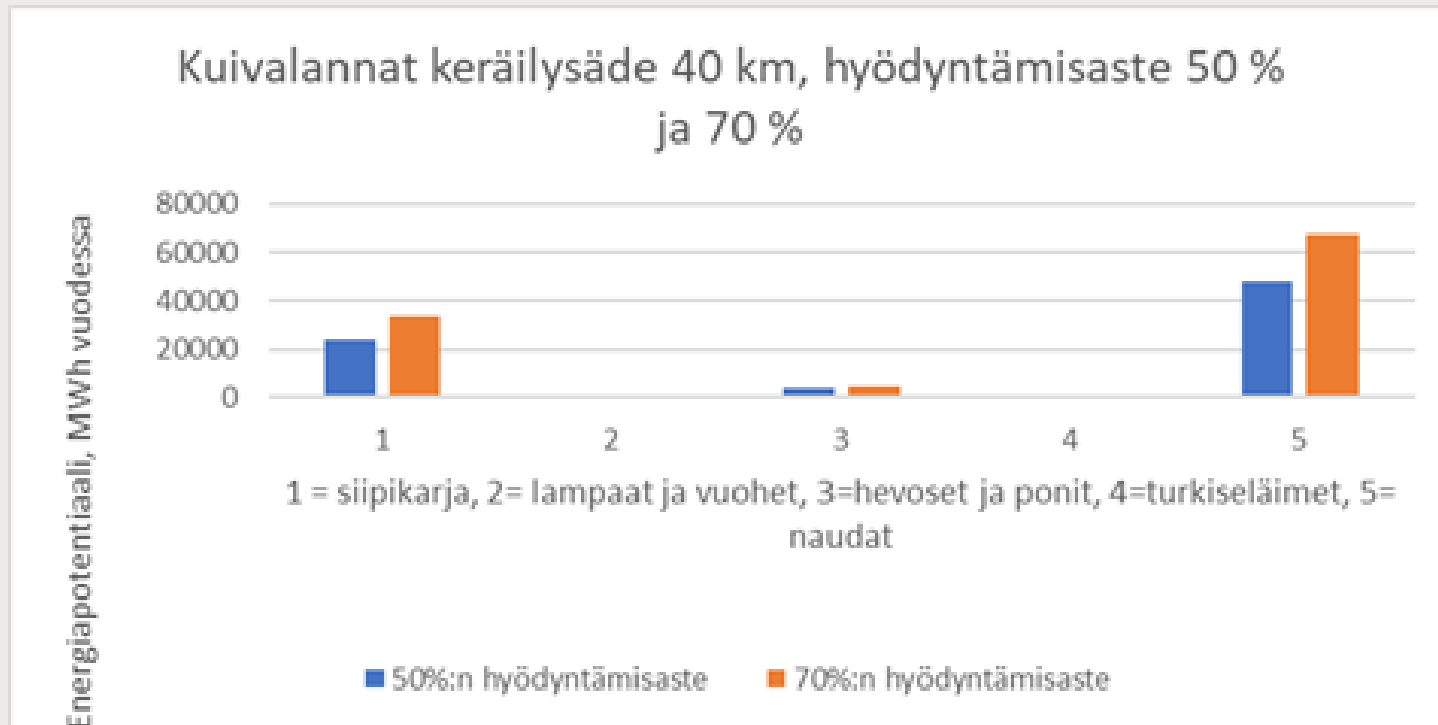
YHTEENSÄ 80 %

12552 MWh

YHTEENSÄ 60%

9414 MWh

Nurmon hub - kuivalantapotentiaali

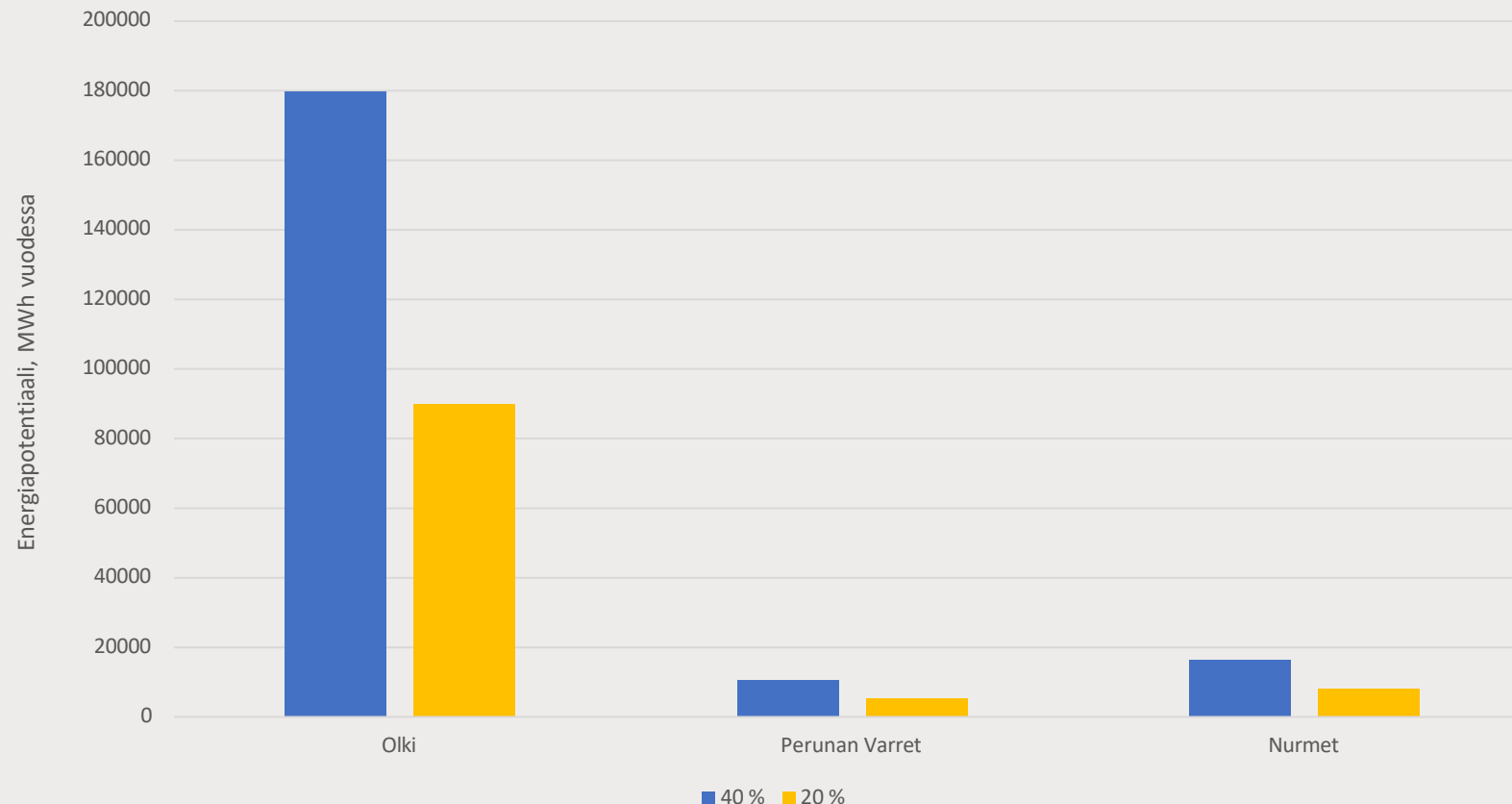


Hyödyntämisaste 50 % =
energiapotentiaali
76 GWh/ vuodessa

Hyödyntämisaste 70 % =
energiapotentiaali
107 GWh/ vuodessa

Nurmon hub - peltobiomassapotentiaali

Peltobiomassa keräilyssä 50 km, hyödyntämisaste 40% ja 20 %



Energiapotentiaali yhteensä:

- 40 %
hyödyntämisasteella
206898 MWh
- 20%
hyödyntämisasteella
103449 MWh

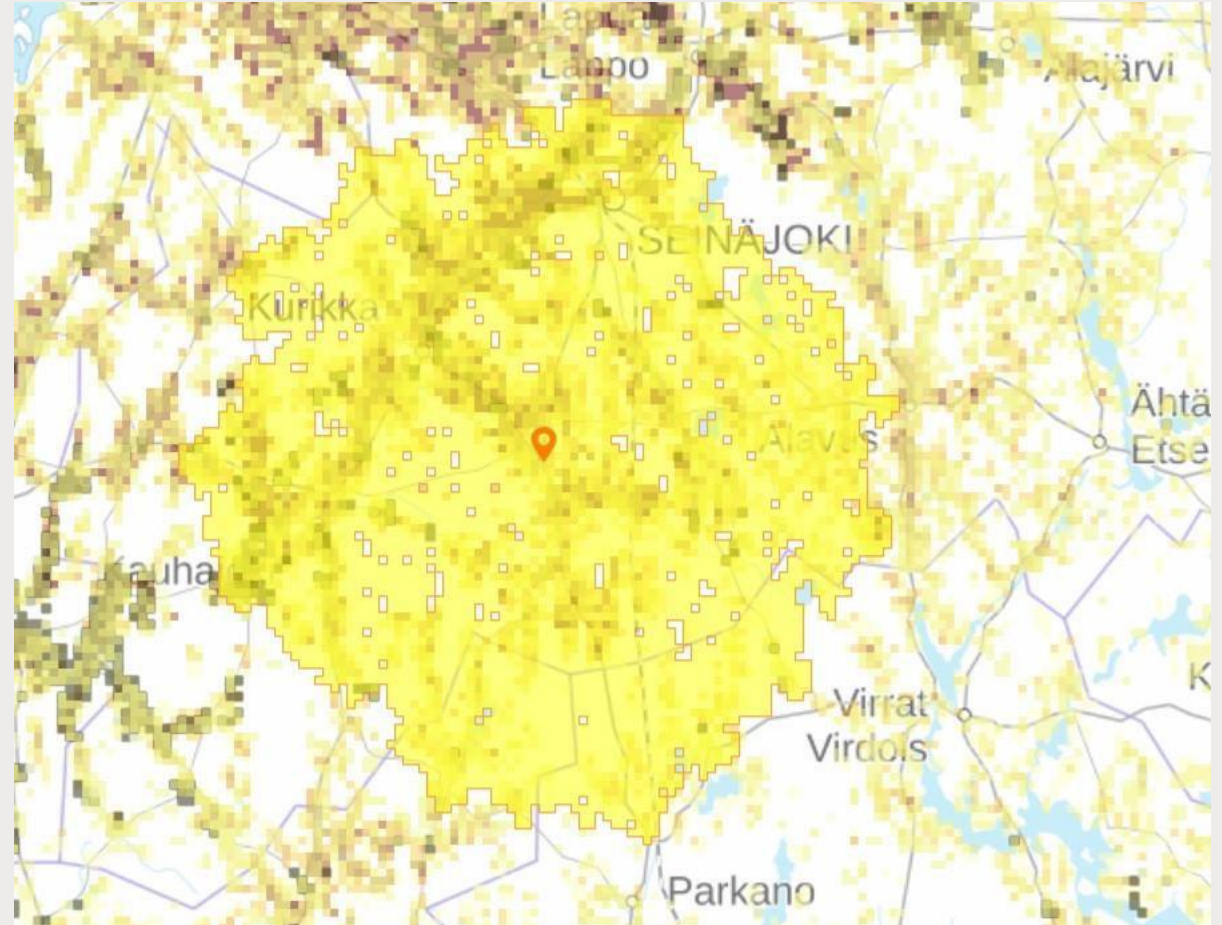
Energiapotentiaalit yhteenvetona Nurmon hub minimi – ja maksimiarvoilla laskettuna

	MIN	MAX
LIETELANNAT	9414 MWh	12552 MWh
KUIVALANNAT	76000 MWh	107000 MWh
PELTObIOMASSAT	103449 MWh	206898 MWh

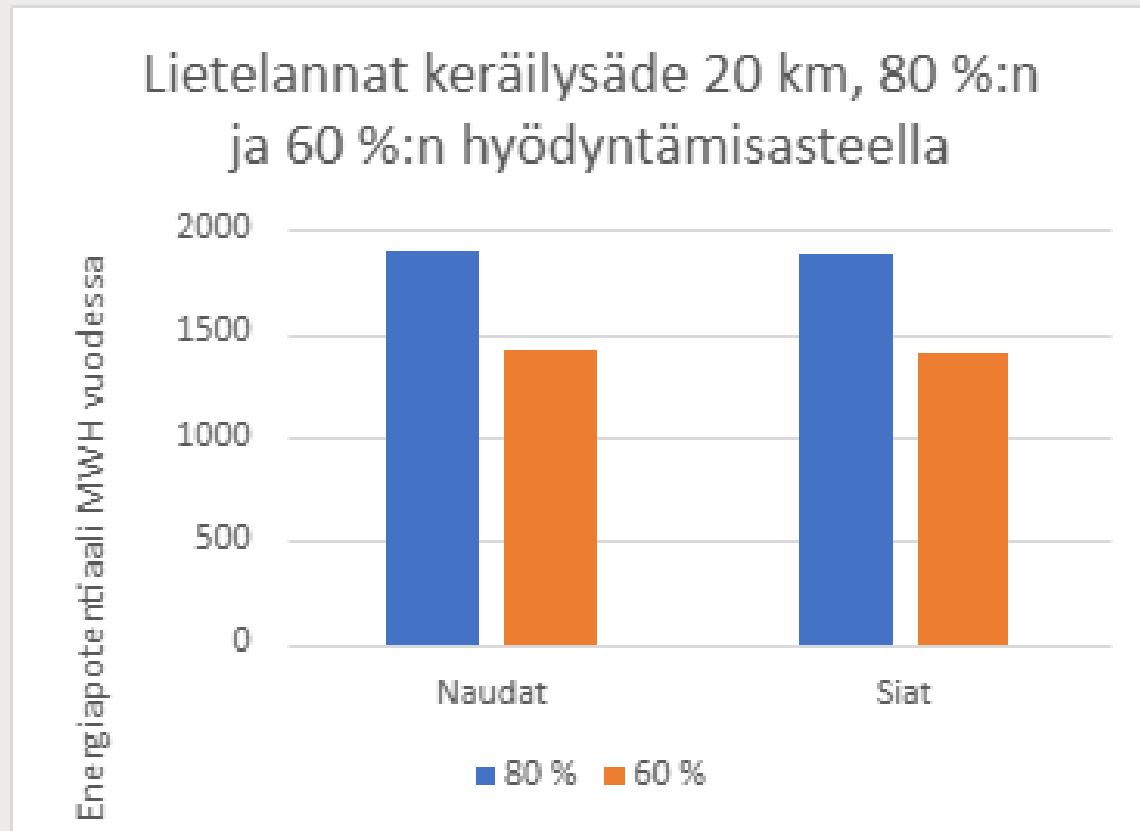
YHT. → 189 GWh 327 GWh

Kolmostien Kurikan hub

Kurikan kolmostien varteen sijoittuvan hubin keskuspaikkana viereisessä kuvassa on Jalasjärven keskusta, josta selvityksessä määritelty peltobiomassojen maksimi 50 kilometrin hankintasäde tietä pitkin.



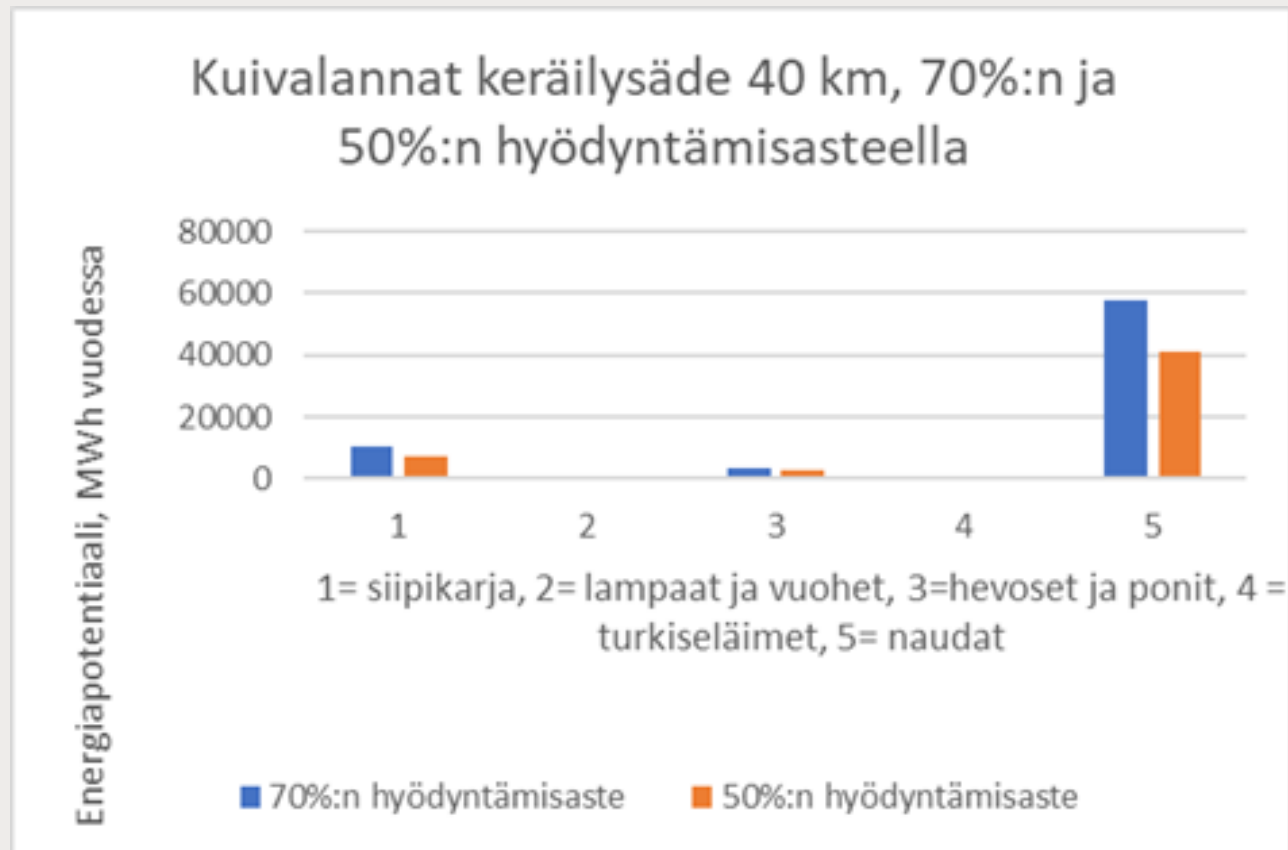
Kurikan hub - lietelantapotentiaali



Hyödyntämisaste 80 % =
Energiapotentiaali
3143 MWh vuodessa

Hyödyntämisaste 60 % =
Energiapotentiaali
2357 MWh vuodessa

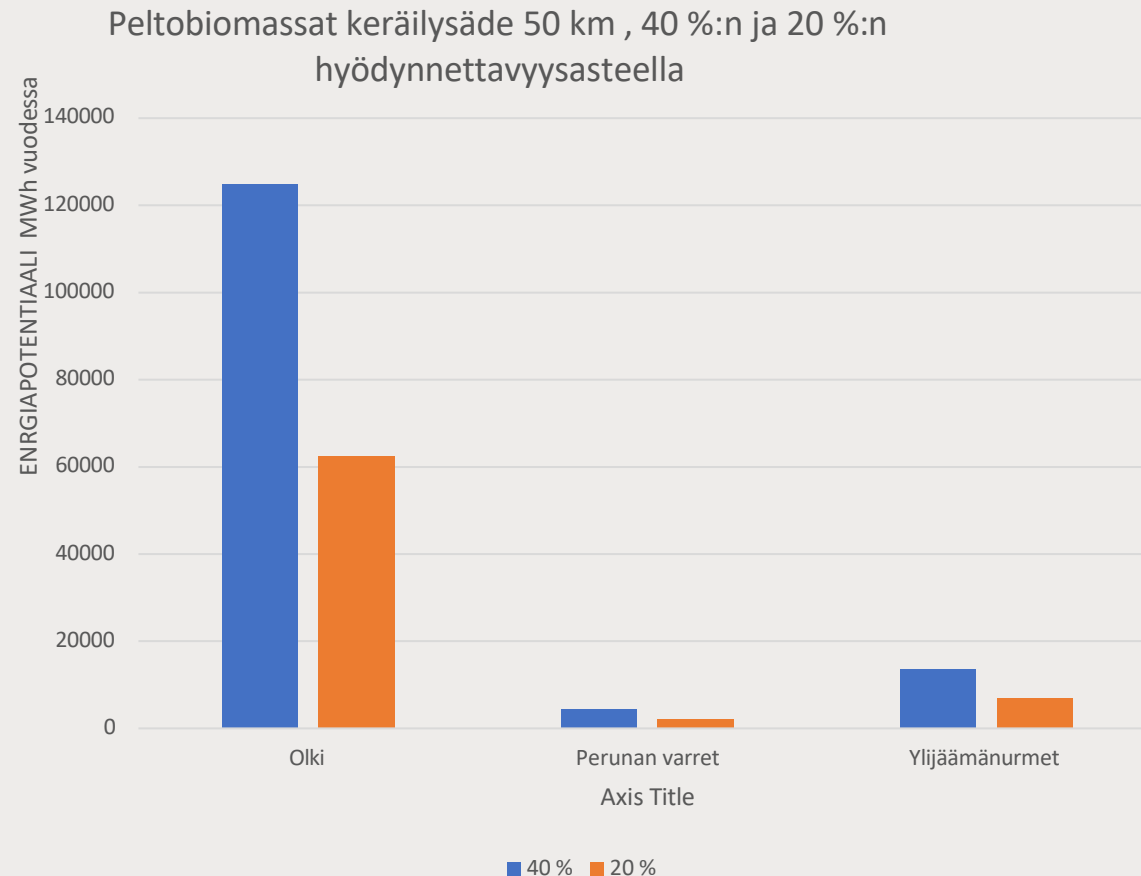
Kurikan hub - kuivalantapotentiaali



Hyödyntämisaste 50 % =
energiapotentiaali
52 GWh/ vuodessa

Hyödyntämisaste 70 % =
energiapotentiaali
72 GWh/ vuodessa

Kurikan hub - peltobiomassapotentiaali



ENERGIAPOTENTIALI YHTEENSÄ
(40 %:n ja 20 %:n
hyödynnettävyyssasteella)

142981 MWh ja

71491 MWh

Syötepotentiaalit yhteenvetona minimi- ja maksimi arvoilla laskettuna Kurikan 3. tien hub

	MIN	MAX
LIETELANNAT	2357 MWh	3143 MWh
KUIVALANNAT	52000 MWh	72000 MWh
PELTOBIOBIOMASSAT	71491 MWh	142981 MWh
➔	126 GWh	218 GWh

Yhteenveto biokaasun tuotantopotentiaalista Etelä-Pohjanmaalla

Tämän selvityksen mukaan Etelä-Pohjanmaan käyttämättömien lantojen ja peltobiomassojen teknistaloudellinen potentiaali on 198–428 GWh vuodessa, joka on 5–10-kertainen biokaasun nykyiseen noin 43 GWh vuosituotantoon verrattuna. Näissä luvuissa on jo mukana tuleva vuonna 2026 käynnistyvän Suomen Lantakaasu Oy:n ja Atrian Nurmon laitoksen syötteiden arvioitu käyttö. Ilman ko.laitosta käyttämätön potentiaali olisi 315–545 GWh vuodessa. Laitos tulee käyttämään tosin tuotannon sivuvirtoja syötteenä, joten käyttämätön potentiaali tarkentuu tulevaisuudessa.

Nurmon hubin alueella hyödyntämättömäksi teknistaloudelliseksi potentiaaliksi saatiin 189–327 GWh/v. Suurin yksittäinen energiapotentiaali liittyy viljojen olkiin: 40 % hyödyntämisasteella lähes 180 GWh/v ja 20 % hyödyntämisasteella 90 GWh/v. Nämä luvut siis ennen Nurmon laitoksen käynnistymistä (arvioitu käynnistymisaika vuonna 2026).

Maakunnan eteläosan Kurikan hubissa hyödyntämättömäksi teknistaloudelliseksi potentiaaliksi saatiin **126–218 GWh/v**. Suurin yksittäinen energiapotentiaali liittyy viljojen olkiin: 40 % hyödyntämisasteella lähes 120 GWh/v ja 20 % hyödyntämisasteella 60 GWh/v.

Huomiota kiinnittyy tuloksissa tähän, että molemmissa hubeissa suurin yksittäinen biometaanipotentiaali liittyy olkiin; olkien osuus kokonaispotentiaalista on noin 50 %. Olki on merkittävä satojäännös, jota on toistaiseksi käytetty vain hyvin vähän. Jos osakin oljista ohjattaisiin biokaasutuotantoon, tuotettu energiamäärä voisi olla merkittävä.

Oljen käyttöön liittyy kuitenkin monia haasteita. Oljen logistiikan kannalta haasteet liittyvät lyhyeen ja säiden suhteen epävakaaseen korjuukauteen. Oljen mädätyksen haasteet liittyvät mm. sen ligniinipitoisuuteen; ligniini ei hajoa mädätysprosessissa. Ligniiniä voidaan kuitenkin hajottaa biologisesti entsyymien, kemiallisesti happojen tai emästen tai termokemiallisesti lämmön avulla (Lampinen, 2015). Myös partikkelikoolla on merkittävä vaikutus oljen metaaninmuodostuspotentiaaliin (Andersen ja muut, 2022).

Yleisimpiä partikkelikoon pienentämiseen tähtääviä esikäsittelymenetelmiä ovat erilaiset fysikaaliset silppuamiset tai murskaamiset, jolloin mikrobit pääsevät tehokkaammin hajottamaan syötettä (Luostarinen 2015). Samalla pyritään varmistamaan laitoksen tekninen toimivuus. Asianmukaisen esikäsittelyprosessin valinta onkin yksi avaintekijöistä olkibiokaasun onnistuneessa tuotannossa. Andersen ja muut (2022) pitivät lupaavimpina mekaanista esikäsittelyä.

Nurmien kohdalla on huomioitava, että Biomassa-atlaksen antamat biomassamäärät ovat pinta-alaperusteisia, ei satoperusteisia. Jos samalta alueelta voidaan korjata useampi sato, on potentiaali tässä esitettyjä laskelmia suurempi. (Spoof-Tuomi 2024)

Lantojen metaanintuotot eivät ole kovin korkeita, mutta niitä muodostuu suuria määriä tasaisesti ympäri vuoden, mikä tekee niistä erinomaisia raaka-aineita biokaasun tuotantoon. Lannat, varsinkin lietelanta, sopii tarkastelluista syötteistä parhaiten nykyisen valtateknologian mädättämöihin eli märkämädätyslaitoksiin. (Spoof-Tuomi 2024)

Lantojen yhteenlaskettu hyödyntämätön teknistaloudellinen metaanintuotantopotentiaali alueella on hyödyntämisasteesta riippuen 140–195 GWh. Nurmon biokaasulaitos tulee kuitenkin käyttämään tästä merkittävän osan. Oletuksella, että laitos käyttää pelkästään lantasyötteitä, jäljelle jääväksi teknistaloudelliseksi potentiaaliksi jää 23-78 GWh/v.

Yhteenveto biometaanin tuotanto- ja käyttöpotentialista

Etelä-Pohjanmaan käyttämättömien lantojen ja peltobiomassojen teoreettiseksi biometaanin vuosituotantopotentiaaliksi saatiin noin 1200 GWh.

Teknistaloudelliseksi tuotantopotentiaaliksi arvioitiin 315–545 GWh vuodessa saavutettavasta hyödyntämisasteesta riippuen.

Käyttöpotentialiaalia tunnistettiin varsinkin elintarviketeollisuudessa ja raskaassa tieliikenteessä. Atrian tarve on tuottaa osa 117 GWh:n mädättämön tuotannosta Nurmon hubin lantasyötteillä.

Raskaan liikenteen kehittämissuunnitelmien mukaan LBG:n tarve on noin 45–90 GWh vuodelle 2030 maakunnan alueella.

6. Päästöjen arviointia

Globaalin ympäristökeskustelun keskittyessä yhä enemmän ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, nestemäisen biokaasun tuotannon päästöjen arviointi keskittyy tässä raportissa kasvihuonekaasupäästöihin (KHK) ja pääosin hiilidioksidiin.

Quick and Dirty-menetelmänä tässä raportissa käytetään viiteaineistosta (Gasum 2023) löytyviä keskiarvoja LBG:n tuotannossa. Raskaan liikenteen LBG:n käytöllä saavutettava päästövähennys eli hiilikädenjälki.

Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tuotteen tai toiminnan aiheuttamaa ilmastohyötyä eli päästövähennystä sen käyttäjälle.

LBG-ketjun hiilikädenjälki liittyy ennen kaikkea mahdollisuuteen korvata fossiilisia polttoaineita biometaanilla, millä on nettokasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus. Lisäksi biokaasuteknologian avulla mahdollistetaan sivutuotteiden jalostaminen lannoitteiksi, joiden käyttäminen vähentää teollisten lannoitteiden käyttöä ja niiden valmistuksesta aiheutuvia päästöjä. Lisäksi sivuvirtojen anaerobinen hyödyntäminen vähentää biohajoavien materiaalien hallitsemattomasta hajoamisesta johtuvien metaani- ja N₂O-kaasujen vapautumista ilmakehään. (Spoof-Tuomi 2024)

Päästöjen arviointia: Etelä-Pohjanmaan raskas rekkaliikenne nyt

Tässä raportissa käytettiin hyväksi julkisista lähteistä saatavia tietoja Etelä-Pohjanmaan alueen raskaasta rekkaliikenteestä. Päästölaskentaa tehtiin seuraavasti: oletuksena oli tavarankuljetus 60 tonnin täysperävaunuyhdistelmällä, joka ajaa 80 % kuormalla ja maantieajoa. Etelä-Pohjanmaan kyseessä olevan ajotyypin kuljetussuorite on vuosittain noin 100 miljoonaa ajokilometriä.

Tuolle ajoneuvoyhdistelmälle määritettiin päästökerroin, kun kaikki ajo tehdään dieselillä. Päästöjen määrä on silloin 45,27 g CO₂ekv/tkm. Päästön määrä per tonnikipometri (tkm) ilmaisee kuinka paljon kasvihuonekaasupäästöjä syntyy, kun yksi tonni tavaraa kuljetetaan yhden kilometrin matkan. (Infra kuljetukset, 2022)

Näin laskettuna kokonaishiilidioksidipäästöt ovat noin 217 300 tonnia CO₂/vuosi.

Päästöjen arviointia: E-P:n raskas rekkaliikenne vuonna 2030 ja 2035

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa huomioidaan hiilidioksidi- (CO_2), typpioksiduuli- (N_2O) ja metaanipäästöt (CH_4). Fossiilisena vertailukohtana käytetään arvoa 94 g CO_2 -ekv/MJ (RED II-direktiivi).

Seuraavassa laskettu kaksi skenaariota raskaan rekkaliikenteen hiilidioksidipäästöille, jos siirrytään käyttämään nesteytettyä biokaasua (LBG) vuonna 2030 10 % ja vuonna 2035 21 % kokonaisajosuoritteesta. LBG:n tuotantoketjun hiilidioksidipäästöjen arvioinnissa käytetty seuraavalla sivulla olevia Gasumin tietoja.

Esimerkki: koko biokaasun elinkaarenaikaiset kasvihuonekaasupäästöt tuotannon eri vaiheissa

(Gasum 2023)



LBG:n tuotannon vertailukohtana käytetään tässä raportissa Gasumin esimerkin arvoa noin 18 g CO₂-ekv/MJ

Alla laskelma 10%:n ja 21 %:n LBG:n osuuksille ajosuoritteen kokonaispäästöinä ja päästövähennyksenä. Raskaan liikenteen kokonaispäästö Etelä-Pohjanmaalla 217 300 t CO₂/v , kun ajosuorite on 100 miljoonaa kilometriä vuodessa 60 tonnin rekalla ja 80 % täytöllä kapasiteetista. 10 prosentin LBG-osuudella saavutetaan 8 prosentin vähennys hiilidioksidipäästöihin verrattuna nykytilanteeseen. 21 prosentin LBG-osuudella päästään jo 17 prosentin päästövähennykseen verrattuna nykytilanteeseen.

	Päästövähennys tonnia/ CO ₂ /vuosi	Päästövähennys %	Kokonaispäästöt t/ CO ₂ /v
LBG:n osuus 10 % vuonna 2030	17 384	8	199 912 (raskaan liikenteen päästöt, jos 90 % käyttää dieseliä ja 10 % biokaasua)
LBG:n osuus 21 % vuonna 2035	36 940	17	180 356 (raskaan liikenteen päästöt, jos 79 % käyttää dieseliä ja 21 % biokaasua)

7. Ravinnetalouden arviointia

Biokaasutuotannossa syntyvä mädätysjäännös sisältää runsaasti kasveille tarpeellisia ravinteita, kuten typpeä, fosforia ja kaliumia. Mädätysjäännöksen hyödyntäminen lannoitteena on tehokas ja ympäristöystävällinen tapa palauttaa ravinteita takaisin maaperään.

Tässä raportissa hyödynnettiin Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskurin antamia arvoja arvioitaessa biokaasun tuotannon kasvinviljelyn ravinne- ja lannoitehyötyjä.

35 000 syötetonnin märkäprosessin biokaasuvoimalan esimerkki

Käsittelyjäännöksen ravinnemäärät

Käsittelyjäännöksen kokonaismäärä on 33 462 tonnia vuodessa. Alle on taulukoitu arviot erikseen kuiva- ja nestejakeiden osalta.

Typen osalta ilmoitetaan erikseen kokonaismäärä ja vesiliukoisen typen määrä (joka sisältyy kokonaismäärään). Kaliumin ja fosforin osalta käsitellään kokonaismääriä. Raaka-aineiden orgaanisesta tyydestä osa liukoistuu biokaasuntuotantoprosessin aikana. Liukoisen typen määrä lisääntyy tässä tapauksessa laskennallisesti n. 29 %. Todellinen määrä riippuu useista seikoista.

Kuivajae (3 346 t)

Ravinne	Pitoisuus kuivajakeessa (kg/t)	Ravinnemäärä (kg)
Kokonaistyyppi (N)	10,59	35 435
Liukoinen tyyppi	4,45	14 877
Fosfori (P)	2,77	9 280
Kalium (K)	5,36	17 930

Nestejae (30 116 t)

Ravinne	Pitoisuus nestejakeessa (kg/t)	Ravinnemäärä (kg)
Kokonaistyyppi (N)	5,02	151 065
Liukoinen tyyppi	3,31	99 559
Fosfori (P)	0,75	22 720
Kalium (K)	4,82	145 070

Alla em. laitoksen liukoisen typen lisääntymisen taloudellinen vaikutus. Jos peilataan teoreettista käyttämätöntä syötepotentiaalia koko Etelä-Pohjanmaan alueella, liukoisen typen lisääntymisen talousvaikutus vähentyneen ostolannoitteen käytön kautta on haarukassa 230 000–780 000 euroa vuodessa.

Liukoisen typen määrän lisääntyminen

Liukoisen typen lisääntyminen parantaa syötteen lannoitusarvoa. Jos käsittelyjäännös käytetään lannoitteena omalla tilalla, voidaan lannoitusarvon parantuminen huomioida biokaasulaitoksen tulona.

Tieto	Määrä	Yksikkö
Liukoisen typen määrä lisääntyy	25 935,91	kg/a
Liukoisen typen määrän lisäyksen rahallinen arvo	22 045,53	€/a

Käsittelyjäännöksen pääravinteiden määrät alkuaineiden prosenttiosuuksina tuorepainosta:

Kuivajae: N–P–K: 0,44–0,28–0,54

Nestejae: N–P–K: 0,33–0,08–0,48

8. Yhteenvetoa ja pohdintaa

Etelä-Pohjanmaan käyttämättömien lantojen ja peltobiomassojen teoreettiseksi biometaanin vuosituotantopotentiaaliksi saatiin 1200 GWh. Teknistaloudelliseksi tuotantopotentiaaliksi arvioitiin 315–545 GWh vuodessa saavutettavasta hyödyntämisasteesta riippuen. Tämä on 7–13-kertainen nykyiseen 43 GWh biometaanin vuosituotantoon verrattuna. Suurin yksittäinen biometaanipotentiaali liittyi olkiin; olkien osuus kokonaispotentiaalista on 48 %. Oljen käyttöön liittyy kuitenkin monia haasteita ja tiedossa olevissa laitoksissa ja laitossuunnitelmissa oljen osuus syöteseoksissa on vähäinen. Euroopasta löytyy kuitenkin esimerkkejä jopa 100-prosenttisesti olkea syötteenä käyttävistä laitoksista.

Teoreettisesti LBG:n käyttöpotentiaalia on koko maakunnan teollisuudessa jopa yli 1200 GWh, ja raskaassa rekkaliikenteessä noin 450 GWh vuosittain.

BG:llä voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita ja turvetta tällä hetkellä tehtyjen suunnitelmien mukaan elintarviketeollisuudessa (Atria) 117 GWh/vuosi ja raskaassa rekkaliikenteessä 45–95 GWh/vuosi.

Rehunurmia ei tässä tutkimuksessa huomioitu, koska tutkimuksen kohteeksi valittiin ainoastaan sellaiset peltobiomassat, jotka eivät kilpaile ruoan tai rehuntuotannon kanssa. Rehunurmet voivat kuitenkin nostaa biometaanipotentiaalia kahdella kestäväksi luokitellulla tavalla: Nautatilat mitoittavat rehunurmen viljelyalansa usein hieman yläkanttiin, jotta heikkonakin satovuotena nurmirehua saadaan riittävästi. Hyvinä satovuosina rehunurmea voidaan siten tuottaa yli karjan tarpeen, jolloin osa sadosta voitaisiin käyttää biokaasun tuotantoon. Toiseksi, rehunurmen niiton jälkeen voidaan mahdollisesti tehdä toinen kylvö, jonka sato voitaisiin ohjata biokaasutuotantoon. (Spoof-Tuomi 2024)

Biokaasun tuotantopotentiaalista on vielä paljon käyttämättä, mutta biokaasuakin suurempi uusiutuvan metaanin potentiaali piilee synteettisissä tuotantoketjuissa.

Uusiutuvaa synteettistä metaania voidaan valmistaa yhdistämällä vihreää vetyä talteen otettuun hiilidioksidiin. Tarvittava hiilidioksidi voidaan ottaa talteen esimerkiksi jätehuollon tai metsäteollisuuden prosesseista. Näin tuotettu synteettinen metaani on merkittävästi fossiilisia polttoaineita vähäpäästöisempää, ja sen avulla voidaan saavuttaa biokaasun käyttöä vastaava päästövähennys (Gasum, 2023). Hiilidioksidia on mahdollista ottaa talteen myös biokaasuprosessista. Nesteytettynä synteettinen metaani on täysin LBG:tä vastaava polttoaine.

Kurikan hubissa on teoreettisena tarkastelussa ja innovointina biokaasun metanointiteknologia maatilamittakaavassa. Metanoinnissa tarvitaan vetyä ja mädätyksen tuloksessa raakabiokaasussa olevaa hiilidioksidia.

Tavoite ideassa on tuottaa enemmän biokaasua ja mahdollisesti jalostettua LBG:ta samoilla syötemäärillä. Tuotanto vaatii vedyn tuotantoa elektrolyyseristä, joka voisi käyttää teoreettisesti maatalan tuulivoimalan tuottamaa uusiutuvaa sähköä ja edullista pörssisähköä tuottaakseen vedestä vetyä, josta edelleen jalostetaan metaania. Metanointiprosessissa tarvittava hiilidioksidi otetaan talteen biokaasuvoimalan raakakaasusta.

Vaikka synteettisellä metaanilla on biometaania suurempi tuotantopotentiaali, on biokaasutoimintaa edelleen kehitettävä rinnalla. Esimerkiksi Seinäjoen seudun ravintola- ja elintarvikealan yrityksillä on mahdollista lisätä alueen syötepotentiaalia mädätykseen, ja lisäksi alueen yrityksillä on tarve saada kestävästi tuotettua lämmitysenergiaa korvaamaan poistuvaa energiaturvetta. Seinäjoen seudun kaukolämmöntuotannossa biokaasun ja metsähakkeen yhteiskäytöllä on vahvaa tilausta edellä mainitusta syystä.

Huomattavan päästövähennyspotentiaalin lisäksi perinteinen biokaasutuotanto on tehokas ravinteiden kierrättäjä ja erityisesti lantaa hyödynnettäessä tehokas maatalouden päästöjen vähentäjä ja omalta osaltaan vähentää maatilayritysten ostolannoitteiden tarvetta.

Lähteet:

Andersen, L.F.; Parsin, S.; Lüdtke, O. ja muut (2022). Biogas production from straw—the challenge feedstock pretreatment. Biomass Conv. Bioref. 12, 379–402. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00740-y>

EU RED II (2018). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>

Gasum (2023). Metaania vedystä – Miksi vihreän vedyn metanointi kannattaa. 9.11.2023. <https://www.gasum.com/fi/uutiset-jaasiakastarinat/artikkelit/2023/metaania-vedysta--miksi-vihrean-vedyn-metanointi-kannattaa/>

Gasum (2023). Uusiutuvalla biokaasulla voidaan tehokkaasti vähentää päästöjä. [Biokaasun päästöt | Gasum](#)

Infra kuljetukset (2022): <https://co2data.fi/infra/reports/INFRA%20kuljetukset%20R01.00.pdf>

Kurikan kaupunki (2022). Biokaasulaitoksen hakemuksen liitteet. <https://kurikka.fi/wp-content/uploads/2022/02/Hakemuksen-liitteet.pdf>

Kurikka-lehti (2022). Kurikka edelläkävijänä biokaasun hyödyntämisessä. <https://www.kurikka-lehti.fi/uutiset/kurikka-edellakavijana-biokaasun-hyodyntamisessa-6.62.573692.fdb43acd84>

Lampinen, Ari (2015). Biokaasualan historia ja tulevaisuus. Teoksessa Kymäläinen M. ja Pakarinen O. (toim.), Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. HAMKin e-julkaisuja 36/2015. ISBN 978-951-784-771-1.

Biokaasulaskuri. <https://biokaasulaskuri.luke.fi/>

Biomassa atlas. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>

Luostarinen, S. (2015). Biokaasutuotannon raaka-aineiden esikäsittely. Teoksessa Kymäläinen M. ja Pakarinen O. (toim.), Biokaasuteknologia. Raakaaineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. HAMKin e-julkaisu 36/2015. ISBN 978-951-784-771-1.

Maakuntien väyläraportti(2023).Suomen teiden ja ratojen palvelukyvyn analyysi. Saatavana : [Kriittiset logistiikkavirrat Suomessa, Suomesta ja Suomeen](#)

Pyykkönen, V., Winqvist, E., Virkkunen, E., Annunen, V. & Rasi, S. (2023). Biokaasulaskurin käyttöohje 21.12.2023. Luonnonvarakeskus.
<https://biokaasulaskuri.luke.fi/?lang=fi>

Ramboll (2021). Energiantuotanto EteläPohjanmaalla ja Pohjanmaalla 2050. Liitteet.
<https://www.obotnia.fi/assets/Sidor/1/206/EnergiantuotantoPohjanmaalla-ja-Etela-Pohjanmaalla-2050-selvityksen-liitteet-saavutettava.pdf>

Spoof-Tuomi, K. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta- Pohjanmaan maakunta.
<https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2024/10/TP2-Biokaasun-tuotanto-ja-kayttopotentiaalin-selvitys-seka-biokaasun-tuotannon-ja-kayton-paastolaskenta-17.9.2024.pdf>

Suomen Lantakaasu (2024). Suomen Lantakaasu Oy edistää kahden uuden biokaasulaitoksen kehittämistä Pohjanmaall. 6.6.2024.
<https://www.suomenlantakaasu.fi/artikkelit/suomen-lantakaasu-oy-edistaa-uus-ia-biokaasulaitoksia-pohjanmaalla/>

Tilastokeskus. (2023). Tietilasto. Maanteiden liikennesuorite ELY-keskuksittain muuttujina ELY-keskus, Tieluokka, Vuosi ja Tiedot.
<https://stat.fi/julkaisu/cliejkyj0m600bvz2mqjld6l>