

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# BIOMETAANIN KYSYNTÄ- KARTOITUS KARTTULAAN

TEKIJÄ Sami Ryynänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Sami Ryyänen	
Työn nimi Biometaanin kysyntäkartoitus Karttulaan	
Päiväys 7.5.2022	Sivumäärä/Liitteet 41
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) BioPOTTI Pohjois-Savo -hanke, tki-asiantuntija Maarit Janhunen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö liittyy BioPOTTI -hankkeeseen, jossa selvitettiin valitun toiminnallisen alueen biomassat ja niistä saatava biometaanipotentiali Kuopion eteläosassa ja Siilinjärvellä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Kuopion Karttulaan biometaanin kysyntäkartoitus.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa on käsitelty biokaasua, biometaania, jakeluelvoitetta, biometaaniautoja ja työkoneita, maatilamittakaavan biokaasulaitosta ja biometaanin käyttöä maataloilla. Opinnäytetyötä varten suoritettiin haastattelututkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää biometaanin kysyntä Karttulassa. Haastattelututkimus toteutettiin keväällä 2022 ja siihen osallistui 26 yritystä.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena muodostui kysyntäkartoituksen tulokset liikenteessä. Opinnäytetyöstä voi tehdä johtopäätöksiä Karttulan alueen biometaanin kysynnästä ja markkinapotentiaalista. Karttulassa ei ole tällä hetkellä biometaaniautoja tai työkoneita, mutta moni yrittäjä oli kiinnostunut hankkimaan sellaisen tulevaisuudessa. Karttulassa ei ole suurta teollista käyttäjää, joka voisi hyödyntää biometaania yritystoiminnassaan. Alueella on kuitenkin paljon pieniä yrityksiä, joilla on erilaisia raskaita ajoneuvoja ja työkoneita. Potentiaalisimpia käyttäjiä ovat vakioreitit ajavat raskaan liikenteen autot, kuten teurasauto, maidonkeräysauto ja jäteauto. Kysyntä on keskittynyt Karttulan keskustaan ja sen läheisille seututeille. Biometaanin kysyntää Karttulassa voidaan parantaa edellyttämällä biokaasuautoja, kun tehdään kaupunkiliikenteen, koulukyytien ja jätehuollon kilpailutuksia. Biometaanin hinnan on oltava tarpeeksi alhainen ja siirtyminen siihen kannattavaa.</p>	
Avainsanat biokaasu, biometaani, jakeluelvoite, maatala, maatalous, maatilamittakaavan biokaasulaitos	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology	
Author(s) Sami Ryyänen	
Title of Thesis Biomethane Demand Survey in Karttula	
Date 7.5.2022	Pages/Appendices 41
Client Organisation /Partners BioPOTTI Pohjois-Savo - project, R&D specialist Maarit Janhunen	
<p><b>Abstract</b></p> <p>The thesis was related to the BioPOTTI - project which investigated the biomasses of the selected functional area and the biomethane potential receivable from them in the southern part of Kuopio city and in Siilinjärvi municipality. The aim of the thesis was to carry out a biomethane demand survey in Karttula.</p> <p>The theoretical part of the thesis contains information on biogas, biomethane, distribution obligations, biomethane cars and work machines, a farm-scale biogas plant and the use of biomethane on farms. For the thesis an interview survey was carried out to find out the demand for biomethane in Karttula. The interview survey was carried out in spring 2022 and 26 companies participated.</p> <p>The final result of the thesis was the results of a demand survey in traffic. The thesis can be used to draw conclusions about the demand for biomethane in the Karttula area and as well as about the market potential. There are no biomethane cars or work machines in Karttula at the moment but many entrepreneurs were interested in acquiring one in the future. Karttula does not have a large industrial user that could utilize biomethane in its business operations. However, there are a lot of small businesses in the area with a variety of heavy vehicles and work machines. The most potential users are heavy-duty cars driving standard routes such as a animal slaughter truck, a milk collection truck and a garbage truck. Demand is concentrated in the center of Karttula municipality and its surrounding areas. The demand for biomethane in Karttula can be improved by requiring biogas cars when tendering for bus transport, school rides and waste management. The price of biomethane must be low enough and transition to it profitable.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>biogas, biomethane, distribution obligation, farm, agricultural, farm-scale biogas plant</p>	

## SISÄLTÖ

SANASTO.....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 BIOPOTTI POHJOIS-SAVO-HANKE .....	8
3 BIOKAASU .....	9
4 BIOMETAANI.....	11
5 JAKELUVELVOITE .....	13
6 BIOMETAANIAUTOT JA TYÖKONEET .....	15
6.1 Henkilöautot .....	15
6.2 Raskas liikenne .....	16
6.3 Maatalouskoneet.....	18
7 MAATILAMITTAKAAVAN BIOKAASULAITOS.....	20
8 BIOMETAANIN KÄYTTÖ MAATILOILLA .....	21
9 BIOMETAANIN TANKKAUSASEMA .....	23
9.1 Erilaisia biometaanin tankkausasemia .....	23
9.2 Tankkausasemien tekniset vaatimukset .....	24
10 BIOMETAANIN KYSYNTÄ JA MARKKINAPOTENTIAALI KARTTULASSA.....	26
10.1 Kysyntäkartoituksen kohdealue - Karttula .....	26
10.2 Liikennemäärät Karttulassa.....	27
10.3 Henkilöautoliikenne Karttulassa.....	28
10.4 Linja-autoliikenne ja taksiliikenne Karttulassa.....	28
10.5 Raskas liikenne Karttulassa .....	28
10.6 Maatalouskoneet Karttulassa .....	28
10.7 Tankkausaseman sijainti yleisellä tasolla.....	29
11 TULOKSET .....	30
11.1 Kuopion kaupungin yritysasiainmies.....	30
11.2 Taksirytykset .....	30
11.3 Kuljetusyritykset .....	31
11.4 Maanrakennusyritykset.....	31
11.5 Traktoriurakointi .....	32
11.6 Metsäala.....	32
11.7 Jätehuolto .....	33

12 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	34
13 POHDINTA.....	36
LÄHTEET .....	37
KUVALÄHTEET .....	41

## SANASTO

Biokaasu	Kaasuseos, joka on syntynyt, kun biomassaa on hajotettu anaerobisesti mädättämällä
Biometaani	Enimmäkseen metaanista koostuva kaasu, tuotettu biologisesta materiaalista
CBG	Compressed biogas eli paineistettu biokaasu
Dual-fuel	Ajoneuvo tai työkone, joka käyttää kahta eri polttoainetta yhtä aikaa esim. dieselöljyä ja biokaasua
LBG	Liquefied Biogas eli nesteytetty biokaasu
TWh	Terawattitunti on energian yksikkö, sitä käytetään tuotetun energiamäärän, sähkön ja lämmön, ilmaisemiseen. $1 \text{ TWh} = 1000 \text{ GWh} = 1\,000\,000 \text{ MWh} = 1\,000\,000\,000 \text{ kWh}$ ; $1 \text{ TJ} = 0,278 \text{ GWh}$ .

## 1 JOHDANTO

Pohjois-Savon maatalous on painottunut maidon ja naudanlihan tuotantoon. Nautojen lanta onkin Pohjois-Savon merkittävin biokaasun tuotantoon saatava biomassa. Lannan ja peltobiomassan avulla voidaan parantaa maatalojen kannattavuutta sekä energiaomavaraisuutta. Biokaasua voidaan hyödyntää maatalan lämmön ja sähkön tuotannossa sekä saada lisätuloja jalostamalla se liikennepolttoaineeksi ja myymällä lähialueen käyttäjille. (Luonnonvarakeskus, FarmGas-PS 1 2021, 16; Savonia 2022.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä biometaanin kysyntäkartoitus Kuopion Karttulaan. Opinnäytetyön lopputuloksena muodostuu kysyntäkartoituksen tulokset liikenteessä. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä johtopäätöksiä Karttulan biometaanin kysynnästä ja markkinapotentiaalista.

Opinnäytetyössä käytetään kirjallisuuslähteitä teoriapohjan luomiseksi sekä tehdään haastattelututkimus, jossa kysytään Karttulan alueen yritysten kiinnostusta biometaania kohtaan. Haastattelututkimus toteutetaan puhelinhaastatteluna.

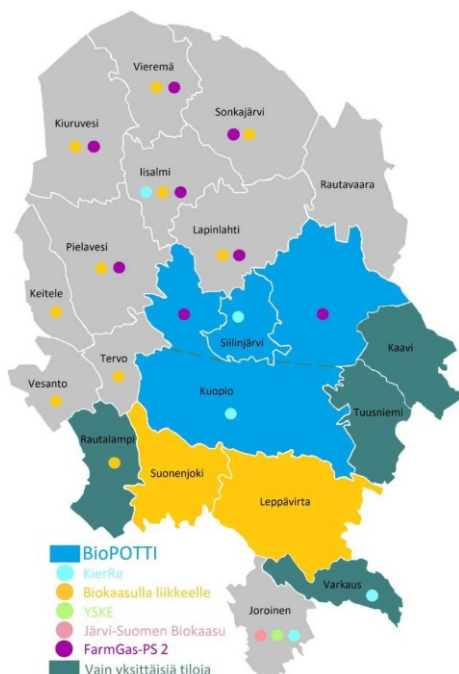
Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulun koordinoima BioPOTTI-hanke, joka toteutettiin aikavälillä 1.4.2021–28.2.2022. Hankkeen tarkoituksena oli selvittää Kuopion eteläpuolelta ja Siilinjärveltä saatavat biomassat ja niistä saatava biometaanipotentiaali.

## 2 BIOPOTTI POHJOIS-SAVO-HANKE

Maatilojen kannattavuutta voidaan parantaa hyödyntämällä tiloilla syntyvää lantaa ja peltobiomassaa biokaasun tuotannossa. Biomassaa voidaan jalostaa energiantuotantoon tai liikennepolttoaineeksi ja käsittelyjännös voidaan edelleen jatkojalostaa kierrätyslannoitteiksi. (Savonia 2022.)

BioPOTTI Pohjois-Savo-hankkeessa kartoitetaan lannan ja sen ravinteiden hyötykäyttöä Pohjois-Savon alueella nykytilanteessa. Selvitys toteutettiin aikavälillä 1.4.2021–28.2.2022. Hankkeen toteuttaa Savonia-ammattikorkeakoulu ja se on saanut rahoitusta Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta. Hankkeen toteutusalue on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 1). Lantojen lisäksi tarkastelun kohteena ovat maatilojen peltobiomassat ja muut mahdolliset sivuvirrat. (BioPOTTI-hanke 2022.)

Hankkeen tuloksena saadaan tietoa edellytyksistä kehittää lantalogistiikkaa tilojen integroituun yhteistyöhön yhteisten käsittelylaitosten muodostumiseksi ja edelleen lantayrittäjyyden mahdollistamiseksi. Hankkeessa selvitetään logistiset hyödyt lannan käsittelyterminaalien käyttöön ja sijoittamiseen Pohjois-Savon alueella. Laitosten kannattavuustarkastelulla selvitetään, kuinka suuria massoja tarvitaan tehokkaiden käsittelymenetelmien käyttöönottoon taloudellisesti ja kestävästi. Näin maatalayritykset voisivat löytää mahdollisuuksia kustannussäästöihin ja parantaa omaa jaksamista tasamalla työhuippuja. Hanke luo myös pohjaa tulevaisuuden yritystoiminnan kehittämiseen lannan siirron ja kierrätyslannoitteiden osalta. Alueellisista lähtökohdista rakennettu käytännönläheinen toimintamalli on helppo omaksua tilojen käytössä Pohjois-Savon alueella. (BioPOTTI-hanke 2022.)



KUVA 1. BioPOTTI-hankkeen toteutusalue (BioPOTTI-hanke 2022)



## 3 BIOKAASU

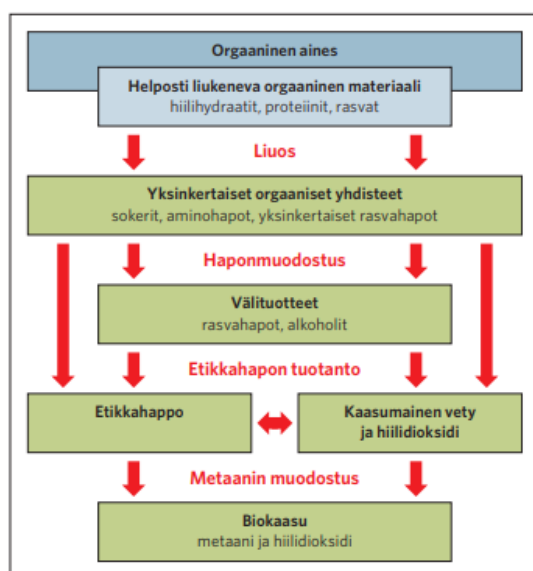
Kaksi kolmasosaa biokaasusta on metaania ja kolmasosa hiilidioksidia. Biokaasun metaanipitoisuus vaihtelee välillä 55–75 % ja hiilidioksidipitoisuus 25–45 %. Muita ainesosia ovat hiilimonoksidi (0–0,3 %), typpi (1–5 %), vety (0–3 %), rikkivety (0,1–0,5 %), ammoniakki ja muut epäpuhtaudet. Biokaasu soveltuu lämmöntuotannon polttoaineeksi kaasukattiloissa, lämmön ja sähkön tuottamiseksi kaasumoottoreissa sekä jalostettavaksi liikennepolttoaineeksi. (Motiva 2013, 3.)

Biokaasua varten tarvitaan raaka-ainetta, joka voi olla kiinteää tai nestemäistä. Raaka-aineeksi sopivaa materiaalia ovat esimerkiksi kuluttajien biojätteet, yritysten ja teollisuuden biohajoavat jätteet, kaupan pilaantuneet elintarvikkeet, jätevedenpuhdistamoilla syntyvät lietteet sekä maatalouden lanta, peltobiomassa ja jäterehu. (Gasum 2022.)

Luonnonvarakeskus arvioi lannasta tuotetun biokaasun vuosittaiseksi energiasisällöksi 1,5 TWh, joka vastaa noin 170 miljoonaa litraa bensiiniä. Biokaasun raaka-aineeksi päätyy vain 1,4 prosenttia Suomessa syntyvästä lannasta. (Gasum 2019.)

Suomessa arvioidaan olevan noin 23,2 TWh käyttämätöntä biokaasun raaka-ainepotentiaalia, joka koostuu yhdyskuntien biojätteistä, teollisuuden jätteistä ja sivutuotteista, maatalouden peltobiomassoista ja kotieläinten lannasta. Kuitenkaan kaikkea raaka-ainepotentiaalia ei ole mahdollista hyödyntää teknistaloudellisesti, jolloin hyödynnettävissä oleva määrä on noin 9,2 TWh. Tästä biometaanin osuus on 7,59 TWh. (6Aika CircVol -hanke 2020, 5.)

Biokaasun muodostumisen vaiheet ovat liukoistuminen, happokäyminen, etikkahappokäyminen ja metaanikäyminen. Näistä käytetään termejä hydrolyysi, asidogeneesi, asetogeneesi ja metanogeneesi. Biokaasun muodostumisen vaiheet on esitetty kuvassa 2. (Motiva 2013, 4.)

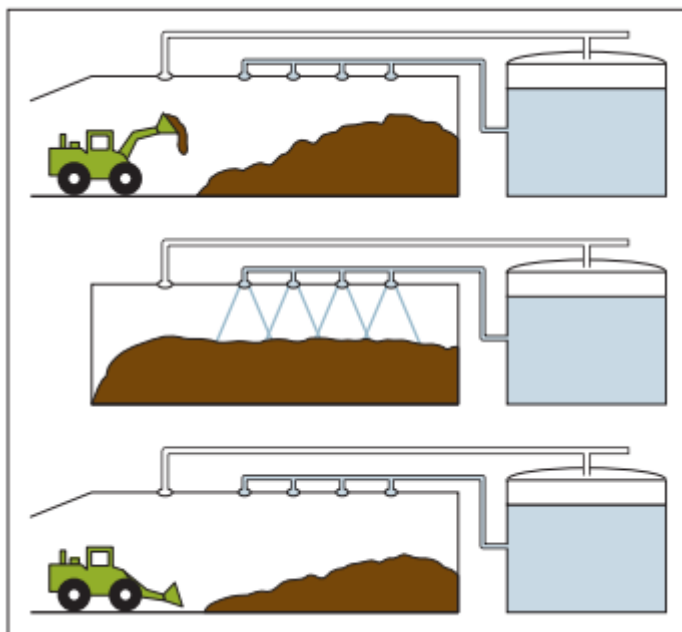


KUVA 2. Biokaasun muodostumisen neljä vaihetta (Motiva 2013)

Biokaasulaitoksen syötteiden määrä lasketaan kuiva-ainepitoisuuden mukaan. Liian korkea kuiva-ainepitoisuus aiheuttaa ongelmia märkämädätyslaitoksella, koska materiaalia on vaikeampi käsitellä ja se aiheuttaa ongelmia myös itse biokaasuprosessille. (Motiva 2013, 10.)

Märkämädätyksessä reaktorin liete on pumpattavassa olomuodossa. Kuiva-ainepitoisuuden on oltava tällöin enintään noin 10 %, lietelannan kohdalla noin 7–10 %. Syötteille on järjestettävä vastaanotto ja varastointi, tämä voidaan toteuttaa vastaanottokaivolla ja varastosiiloilla. Esikäsittely voidaan toteuttaa esimerkiksi murskaavalla pumpulla, jolla saadaan pienennettyä partikkelikokoa. Eläinperäisten sivutuotteiden hygienisointivaatimus on 1 tunti 70 °C lämpötilassa. Itse biokaasureaktori on muodoltaan sylinterimäinen säiliö ja se on peitetty kahdella tiiviillä kalvolla. Märkämädätyslaitoksissa reaktorissa on eristys, sekoitus ja lämminvesiputkilla toteutettu lämmitys. (Jahotec 2022; Motiva 2013, 15.)

Yleisimmät kuivämädätyslaitokset perustuvat kierrätettävän nesteen pumppaukseen materiaalin päälle, sen valumiseen syötekerrosten läpi ja takaisin pumppaukseen. Kuivämädätyksen periaate on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 3). Mädätys toteutetaan ilmatiiviissä mädätysssäiliössä, jossa on nesteen kierrätys ja lämmitys. (Motiva 2013, 17.)



KUVA 3. Kuivämädätyksen periaate (Motiva 2013)

Biokaasua tuotetaan maataloilla lannasta ja pelloilta saatavasta peltobiomassasta. Biokaasun tuotanto alkaa esikäsittelyllä. Prosessiin lisätään mahdollisia kuivia jakeita syöttölaitteen kautta. Biokaasu muodostuu hapettomassa tilassa kaasukuvun alla anaerobisten bakteerien mädättäessä syötettä. Muodostunut biokaasu puhdistetaan ja kuivataan, jonka jälkeen sitä voidaan käyttää generaattorin avulla sähkön- ja lämmöntuotantoon. Biokaasua voidaan edelleen jalostaa liikennepolttoaineeksi eli biometaaniksi. Valmis biokaasu voidaan toimittaa asiakkaalle raakabiokaasuna, paineistettuna tai nesteytettynä. (Demeca 2022; Gasum 2022.)

## 4 BIOMETAANI

Biometaani on ajoneuvokäyttöön jalostettua biokaasua, jonka metaanipitoisuus on noin 95–99 %. Yksi kuutio biometaania voidaan tuottaa noin 7–8 kilogrammasta biojätettä ja tästä saadaan yhtä paljon energiaa kuin yhdestä litrasta dieselöljyä (43,2 MJ/kg eli 12 kWh). (Suomen Biovoima 2022; Teknologian tutkimuskeskus 2017.)

Biokaasun jalostaminen biometaaniksi onnistuu usealla tekniikalla: PSA-tekniikalla, vesipesurilla, amiinipesurilla, membraanierotuksella ja kryogeenisellä erotuksella. Jokaisella jalostustekniikalla päästään yli 95 % metaanipitoisuuteen. (Tukes 2022, 8–9.)

### 1. PSA-tekniikka

PSA-tekniikka perustuu paineenvaihteluadsorptioon eli siinä adsorpoiva aine sitoo itseensä raakakaasun hiilidioksidin tietyssä paineessa ja vapauttaa sen toisessa. Ennen jalostusprosessia tehdään esikäsittely, jossa poistetaan kosteus ja epäpuhtaudet. (Suomen Biovoima 2022.)

### 2. Vesipesuri

Vesipesurissa biokaasu paineistetaan noin 10 bar:iin ja johdetaan ylös täytekappaleilla täytettyyn säiliöön. Lähes kaikki hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat veteen, kun vettä huuhdellaan alaspäin täytekappalealustassa. Vettä voidaan käyttää uudelleen pesuvetenä, kun paineet on laskettu ja kaasut vapautuneet. (Motiva 2013, 21.)

### 3. Amiinipesuri

Amiinipesurissa biokaasu pestään amiinilla. Jalostuksessa käytetään lämpöenergiaa ja saadaan pienennettyä metaanihävikkiä. (Motiva 2013, 22.)

### 4. Membraanierotus

Membraanierotus tehdään 10–20 bar:n paineessa. Hiilidioksidin poisto perustuu eri kokoisten kaasumolekyylien läpäisyasteeseen. (Tukes 2022, 9.)

### 5. Kryogeeninen erotus

Kryogeenisen erotus perustuu hiilidioksidin nesteytymiseen (Tukes 2022).

Biometaani voidaan nesteyttää jäädyttämällä se normaalissa ilmapaineessa alle  $-160$  °C lämpötilaan. Nesteytetyn biokaasun lyhenne on LBG. Biometaanin nesteyttäminen laajentaa sen kuljetus- ja käyttömahdollisuuksia, koska tilavuus pienenee noin kuudenteensataa osaan. (Tukes 2022, 9.)

Biometaanin jakelua varten biokaasulaitoksen yhteyteen voidaan perustaa CBG-tankkausasema, jolta saadaan ajoneuvoon paineistettua kaasua. Biometaania voidaan toimittaa myös CBG-konteissa eli kaasukonteissa, jolloin ne toimivat myös varastoina. Lisäksi vaihtoehtona on käyttää nesteytettyä biometaania (LBG), jolloin tankkausasemalle tarvitaan myös tähän tarkoitukseen soveltuva varasto (Tukes 2022, 10–12.)

Biometaanin kysyntää lisäävät tulevaisuudessa tavoitteet hiilineutraalisuudesta, päästötavoitteet liikenteessä ja maataloudessa, tarpeet kehittää ravinteiden kierrätystä ja huoltovarmuustekijät. Haasteita aiheuttavat edulliset fossiiliset polttoaineet sekä biokaasun tuotannon heikko kannattavuus, koska markkinat erityisesti energia- ja kierrätysravinteille ovat vasta kehittymässä. (Suomen bio-kierto ja biokaasu ry 2020.)

Useamman maatalon muodostaman yhteisen biokaasulaitoksen kannattavuus riippuu syötteiden kuljetusetäisyydestä. Biokaasulla liikkeelle -hankkeessa kannattava kuljetusetäisyys oli laskelmissa maksimissaan 25 km. Haasteita aiheuttavat vähäinen kysyntä ja korkeat logistiikkakustannukset. (Biokaasulla liikkeelle -hanke, SavoGrow Oy 2021, 9, 16.)

Maatilamittavan biokaasulaitosten pullonkaulana on heikko ja kannattamaton tukipolitiikka, minkä takia vain harvat tilat ovat investoineet biokaasuun. Biometaaniin siirtymistä hidastaa biometaanitruktoreiden osalta niiden saatavuus. Kaikkia traktoreita ei ole myöskään rekisteröity tieliikenteeseen eli biometaanin tankkausaseman olisi sijaittava lähellä niiden käyttöpaikkaa. Kaasutoimisia metsäkoneita ei ole tällä hetkellä markkinoilla ja vaikka niitä olisi, ongelmaksi muodostuu biokaasun kustannustehokas kuljetus käyttöpaikalle. (Biokaasulla liikkeelle -hanke, SavoGrow Oy 2021, 6.)

## 5 JAKELUVELVOITE

Jakeluelvoitteen tavoitteena on edistää kestävien uusiutuvien polttoaineiden käyttöä liikenteessä. Vuonna 2030 EU:ssa liikenteen energian loppukulutuksesta on oltava 14 prosenttia uusiutuvista lähteistä peräisiä olevaa energiaa. Suomessa jakeluelvoitteen on oltava vuoteen 2030 mennessä 30 prosenttia eli noin kaksinkertainen EU:n asettamaan jakeluelvoitteeseen nähden. Jakeluelvoitteella liikennepolttoaineiden jakelijat veloitetaan toimittamaan kulutukseen vähimmäisosuus uusiutuvia polttoaineita. Jakeluelvoitteeseen on määritelty crop cap -osuus joka tarkoittaa, että 2,6 prosenttiyksikköä jakeluelvoitteesta on oltava ravinto- ja rehukasveista tuotettuja biopolttoaineita ja biokaasua. (Energiavirasto 2022.)

Energiavirastosta tuli vuoden 2021 alusta jakeluelvoitteen toimeenpaneva viranomainen. Työ- ja elinkeinoministeriössä selvitetään parhaillaan jakeluelvoitetason nostoa jopa 34 %:iin. Biokaasu tuli mukaan jakeluelvoitteen piiriin vuoden 2022 alusta ja RFNBO-polttoaineet (muuta kuin biologista alkuperää olevat uusiutuvat nestemäiset ja kaasumaiset polttoaineet) tulevat vuoden 2023 alusta. Vuoden 2022 alusta alkaen jakeluelvoitteen piiriin on ollut mahdollista hakeutua vapaaehtoisesti, kun täyttää tietyt kriteerit. (Energiavirasto 2022.)

Jakeluelvoitteen piiriin kuuluu, jos jakelija toimittaa kulutukseen polttoaineita yli miljoona litraa nestemäistä polttoainetta tai yli 9 gigawattituntia kaasumaista polttoainetta. Vapaaehtoisesti jakeluelvoitteen piiriin voi hakeutua, jos nestemäisten polttoaineiden määrä on vähintään 100 000 litraa mutta enintään miljoona litraa tai kaasumaisten polttoaineiden määrä vähintään 1 GWh mutta enintään 9 GWh. (Energiavirasto 2022.)

Myös biopolttoöljylle on olemassa jakeluelvoite, jota sovelletaan yli miljoona litraa kevyttä polttoöljyä kalenterivuoden aikana toimittavaan jakelijaan. Sen tarkoituksena on edistää biopolttoöljyn käyttöä lämmityksessä, työkoneissa ja kiinteästi asennetuissa moottoreissa, joissa on perinteisesti käytetty kevyttä polttoöljyä. Biopolttoöljyn jakeluelvoite on vuonna 2022 4 % ja se nousee vuoteen 2028 mennessä 10 %:iin. (Energiavirasto 2022.)

Jakeluelvoitteen piiriin kuuluvilla toiminnanharjoittajilla on ilmoittamisvelvollisuus eli heidän tulee ilmoittaa viimeistään maaliskuun aikana edellisen vuoden aikana toimitetut moottoribensiini, dieselöljy, maakaasu, biopolttoaine, biokaasu ja muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien nestemäisten ja kaasumaisten liikenteen polttoaineiden määrät. Muut velvollisuudet ovat kirjanpito-velvollisuus ja tietojenantovelvollisuus. Velvoitteiden laiminlyönnistä voi saada seuraamus- tai virhemaksun. (Energiavirasto 2022.)

Biokaasulle on säädetty liikennekäytössä valmistevero, joka koostuu energiasisältö- ja hiilidioksidiverosta sekä huoltovarmuusmaksusta. Liikennebiokaasun vero on 10,414 euroa/MWh tai ylemmän lämpöarvon mukaisesti 9,392 euroa/MWh kun se on tuotettu jätteistä, tähteistä, syötäväksi kelpaamattomasta selluloosa-aineksesta tai lignoselluloosasta. Biokaasun käyttö lämmityksessä ja työkoneissa on verotonta sekä enintään 1 GWh pientuotanto kalenterivuoden aikana. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2021.)

Biokaasun tuleminen jakeluveloitteen piiriin mahdollistaa tikettikaupan, jossa ylitäyttöosuudella voidaan käydä kauppaa muiden jakeluvelvollisten kanssa. Kaasun jakelija voi täyttää jakeluveloitteen myymällä biokaasua jakeluveloitteen edellyttämän määrän tai ostamalla tikettejä toiselta jakelijalta. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020.)

Biokaasun jakeluvelvoite lisää sen käyttöä ja parantaa tarjontaa. Lisääntynyt biokaasun käyttö vähentää päästöjä ja parantaa huoltovarmuutta, koska sitä voidaan tuottaa suomalaisista syötteistä kuten lehmänlannasta. Jakeluvelvoitetta laskettiin vuosille 2022–23 7,5 prosenttiyksikköä eli jakeluvelvoite on tällöin 12 prosenttia (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020, Yle 2022.)

## 6 BIOMETAANIAUTOT JA TYÖKONEET

Kaasuhenkilöautoja rekisteröitiin 1 840 vuonna 2020 ja 909 kappaletta vuonna 2021. Rekisteröinti määrä viime vuonna oli alle prosentti kaikista ensirekisteröinneistä. Vuonna 2021 Suomessa oli noin 14 000 kaasuautoa. (Järveläinen 2022.)

Vuonna 2021 Suomessa oli liikennekäytössä 399 kaasulla toimivaa kaasulla toimivaa kuorma-autoa ja 55 linja-autoa. Viime vuonna kaasukuorma-autoja rekisteröitiin 96 kappaletta ja linja-autoja viisi kappaletta. (Kaasuautoilijat ry 2022.)

### 6.1 Henkilöautot

Kaasuhenkilöautoja on saatavilla usealta tunnetulta valmistajalta kuten Audi, SEAT, Skoda, Volkswagen, Mercedes-Benz, Opel, Subaru ja Volvo. Tällä hetkellä markkinoilla olevissa biokaasuautoissa on sekä kaasu- ja bensiinitankki eli ne ovat bifuel-malleja. (Gasum 2022.)

Yksi suosituimmista kaasuautoista on Volkswagen Golf TGI (kuva 4), jossa on 17,3 kg:n kaasutankki sekä 9 litran bensiinitankki. Auto kuluttaa kaasua 4,1 kg / 100 km ja sen CO<sub>2</sub> päästöt ovat 113 g / km. (Volkswagen 2022.)



KUVA 4. Volkswagen Golf TGI (Volkswagen julkaisuaika tuntematon)

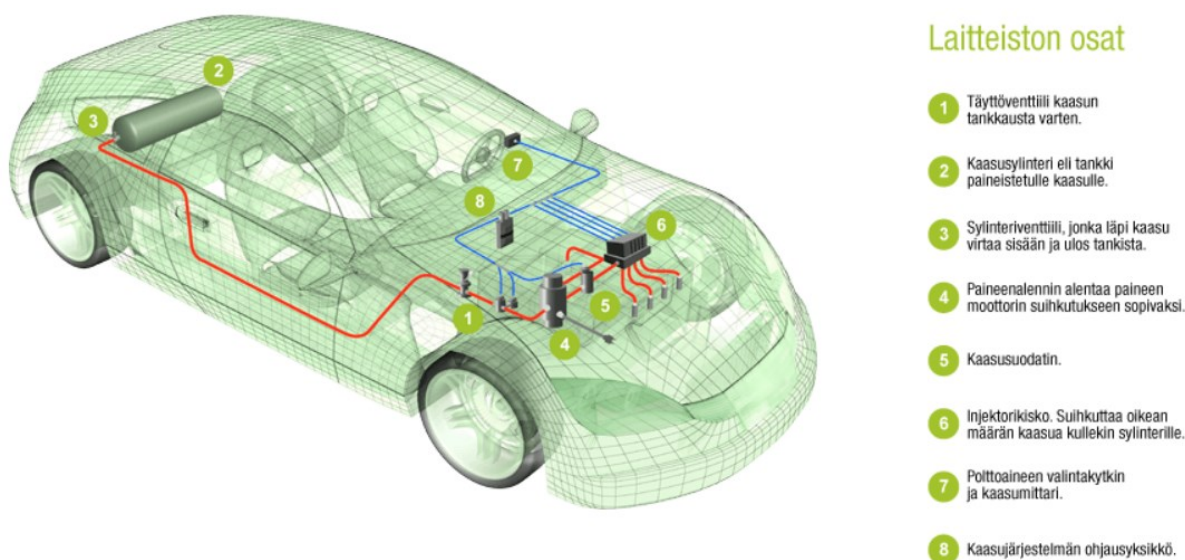
Usea autokoulu Suomessa käyttää biokaasua. Tämä onkin positiivinen kilpailuvaltti ja tapa erottautua muista autokouluista. Yksi näistä on Espoossa toimiva autokoulu Green Drivers, joka on hankkinut kolme biokaasulla toimivaa Volkswagen Golf TGI henkilöautoa talvella 2015. (Gasum 2022.)

Biokaasua voi käyttää taksiliikenteessä. Esimerkiksi Oulussa Kaakkurin Taksi Oy oli ensimmäinen biokaasua käyttävä taksiyritys Oulussa. Yrityksellä on neljä autoa, jotka kaikki toimivat biokaasulla. (6Aika CircVol -hanke 2020, 24.)

Biometaanilla toimivaa autoa hankittaessa kannattaa pohtia, missä biometaanin tankkausasemat sijaitsevat ja ovatko ne lähellä päivittäin käytettyä reitettä. Biometaaniautoja ei ole saatavilla kaikille ajoneuvomalleille, mutta useat autot pystytään muuttamaan biometaanikäyttöisiksi. Biometaani on ympäristöystävällinen valinta, koska se kasvihuonepäästöt ovat noin 85 % pienemmät kuin bensiinin. (6Aika CircVol -hanke 2020, 14.)

Ajoneuvon muuttaminen biometaanilla toimivaksi vaatii usean tuhannen euron investoinnin. Valmiiden alan liikkeissä tehtävän muutostyön hinta alkaa noin 2 000–2 500 eurosta. Laitteisto voidaan hankkia myös itse, jolloin muutostyöhön vaaditus osat maksavat noin 1 300 euroa, asennustyö noin 1000 euroa sekä muutostarkastus 80 euroa. Traficomilta on mahdollista saada 1 000 euron muuntotuki. (Jäkäläniemi 2019.)

Kaasujärjestelmä koostuu tankkausliittimestä, kaasusäiliöstä, siirtolinjoista, suuttimista ja ohjainlaitteesta (kuva 5). Kaasujärjestelmän 200 bar:n paine alennetaan paineensäätimen avulla moottorille soveltuvaan 1–4 bar:n paineeseen. (Jäkäläniemi 2019.)



KUVA 5. Autoon asennettavan muutossarjan osat (Terra Gas julkaisuaika tuntematon)

Vuonna 2021 muuntotukea henkilöauton muuttamisesta kaasutoimiseksi myönnettiin 96 autolle (Kaasuautoilijat ry 2022).

Henkilöautojen käyttöön tarkoitettua paineistettua biokaasua käytetään lyhennettä CBG. Tällä hetkellä Kuopion ainut CBG-asema sijaitsee Pienen Neulamäen yritysalueella, josta biokaasua saa hintaan 1,93 e/kg. (Gasum 2022.)

## 6.2 Raskas liikenne

Biokaasulla toimivat raskaan liikenteen autot maksavat noin 30 000–70 000 euroa enemmän kuin dieselkäyttöiset autot. Taloudellisen kannattavuuden takia biokaasun on oltava selvästi halvempaa



kuin dieselin ja sen tulee maksaa itsensä takaisin vähintään omistujan sisällä. Kannattavinta biokaasun käyttö on alle 68 tonnin yhdistelmissä, joilla on suuret ajosuoritteet ja sitä kautta myös suuri polttoaineen kulutus sekä vakioreitit. Lisäksi eduksi on kuljetusten tilaaja, joka tarjoaa pitkän sopimuksen ja on sitoutunut vähentämään fossiilisia polttoaineita. (Biokaasulla liikelle -hanke, SavoGrow Oy 2021, 5.)

Biokaasuun siirtyminen ei kannata, jos autojen reitit vaihtelevat, kuljetukset tapahtuvat pienillä teillä, ajosuoritteet ja polttoaineenkulutus on matalaa ja yritys tekee erikoiskuljetuksia tai tarvitsee moottoriin yli 460 hv kuten puutavara- ja hakeautoissa. (Biokaasulla liikelle -hanke, SavoGrow Oy 2021, 5.)

Valio hankki vuonna 2019 Suomen ensimmäinen biometaanilla toimivan Volvo FH LBG 460 maidonkeräysauton (kuva 6), jota käytetään Valio Luomu -maidon keräilyyn Etelä-Suomen maataloilta. Vaikka auton päästöt ovat dieselautoon verrattuna pienemmät, moottori on hyötysuhteeltaan ja suorituskyvyltään yhtä tehokas kuin dieselmoottori. Autolla saadaan pienennettyä maidonkeräilyn hiilijalanjälkeä, koska auto kulkee Valion tehtaiden biojätteestä valmistetulla biokaasulla. Tehtaalla syntävä jätesivuvirta toimitetaan Gasumille, joka valmistaa auton käyttämän biokaasun. Myös hyvinkäläinen kuljetusyritys Antiokia Oy käyttää samaa kuorma-autoa Lidlin myymälätoimituksiin. Auton polttoaineen tuottamiseen käytetään Lidl'in myymälöiden biojätettä. (Volvo Trucks 2019.)



KUVA 6. Volvo FH LBG 460 maidonkeräysauto (Volvo Trucks 2019)

Postin Rahtipalvelut hankki vuonna 2020 kymmenen biometaanilla toimivaa rekka-autoa. Kyseessä on suurin yhdellä yrityksellä käytössä oleva nesteytetty biokaasulla toimiva kalusto Suomessa. LBG-autojen ansiosta hiilidioksidipäästöt vähenevät 1 620 tonnia, mikä vastaa noin 8,6 miljoonaa kilometriä henkilöautolla ajoa. (Posti 2020.)

### 6.3 Maatalouskoneet

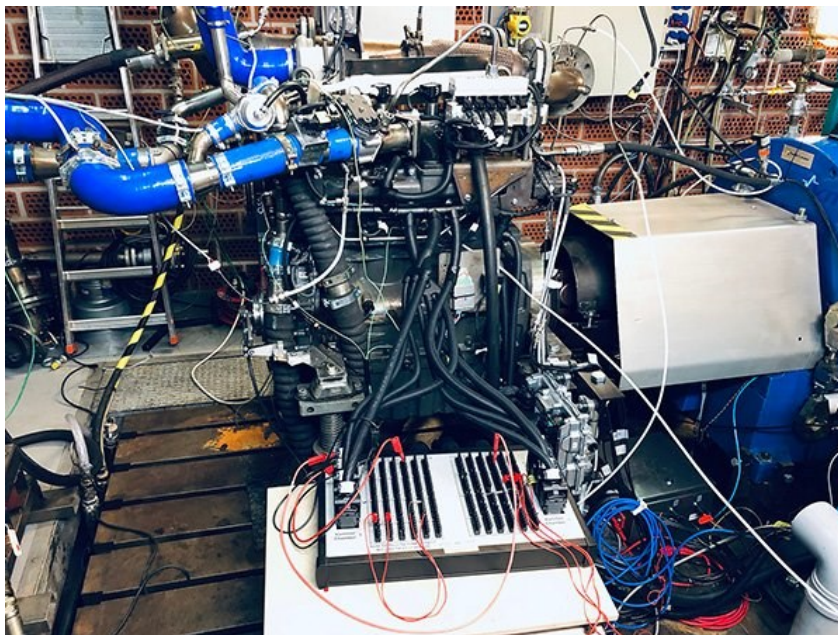
Vuonna 2019 Saksan Agritechnica näyttelyssä julkaistiin maailman ensimmäinen sarjavalmistainen 100 % biometaanilla toimiva traktori New Holland T6 Methane Power. Traktori on yhtä tehokas kuin dieseltraktori, mutta sen päästöt ovat 80 % pienemmät ja käyttökustannukset 30 % alhaisemmat. Traktori voitti Vuoden kestävä traktori -palkinnon (Sustainable Tractor of the Year). (New Holland Agriculture 2022.)

Traktorin ensimmäinen prototyyppi julkaistiin 2013. Traktorissa on FPT Industrialin kehittämä 6,7 litran NEF-moottori, jossa 180 hevosvoimaa. Traktorin nostokyky on 7 864 kg. Kaasusäiliö sijaitsee traktorin etupuolella (kuva 7). (New Holland Agriculture 2022.)



KUVA 7. New Holland T6 Methane Power traktori (New Holland Agriculture 2022)

Moottoreita muuan muassa Valtra-, Fendt- ja Massey-Ferguson-traktoreihin valmistava AGCO Power kehitti Business Finlandin rahoittamassa METER-hankkeessa yrityksen ensimmäisen maatalouden työkoneisiin tarkoitetun biometaanimoottorin (kuva 8). Tällä hetkellä moottoria testataan testiajo-neuvoilla kenttäolosuhteissa ja tulevaisuudessa se on tarkoitus saada sarjatuotantoon. (Business Finland 2020.)



KUVA 8. AGCO Powerin biometaanimoottori VTT:n laboratoriotestissä (Business Finland 2020)

Aina ei tarvitse ostaa uutta, vaan olemassa traktori voidaan muuttaa käyttämään biometaanidia dieselin rinnalla. Tässä niin sanotussa dual-fuel-järjestelmässä vanhan polttonestejärjestelmän rinnalle asennetaan kaasulaitteisto, joka käsittää kaasusäiliöt, kaasusekoittimen, putkitukset ja ohjainyksikön (kuva 9). Tässä järjestelmässä imuilman kautta syötetään haluttu määrä kaasua dieselöljyn sekaan, erillistä sytytysjärjestelmää ei tarvita. Muutostyöstä saadaan parempi rahallinen hyöty, jos maatila pystyy tuottamaan biometaanidia itse tai sitä on saatavilla lähiseudulta sekä traktori on paljon käytössä ja sen kulutus on suurta. (Koneviesti 2022.)



KUVA 9. Valtraan asennettu kaasusäiliö ja tankkausyhde (Koneviesti 2022)



## 7 MAATILAMITTAKAAVAN BIOKAASULAITOS

Maatilamittakaavan biokaasulaitoksia on rakennettu jo esimerkiksi Valtimolle, Utajärvelle, Vimpeliin, Toholammille, Ruskoon ja Hyvinkäälle. Omalla biokaasulaitoksella maatila saavuttaa energiaomavaraisuuden, pystyy kierrättämään ravinteita, tehostamaan lannankäsittelyä, valmistamaan lannoitteita, vähentämään hajuhaittoja, valmistamaan liikennepolttoaineita, hyödyntämään niitä oman tilan biokaasutoimisissa työkoneissa sekä mahdollisesti myymään kaasua ulos. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020.)

Etelä-Savossa Juvan Bioson Oy:lla on Metener Oy:n toimittama maatilamittakaavan biokaasulaitos, jonka omistaa 12 maatilaa, kananmunantuottajia, luomu- ja tavanomaisia maitotiloja sekä pääosakaana Turakkalan Puutarha Oy. Maatilaosakkaat kierrättävät ravinteita, myyvät lämpöä ja sähköenergiaa Turakkalan Puutarhalle sekä vastaanottavat porttimaksullisia elintarviketeollisuuden sivutuotteita. Mädätysprosessi perustuu märkämädätykseen ja mädätysjäännös sopii luomupeltojen lannoitukseen. Syötettä laitoksella on noin 19 500 tonnia vuodessa. (Bioson 2022.)

Maatilojen määrä vähenee tulevaisuudessa, mutta yksittäisten tilojen koko kasvaa ja tämä luo hyvät edellytykset kannattavalle tilakohtaiselle biokaasun tuotannolle. Suuremmilta tiloilta saadaan suurempi määrä syötettä eli lietettä ja lantaa ja siitä valmistetulla biokaasulla voidaan tuottaa energiaa maatilan tarpeisiin. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020.)

Haasteina maatilamittakaavan biokaasulaitoksella on saada se kannattavaksi. Eri tiloilta tulee eri määrä eri laatuista syötettä ja kannattavimpia ovatkin lihakarjantuotantoon keskittyneet maatilat. Haasteita aiheuttavat myös maatilojen pistemäinen energiankäyttö sekä rahoitus, jos tilalla on tehty jo suuria investointeja. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020.)

Maatilamittakaavan biokaasulaitos saadaan kannattavaksi, jos investoinnille saadaan investointituki, biokaasulaitokselle on olemassa hyvää syötettä, tilan energiankäyttö pystytään optimoimaan sekä ylijäämäenergia voidaan myydä lähiseudun muille käyttäjille. (Luonnonvarakeskus 2018.)

## 8 BIOMETAANIN KÄYTTÖ MAATILOILLA

Biokaasua voidaan käyttää maataloilla lämmön- ja sähköntuotannossa sekä jalostaa liikennepolttoaineeksi eli biometaaniksi. Maatilamittakaavan biokaasulaitoksen hyötyjä ovat energiaomavaraisuus, ravinteidenkierrätys, lannankäsittelyn tehostuminen sekä hajuhaittojen väheneminen. (Suomen bio-kierto ja biokaasu ry 2020.)

Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalla on viisi maatilamittakaavan biokaasulaitosta. Yhdellä tilalla on ollut biokaasulaitos 15 vuotta ja vuoden 2021 alusta avattiin julkinen biokaasun tankkauspiste. Sitä hyödyntävät tällä hetkellä Valion maitoauto sekä pari muuta käyttäjää. Liikennepolttoainetta syntyy sen verran, että se riittää maitoautoon ja noin 20 henkilöautoon. (Yle 2021.)

Maatilamittakaavan biokaasulaitoksen tuottaman biokaasun käyttökohteita ovat lämmöntuotanto, sähköntuotanto, kaasun myyminen paikallisesti, kaasun syöttäminen maakaasuverkkoon sekä jalostaminen liikennepolttoaineeksi biometaaniksi. Lämmöntuotanto on yksinkertaisinta ja halvinta, kun biokaasu poltetaan lämpimän veden tuotantoon tarkoitettussa kaasukattilassa. Yhdistetyssä sähkön ja lämmöntuotannossa biokaasua yleensä poltetaan ottomoottorissa tai dieselmootorissa, joka on muutettu kaasutoimiseksi. Biokaasu voidaan johtaa myös maatilalta putkea pitkin esimerkiksi paikalliseen sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokseen. Puhdistettu biokaasu voidaan johtaa myös maakaasuverkkoon, mutta tämä ei kosketa useimpia maatiloja koska maakaasuverkko on painottunut Etelä-Suomeen. Kannattavin vaihtoehto on jalostaa biokaasusta liikennepolttoainetta eli biometaanina ja myydä sitä ulos tilalta. (Motiva 2013, 18–22.)

Biokaasun metaanipitoisuuteen vaikuttaa käytetty raaka-aine. Teurasjätteestä, biojätteestä ja liete-lannasta saadaan biokaasua, joka metaanipitoisuus on korkeampi kuin käytettäessä raaka-aineena peltobiomassoja. Naudanlannasta muodostuvan biokaasun metaanipitoisuus on noin 60 % ja peltobiomassasta muodostuvan noin 55 %. (Motiva 2013, 10.)

Lypsylehmä tuottaa vuorokaudessa noin 65 kg lietelantaa eli esimerkiksi 150 lehmän maatilalla lantaa syntyy noin 9 750 kg vuorokaudessa ja 3 560 t vuodessa. Jos oletetaan lannan kuiva-ainepitoisuudeksi noin 10 prosenttia ja kuiva-aineesta 80 prosenttia on orgaanista ainesta, tällöin orgaanisen materiaalin määrä lannassa on vuorokaudessa noin 780 kg ( $9\,750\text{ kg} \cdot 10\% \cdot 80\%$ ) ja vuodessa noin 285 t ( $3\,560\text{ t} \cdot 10\% \cdot 80\%$ ). Tonnista orgaanista kuiva-ainetta saadaan noin 360 m<sup>3</sup> biokaasua metaanipitoisuuden ollessa noin 60 %. Tällöin 150 lehmän maatilalla metaanin tuotantokapasiteetti vuodessa on noin 61 560 m<sup>3</sup> ( $285\text{ t} \cdot 360\text{ m}^3\text{ biokaasua/tonni} \cdot 60\% \text{ metaania/biokaasu}$ ). Yhdessä kuutiometrissä metaania on suunnilleen sama määrä energiaa kuin litrassa öljyä eli noin 10 kWh. Tällöin maatilalla syntyvä biokaasu sisältää energiaa noin 615 600 kWh eli 615,6 MWh. (Motiva 2013, 12.)

Alla olevassa kuvassa (kuva 10) on esitetty skenaario maatilojen suljetusta ravinnekierrosta maataloilla. Maatilalla syntyy lantaa ja biomassoja, josta biokaasu tuotetaan. Biokaasusta saadaan biopolttoainetta, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi kaasutraktoreissa tai rakennusten lämmittämisessä tai sähkön tuotannossa tilan tarpeisiin. Määdtejäännöksestä eli käsittelyjäännöksestä taas saadaan kierrätyslannoitteita. Näin saadaan suljettu ravinteiden ja lannan kierto ja lisätuloja maataloille. (BioPOTTI -hanke 2022.)



KUVA 10. Lantojen ja biomassojen ympäristöystävällinen hyödyntäminen maataloilla (BioPotti -hanke 2022)

## 9 BIOMETAANIN TANKKAUSASEMA

Biometaania voidaan hyödyntää biokaasulaitoksen lisäksi myös kauempana. Tällöin kuljetusvaihtoehtoja ovat siirto matalapaineputkessa, maakaasuverkkoon syöttäminen verkkoliitoskontilla, paineistetun CBG-siirtokontin käyttö sekä nesteytys. Esimerkiksi Metener Oy:n toimittamalta biokaasulaitokselta biometaani voidaan siirtää kaasuputken avulla enintään 10 km päähän tai paineistetuissa pulloissa etäasemalle. (Suomen Biovoima 2022; Metener 2022.)

### 9.1 Erilaisia biometaanin tankkausasemia

Korkeapaineinen kaasunsiirtokontti on kustannustehokas tapa kuljettaa biometaania biokaasulaitoksen ulkopuolelle (kuva 11). Usein kuljetuskohteena on biometaanin tankkausasema, teollisuusyritys tai maakaasuverkon syöttöpiste. Paineistettu biokaasu on puristunut noin 250–300 kertaisesti. Kaasunsiirtokonttien täyttöpaine on jopa 300 bar, mutta standardimallin koukkulavakontissa 200–250 bar. Tässä vaihtoehdossa kaasumäärä on 2 667–3 149 kg. Myös isompia kontteja on saatavilla. (Suomen Biovoima 2022.)



KUVA 11. UMOE-kaasunsiirtokontti (Suomen Biovoima julkaisuaika tuntematon)

Yksi vaihtoehto tankkausasemaksi on laukaalaisen Metener Oy:n kotitankkauslaite (kuva 12). Tankkauslaitteen asennukseen tarvitaan kiinteistön kaasuliittymä ja 16 A voimavirtapistoke. Vuotuisen ajosuorituksen ollessa 50 000–100 000 km takaisinmaksuajaksi tulee 2–3 vuotta. (Metener Oy 2022.)

Auton tankkaus tyhjästä täyteen kestää noin seitsemän tuntia, mutta sitä voidaan nopeuttaa kytkeväällä laitteeseen pullopatteri, jolloin tankkaus on yhtä nopeaa kuin huoltoasemalla. Tankkauslaitteen tuotto on 5 Nm<sup>3</sup>/h ja 90 litran kaasupullon täyttöaika on 4,5 tuntia. Laitteessa on kaasun mittausta, metaanin vuotohälytys ja kaasun kuivaus. Siinä on alhaiset käyttö- ja huoltokulut ja se soveltuu sekä sisä- ja ulkokäyttöön. Siihen on mahdollista saada kaksi täyttöletkua. (Metener Oy 2022.)



KUVA 12. Metener Oy:n kotitankkauslaite (Metener 2022)

Toinen vaihtoehto tankkausasemaksi on Metener Oy:n oma paineenkorotusasema (kuva 13), jonka kapasiteetti on 40–80 Nm<sup>3</sup>/h (Metener 2022).



KUVA 13. Metener Oy:n biokaasun tankkausasema (Metener Oy 2022)

## 9.2 Tankkausasemien tekniset vaatimukset

Tankkausasema käsittää kompressoriyksikön apulaitteineen, suojarakennuksen, varastosäiliöt, tankkauspisteet ja ohjausjärjestelmän. Tankkausasema tarvitsee aina kunnan rakennusvalvontaviranomaisen myöntämän rakennus- tai toimenpideluvan, Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) myöntämän rakentamislupa ja kaasuputkiston sijoituslupa. Lisäksi mahdolliseen maantien alitukseen tarvitaan Tiehallinnon lupa, rautatien alitukseen Ratahallintokeskuksen lupa ja kun tankkausasema liittyy maantiehen, tarvitaan Tiehallinnon lupa. (Tukes 2022, 4, 7.)

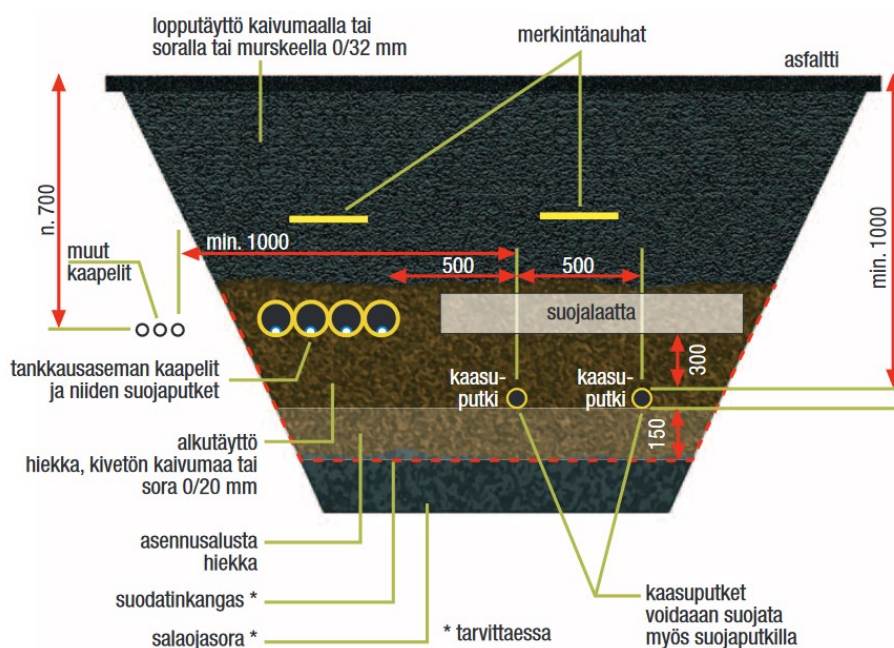
Tankkausasemalle on määritetty suojaetäisyyksiä, jotka perustuvat kaasun tulopaineeseen. Asema kuuluu ryhmään I kun sen tulopaine on 16 bar tai suurempi ja ryhmään II jos sen tulopaine on pienempi kuin 16 bar. Etäisyydet rakennuksiin on myös määritelty sen mukaan, onko kyseessä esimerkiksi kokoontumiseen tarkoitettu rakennus vai asuinhuoneisto. Maatilan pihapiirissä oleva omakotitalo kuuluu ryhmään B eli tankkausaseman suojaetäisyys rakennuksiin on 25 metriä. Tankkausasema on oltava käytännössä myös vähintään neljä metriä tontin rajasta, koska tämä on minimisuojaetäisyys aseman kaasuvälikkeelle ja kompressoriyksikölle. (Tukes 2022, 8–9.)



Tankkausasemaa ei saa myöskään sijoittaa sähköjohtojen alle ja se tulee sijoittaa 110 kV avojohdoista vähintään 100 metrin päähän, jos asema kuuluu ryhmään I ja 30 metrin päähän, jos se kuuluu ryhmään II. Lisäksi on määritelty tankkausaseman suojaetäisyydet eri teihin kuten maantiehen tai rautatiehen. Maatila sijaitsee seututien varrella eli minimietäisyys lähimmän ajoradan keskilinjaan on 20 metriä. Tankkausaseman jakelumittarin etäisyys jakeluaseman rakennuksista ja pysäköintialueista on oltava vähintään viisi metriä ja jakeluaseman ulkopuolisista rakennuksista vähintään 8 metriä. (Tukes 2022, 9–11.)

Tankkausasemalle on asetettu myös erilaisia teknisiä vaatimuksia. Sen on oltava luonnollisesti turvallinen eli sillä on oltava turvajärjestelmä ylipaineen tai sallittujen lämpötilojen ylittymisen tai alittumisen varalle sekä se on voitava eristää pääsulkuventtiilillä kaasun tuloputkesta. Asemalla tulee olla hätäseis -painikkeita sekä lämpötilakompensoitu täyttöjärjestelmä. Tankkausaseman materiaali tulee olla palamatonta sekä rakenteet tuulettuvia sekä asemalla on oltava vuorokauden ympäri toiminnassa oleva hälytysjärjestelmä vuotojen varalle. Asemalla tulee olla vaadittavat varoitusmerkit ja sammutuskalusto sekä toimintaohjeet hätätilanteiden varalle. Tankkausaseman toiminta tulee toteuttaa suljetun kierron avulla eikä sieltä saa vapautua hiilivetypäästöjä. Tankkausaseman kaasu tulee olla hajustettua. Tankkausaseman suunnittelulle on asetettu suunnittelulämpötilat, jotka ovat ulkona sijaitsevalle asemalle  $-40\text{ °C} - +40\text{ °C}$ . (Tukes 2022, 12–13.)

Tankkausaseman kaasu on suositeltavaa varastoida kaasupulloissa ja sen maksimipaine on 300 bar, lisäksi varasto tulee eristää aidalla tai seinällä. Tankkausaseman jakelumittarit asennetaan korkeen päälle ja suojataan törmäyssuojilla. Jakelumittareiden tulee olla tyyppihyväksytyjä ja letkut varustetaan letkurikkoventtiileillä, lisäksi tuleva kaasuputki putkirikkoventtiilillä. Alla olevassa kuvassa (kuva 14) on esitetty kaivannon toteutus. (Tukes 2022, 14.)



KUVA 14. Kaasuputken asentaminen, suojaaminen ja merkitseminen (Tukes 2022)

## 10 BIOMETAANIN KYSYNTÄ JA MARKKINAPOTENTIALIAALI KARTTULASSA

Biometaanin kysyntäkartoitusta varten suoritettiin haastattelututkimus. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Karttulan alueen yritysten kiinnostusta biometaanista kohtaan. Tutkimus suoritettiin puhelinhaastatteluna keväällä 2022. Useat yritykset olivat pieniä paikallisia yrityksiä ja monesti nimen lisäksi puhelinnumero oli ainut saatavilla oleva tieto, joten suora puhelinsoitto yrityksiin osoittautui järkevimmäksi ratkaisuksi, lisäksi vastaukset saatiin heti. Sopivia yrityksiä lähdettiin kartoittamaan Karttulan yrittäjäkerho ry:n ja Kuopion yrityspalveluiden julkaisemasta Karttulan alueen palveluoppaasta. Kohdeyrityksiksi valikoitui pääasiassa erilaisia kuljetusalan yrityksiä kuten Karttulan taksirytykset ja kuljetusyrietykset. Lisäksi haastateltiin muuan muassa maanrakennusyrietyksiä, traktoriurakointiyrietyksiä ja metsäalan yrityksiä, joilla oletettiin olevan erilaisia ajoneuvoja ja työkoneita kuten traktoreita ja metsäkoneita.

### 10.1 Kysyntäkartoituksen kohdealue - Karttula

Karttula on Kuopion länsipuolella sijaitseva noin 3 500 asukkaan maaseutukaupunginosa (kuva 15). Se liittyi Kuopioon vuonna 2011 kuntaliitoksen myötä. Asutusta on pääasiassa entisessä kuntakeskuksessa, Syvänniemellä ja Pihkainmäessä. Kuopion keskustaan on matkaa noin 45 km. (Kuopion kaupunki 2022.)

Kuntakeskuksen palveluita ovat muuan muassa päivittäistavarakauppa, Alko, apteekki, terveysasema, kirjasto, kirkko, koulu, kaksi huoltoasemaa, autohuolto, pitopalvelu ja pizzeria. Karttulassa sijaitsee myös Riuttalan talonpoikaismuseumo, kuntosali, urheilukenttä, ulkoliikuntapaikkoja, jääkiekkokaukalo, tenniskenttä, frisbeegolfrata, laavu, näkötorni, uimaranta ja ampumarata. (Kuopion kaupunki 2022.)

Karttulassa on paljon pieniä yrityksiä. Erilaisia yrityksiä ovat muun muassa autokorjaamot, autokoulu, autoliikkeet, ravintolayrietykset, kampaamot, siivousyrietykset, kotipalveluyrietykset, kirjanpitoyrietykset, kirpputori, majoitusyrietykset, matkailuauton vuokrausyrietykset, nuohousyrietykset, jätehuoltoyrietykset, rakennusyrietykset, sähköyrietykset, traktoriurakointiyrietykset, taksit, ja kuljetusyrietykset. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 3.)

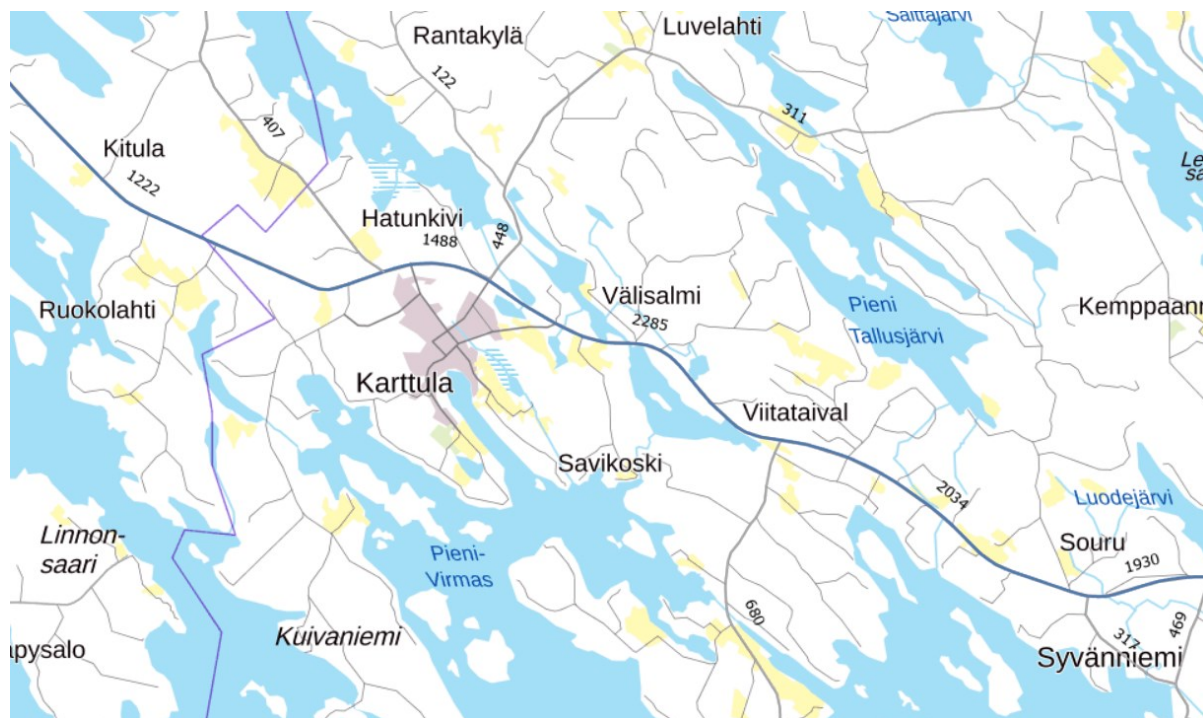


KUVA 15. Karttula ja Kuopio kartalla esitetynä (Maanmittauslaitos 2022)

## 10.2 Liikennemäärät Karttulassa

Karttulan liikenne on painottunut kirkonkylän sekä Sinisen tien/Karttulantien varrelle. Liikenne on työmatkaliikennettä, vapaa-ajan liikkumista sekä yritystoimintaan liittyvää liikennettä. Työmatkaliikennettä on lähiseudun lisäksi Karttulasta Kuopioon ja toisinpäin sekä Tervon ja Vesannon suuntaan.

Liikennemääriä kuvataan vuoden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä (KVL) yksikössä ajoneuvoa/vuorokausi. Liikennemääräkarttojen teettämisestä vastaa Väylävirasto. Karttulan liikennemääräkartta (kuva 16) on esitetty alla. (Väylävirasto 2022.)



KUVA 16. Karttulan liikennemääräkartta (Väylävirasto 2022)

Liikennemäärät Karttulasta Itä-Karttulaan/Lamperilaan:

- Lamperilantie (seututie 5513) Hirvijärventien risteykseen asti keskimääräinen vuorokausiliikenne 448 ajoneuvoa/vuorokausi, Hirvijärventien risteyksestä eteenpäin keskimääräinen vuorokausiliikenne 311 ajoneuvoa/vuorokausi
- Hirvijärventie keskimääräinen vuorokausiliikenne 122 ajoneuvoa/vuorokausi (Väylävirasto 2022.)

Liikennemäärät Karttulasta Tervon suuntaan:

- Karttulantie/Sininen tie (seututie 551) Pielavedentien (seututie 554) risteykseen asti keskimääräinen vuorokausiliikenne 1 488 ajoneuvoa/vuorokausi, Pielavedentien (seututie 554) risteyksestä eteenpäin keskimääräinen vuorokausiliikenne 1 222 ajoneuvoa/vuorokausi
- Pielavedentie (seututie 554) keskimääräinen vuorokausiliikenne 407 ajoneuvoa/vuorokausi (Väylävirasto 2022.)

Liikennemäärät Karttulasta Kuopion suuntaan:

- Karttulan tie/Sininen tie (seututie 551) Suonenjoentien (seututie 548) risteykseen asti keskimääräinen vuorokausiliikenne 2 285 ajoneuvoa/vuorokausi, Suonenjoentien (seututie 548) risteyksestä eteenpäin 2 034 ajoneuvoa/vuorokausi

- Suonenjoentien (seututie 548) keskimääräinen vuorokausiliikenne 680 ajoneuvoa/vuorokausi (Väylävirasto 2022.)

### 10.3 Henkilöautoliikenne Karttulassa

Karttulassa henkilöautoliikenne on työmatkaliikennettä, vapaa-ajan matkustamista sekä yritystoimintaan liittyvää liikennettä. Henkilöautoja käyttävät muuan muassa yksityisautoilijat, autokoulu, taksirytykset, pizzeria, pitopalveluyritykset, kotihoitoyritykset sekä sähköurakointirytykset.

Karttulassa toimii yksi autokoulu ja kaksi autoliikettä. Liikkeet ovat keskittyneet henkilöautojen ja kevyiden moottoriajoneuvojen kauppaan. Yritysten valikoimassa ei ole tällä hetkellä biokaasuautoja. Lisäksi Karttulassa on kolme matkailuautoja vuokraavaa yritystä. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 5, 10.)

### 10.4 Linja-autoliikenne ja taksiliikenne Karttulassa

Karttulassa liikennöi tällä hetkellä yksi linja-autoyryty. Liikennöinti on osa Kuopion seudun joukkoliikenne Vilkun seutuliikennettä ja sen reitti on Kuopio – Karttula – Vesanto. Arkipäivinä Kuopiosta lähtee kahdeksan vuoroa ja viikonloppuisin yksi vuoro päivässä elokuun puolivälistä kesäkuun alkupuolelle asti. Karttulasta takaisin Kuopioon on yhtä monta vuoroa eli kahdeksan vuoroa arkisin ja kerran päivässä viikonloppuisin. (Kuopion seudun joukkoliikenne, Vilku 2022.)

Karttulassa on tällä hetkellä seitsemän taksirytystä. Yritysten tarjoamia palveluita ovat tavallisen taksipalvelun lisäksi tilataksi sekä invataksi pyörätuoli- ja paarivarustuksella. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 18–19.)

Linja-auto- ja taksirytykset ovat myös koulukuljetuksista vastaavia liikennöitsijöitä. Linja-autoliikenne toteutetaan Kuopio – Karttula – Vesanto seutuliikenteen aikataulujen mukaan, lisäksi viisi taksiautoa ajaa koulukuljetuksia Airakselan, Itä-Karttulan, keskustan, Rieponlahden sekä Riuttalan reiteillä. (Karttulan Kissakuusenkoulu 2022.)

### 10.5 Raskas liikenne Karttulassa

Karttulassa on seitsemän eri kuljetusliikettä. Yritykset tarjoavat esimerkiksi vaihtolavakuljetuksia, loka-autopalveluita, puutavarakuljetuksia sekä betoni- ja maakuljetuksia. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 19.)

Karttulassa on lihakarja- ja maidontuotantomaatiloja, joilla käy teurasauto ja maidonkeräysauto.

Karttulassa sijaitsee lajitteluasema. Jättekukolla on seitsemän jätteiden keräykseen soveltuvaa biokaasuautoa, jotka liikennöivät pääasiassa Kuopion keskustan alueella. (Jättekukko 2022.)

Pohjois-Savon pelastuslaitoksella on Karttulassa oma paloasema. Pelastuslaitoksella käytetään kuorma-autoja, mutta biokaasulla toimivia paloautoja ei ole vielä Suomessa.

### 10.6 Maatalouskoneet Karttulassa

Maatalouskoneita käyttävät Karttulassa muun muassa maatilat, koneurakointi-, metsäalan- sekä maanrakennusalan yritykset. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 3.)



Maatalouskoneilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä lähinnä traktoreita, puimureita ja metsäkoneita.

### 10.7 Tankkausaseman sijainti yleisellä tasolla

Karttulassa sijaitsee kaksi huoltoasemaa, joilta saa 95 ja 98 bensiiniä, dieseliä sekä moottoripolttoöljyä. Näiltä huoltoasemilta ei saa tankattua tällä hetkellä biometaanina. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 5.)

Tämän opinnäytetyön aiemmissa luvuissa on esitelty vaihtoehtoja tankkausasemaksi, kuten kaasukontti, Metener Oy:n kotitankkauslaite sekä tankkausasema, jossa kaasua voitaisiin toimittaa putkella tai paineistetuissa pulloissa.

Tankkausaseman sijaintia kannattaa pohtia liikennemäärien perusteella. Alla olevassa kuvassa (kuva 22) on esitetty punaisella vaihtoehtoja tankkausasemalle. Liikennettä on eniten kuvassa punaisella esitetyissä paikoissa (kuva 17) eli Karttulan keskustassa sekä Sinisen tien/Karttulantien varrella. Myös Itä-Karttulan suuntaan vievä Lamperilantie on yksi vaihtoehto.

Tankkausaseman sijaintia pitää pohtia myös alueen yritysten kannalta. Potentiaaliset raskaan liikenteen ajoneuvot, kuten teurasauto, maitoauto sekä jäteauto ajavat vakioiteitä eivätkä poikkeahelposti reitiltään, jos tankkausasema sijoitetaan väärään kohti.

SavoGrow selvitti Biokaasulla liikkeelle -hankkeessa, että yksi raskaan liikenteen ajoneuvo kuluttaa yhtä paljon energiaa kuin 75 henkilöautoa. Jos biokaasun tankkausaseman käyttäjät olisivat pelkääneet henkilöautoja, asemalle tarvittaisiin tankkaamaan noin 1 500–2 000 kaasuhenkilöautoa. (Biokaasulla liikkeelle -hanke; SavoGrow Oy 2021.)



KUVA 17. Tankkausaseman sijainti liikennemäärien perusteella (Ryynänen, muokattu lähteestä Väylävirasto 2022)

## 11 TULOKSET

Opinnäytetyötä varten suoritettiin haastattelututkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää Karttulan alueen yritysten mielenkiintoa biometaania kohtaan. Haastattelututkimus toteutettiin puhelinhaastatteluna keväällä 2022.

Yrityksille esitettiin seuraavat kysymykset:

1. Onko teillä tällä hetkellä biometaanilla toimivia autoja tai työkoneita?
2. Onko teillä kiinnostusta hankkia biometaanilla toimivia autoja tai työkoneita tai muuttaa olemassa olevia autoja tai työkoneita toimimaan biometaanilla?
3. Missäpäin Karttulaa olisi paras sijainti biometaanin tankkausasemalle?
4. Paljonko olisitte valmiita maksamaan biometaanitoimisesta autosta tai työkoneesta tai auton muuttamisesta biometaanitoimiseksi?

Haastattelututkimuksessa oli mukana Kuopion kaupungin yritysasiainmies ja 26 yritystä.

### 11.1 Kuopion kaupungin yritysasiainmies

Kuopiossa on viisi yritysasiainmiestä. Yritysasiainmieheltä saa neuvoja elinkeinopalveluihin liittyvissä kysymyksissä, lisäksi hän toimii yhdyshenkilönä yritysten ja kaupungin välillä. (Business Kuopio 2022.)

Haastattelututkimus aloitettiin soittamalla Kuopion kaupungin yritysasiainmiehelle. Tarkoituksena oli saada kokonaiskuva alueella toimivista yrityksistä, jotka voisivat hyödyntää biometaania.

Potentiaalisia biometaanin käyttäjiä voisivat olla tavaraliikenne, rahtiliikenne, raskas liikenne, puutavarakuljetukset ja maatalousyrittäjät. Keskustelun perusteella nousi esille, että biometaanin tuotanto voisi olla kannattavaa lähinnä tilakohtaiseen sähkön ja lämmöntuotantoon. Haastattelun perusteella potentiaaliset käyttäjät löytyvät Karttulan alueen palveluoppaasta, jota on käytetty myös tämän opinnäytetyön lähteenä. (Ryynänen 2022.)

### 11.2 Taksirytykset

Karttulassa on seitsemän taksirytystä. Yritykset tarjoavat taksipalveluita, invataksia, tilataksia, monitoimitaksia, paarikuljetusta sekä koulukuljetuksia. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 18–19.)

Haastattelututkimukseen saatiin vastauksia neljältä taksirytyttäjältä. Lisäksi selvisi, että kaksi yritystä on lopettanut taksitoiminnan.

Ensimmäisenä taksirytyksiltä kysyttiin, onko yrityksellä tällä hetkellä biometaanilla toimivaa autoa. Kaikki yrittäjät vastasivat, että heillä ei ole tällä hetkellä biometaaniautoja.

Toisena kysymyksenä taksirytyttäjiltä kysyttiin kiinnostuksesta hankkia biometaaniautoa. Kaksi yrittäjää ei ollut kiinnostunut hankkimaan biometaaniautoa tai muuttamaan olemassa olevaa autoa toimimaan biometaanilla, mutta toiset kaksi taas olivat.

Kolmantena kysymyksenä kysyttiin paras sijaintia biometaanin tankkausasemalle. Tankkausaseman sijainniksi ehdotettiin keskustaa, Syvänniemeä sekä Suonenjoentien ja Sinisentien risteystä.

Viimeisenä kysymyksen tavoitteena oli selvittää, paljonko yrittäjät ovat valmiita maksamaan biometaaniantausta. Hinnasta kysyttäessä yksi yrittäjä oli valmis maksamaan auton muutoksesta biometaanitoimiseksi 1 000 euroa, toinen 1 500 euroa, kolmas nykyisen hinnan eli 2 000–4 000 euroa ja neljäs ei ottanut suoraan kantaa hintaan vaan biometaanianton hankintaan vaikuttaa, onko auto luotettava, onko se edullinen ja paljonko rahoituserän määrä on kuukaudessa. (Ryynänen 2022.)

### 11.3 Kuljetusyrietykset

Karttulassa toimii seitsemän kuljetusyrietystä. Niiden toimialaa on vaihtolavakuljetukset, loka-auto, puutavarakuljetukset, betoni- ja maakuljetukset ja kuljetuspalvelut yleisesti. (Kuopion kaupungin yrietysojpalvelu 2020, 19.)

Myös Karttulan kuljetusyrietyksiltä kysyttiin samat kysymykset. Vastauksia saatiin kuudelta kuljetusyrietykseltä. Selvisi, että Karttulassa on tällä hetkellä yhdellä yrietyksellä kaksi LNG-rekkaa.

Ensimmäisenä kuljetusyrietyksiltä kysyttiin, onko heillä tällä hetkellä biometaaniantoja tai työkoneita. Biometaaniantoja tai työkoneita ei ollut millään yrietyksellä. Yhdellä yrietyksellä on kaksi kaasutoimista täysperävaunuyhdistelmää, mutta niihin tankataan nesteytettyä maakaasua.

Toisena kysymyksenä kysyttiin yrietyksen kiinnostusta hankkia biometaaniantoja tai työkoneita. Yksi yrietyksellä oli kiinnostunut hankkimaan biometaanianton tai työkoneen tulevaisuudessa, mutta muut eivät olleet.

Kolmantena kysymyksenä kysyttiin tankkausaseman sijaintia Karttulassa. Sijainniksi ehdotettiin Teboilaa, keskustaa ja Syvänniemeä.

Viimeisenä kysyttiin hintaa, jonka yrietyksellä olisivat valmiita maksamaan biometaaniantausta tai työkoneesta tai auton muuttamisesta biometaanitoimiseksi. Yksi voisi maksaa 1 000 euroa, yksi yrietyksellä ei ollut valmis maksamaan nykyisiä hintoja eli enemmän kuin dieseltoimisesta kalustosta, yksi ei yhtään koska kuljetusalalla menee huonosti, yksi samaa hintaluokkaa kuin dieselautosta ja yksi ei yhtään, mutta voisi harkita etanolilla toimivia autoja, mutta ei biometaanilla toimivia. (Ryynänen 2022.)

### 11.4 Maanrakennusyrietykset

Karttulassa on yhdeksän maanrakennusalan yrietystä, lisäksi yksi yrietyksellä vuokraa minikaivuria. Yksi yrietyksellä oli lopettanut yrietysoiminnan. Yrietykset tekevät maanrakennustöitä, maansiirtotöitä, koneurakointia, kiviainesmyyntiä, rauniokiven ja kallion murskausta, kaivinkoneurakointia ja sorakuljetuksia. (Kuopion kaupungin yrietysojpalvelu 2020, 14–15.)

Vastauksia saatiin seitsemältä maanrakennusyrietykseltä. Yksi yrietyksellä oli lopettanut yrietysoiminnan tähän talveen.

Ensimmäisenä maanrakennusyrietyksiltä kysyttiin, onko heillä tällä hetkellä biometaaniantoja tai työkoneita. Millään yrietyksellä ei ollut tällä hetkellä biometaanitoimista autoa tai työkoneita.

Toisena kysymyksenä maanrakennusyrietyksiltä kysyttiin kiinnostusta hankkia biometaanianto tai työkone. Yksi yrietyksellä oli kiinnostunut hankkimaan biometaanitraktorin, mutta muut yrietykset eivät olleet. Perusteluina oli muun muassa entisen kaluston ajaminen loppuun, tulevaisuuden epävarmuus sekä

eläkeiän lähestyminen. Yksi yrittäjä voisi harkita biometaanitraktoria, jos niitä pääsisi koeajamaan ja näkisi miten ne toimivat käytännössä, se vaatisi kuitenkin paljon edullisemman hinnoittelun kuin nykyisin.

Kolmantena kysymyksenä kysyttiin tankkausaseman sijaintia. Kaikki muut yrittäjät ehdottivat Karttulan keskustaa, mutta yksi yrittäjä ehdotti siirrettävää ratkaisua, jossa kaasusäiliöt olisivat vaihtolavan päällä.

Kaksi yrittäjää ei osannut ottaa hintaan kantaa, yksi yrittäjä voisi maksaa saman verran kuin dieseltoimisesta ja loput vähemmän kuin dieseltoimisesta. Yksi yrittäjä pohti, tuleeko vääntöpuoleessa ongelmia, lisäksi uusien työkoneiden hinta on hänestä tällä hetkellä järjetön. Yksi yrittäjä voisi maksaa yhtä paljon mitä uusi Volvon kuorma-auto maksaa, jos biokaasun hinta on halvempi. (Ryynänen 2022.)

### 11.5 Traktoriurakointi

Karttulassa on yhdeksän traktoriurakointiyritystä. Yritykset tekevät traktoriurakointia, kiinteistönhoitoa, lumitöitä, maanrakennustöitä, kaivinkonetöitä ja lanausta. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 15.)

Vastauksia saatiin neljältä traktoriurakointiyritykseltä. Ensimmäiseen kysymykseen kaikki yrittäjät vastasivat, että heillä ei ole tällä hetkellä biometaaniautoja tai työkoneita.

Toisena kysymyksenä kysyttiin kiinnostusta hankkia biometaaniauto tai työkone. Kolme yrittäjää vastasi, että heillä ei ole suunnitelmassa hankkia biometaanilla toimivia autoja tai työkoneita, mutta yksi yrittäjä vastasi, että biometaaniauton tai työkoneen hankinta on ollut mietinnässä. Yksi kielteisesti vastannut yrittäjä pohti, että biometaaniiin ei voi vaihtaa vaikka haluaisi, koska polttoaineen hinta ja kulut ovat nousussa, mutta maatalouden tuottajahinnat eivät.

Hinnasta kysyttäessä kaksi yrittäjää olisi valmis maksamaan yhtä paljon kuin dieselautosta tai työkoneesta ja toiset kaksi vähemmän kuin dieselautosta tai työkoneesta. Yksi yrittäjä vastasi, että biometaanilla toimiva auto tai työkone ei saisi maksaa enemmän kuin fossiilinen vaihtoehto eli sen on oltava halvempi. Häntä myös epäilytti varaosien saatavuus, huolto, luotettavuus ja korjauskustannukset, koska maatilalla olleessa uudessa traktorissa oli ollut ongelmia.

Viimeisenä kysyttiin tankkausaseman sijaintia Karttulassa. Kolme yrittäjää ehdotti Karttulan keskustaa, mutta yksi yrittäjä ei halunnut tankkausasemaa keskustaan, koska sinne menee tunti ajaa traktorilla. (Ryynänen 2022.)

### 11.6 Metsäala

Karttulassa toimii kuusi metsäalan yritystä. Näistä varsinaisia metsäkoneurakointiyrityksiä on kolme, lisäksi yksi yrittäjä toimii metsurina ilman työkoneita. Kaksi muuta yritystä ovat keskittyneet metsänhoitoon, puun ostoon ja korjuuseen. (Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020, 12.)

Karttulan metsäalan yrityksiltä kysyttiin samat kysymykset. Vastauksia saatiin kahdelta yritykseltä.



Ensimmäisenä kysyttiin, onko metsäalan yrityksillä tällä hetkellä biometaaniautoja tai työkoneita. Kummallaan yrityksellä ei ollut biometaaniautoja tai työkoneita.

Toisena kysymyksenä kysyttiin, onko heillä suunnitelmissa hankkia biometaaniautoja tai työkoneita. Kumpikaan yritys ei ollut suunnitellut hankintaa ainakaan tällä hetkellä.

Kolmantena kysyttiin hintaa, jonka yritykset ovat valmiita maksamaan biometaaniautosta tai työkoneesta. Toinen yrittäjä oli valmis maksamaan saman hinnan kuin dieselkäyttöisistä laitteista, toinen yrittäjä ei ostaisi ainakaan kalliimpaa laitetta kuin dieselkäyttöinen koska urakoissa on tiukat hinnat ja taksat on vedetty tiukalle.

Viimeinen kysymys koski tankkausaseman sijaintia. Molemmat yrittäjät ehdottivat Karttulan keskustaa. (Ryynänen 2022.)

### 11.7 Jätehuolto

Karttulan jätehuollosta vastaa kuopiolainen jätehuoltoyritys, mutta jätekeräyksiä ajaa yhteistyöyritys. Alkuvuodesta 2020 yhteistyöyritys aloitti kotitalousjätteiden kuljetuksen ja tyhjennyksen kuudella Scanian biokaasuautolla, tällä hetkellä autoja on seitsemän. Molemmista yrityksistä tavoitettiin edustaja.

Haastattelussa selvisi, että autot liikennöivät pelkästään Kuopion keskustan alueella, lähinnä välillä Petonen-Päiväranta. Ne tankataan Gasumin Pienen Neulamäen yritysalueella sijaitsevalla tankkausasemalla.

Karttulan jätehuolto hoidetaan siis toistaiseksi ilman biokaasua. Autot lähtevät Kuopiosta. Karttulan sijaitsevalla lajitteluasemalla on lähinnä henkilöautoliikennettä, kun ihmiset tuovat tavaraa. Astioiden tyhjennys on kuorma-autoilla noin parin viikon tai kuukauden välein. (Ryynänen 2022.)

## 12 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Biokaasulla liikkeelle- ja BioPOTTI -hankkeissa on tutkittu maatilamittakaavan biokaasulaitosten kannattavuutta Pohjois-Savon alueella sekä biometaanin kysyntää eri kunnissa. Opinnäytetyö liittyi BioPOTTI -hankkeeseen ja sen tavoitteena oli tehdä biometaanin kysyntäkartoitus Karttulaan. Tavoite toteutui ja lopputulemana saatiin kysyntäkartoituksen tulokset liikenteessä.

Haastattelututkimusta varten haastateltiin Kuopion kaupungin yritysasiamiestä ja 26 yritystä. Haastattelututkimuksessa Karttulasta ei löytynyt biometaaniautoja- tai työkoneita. Yhdellä yrittäjällä on kaksi kaasutoimista täysperävaunuyhdistelmää, mutta niihin tankataan nesteytettyä maakaasua. Moni yrittäjä ilmaisi kiinnostuksensa biometaania kohtaan, vaikka heillä ei ollut tällä hetkellä biometaaniautoja tai työkoneita.

Karttulassa ei ole suurta teollista käyttäjää, joka voisi hyödyntää biometaania yritystoiminnassaan. Alueella on kuitenkin paljon pieniä yrityksiä, joilla on erilaista raskasta kalustoa ja työkoneita, jotka voisivat hyödyntää biometaania tulevaisuudessa. Opinnäytetyön haastattelututkimuksen perusteella biometaanin tankkausasema tulisi sijoittaa lähelle Karttulan keskustaa, jossa ovat myös suurimmat liikennemäärät. Tällä hetkellä Karttulaan ei ole suunnitteilla biokaasuinvestointeja minkään yrityksen toimesta eli biometaanin tankkausaseman tuleminen on alueen mautilojen varassa.

Haastattelun perusteella biometaaniautoista tai työkoneista ei olla valmiita maksamaan enempää kuin vastaavista dieselversioneista. Myöskään biokaasu ei saisi olla kalliimpaa kuin bensa tai diesel. Biometaaniautojen tai työkoneiden pitäisi olla siis selvästi halvempia tai nykyisten autojen sekä työkoneiden muuttaminen biometaanitoimiksi pitäisi olla suhteellisen edullista, että yrittäjät siirtyisivät käyttämään niitä.

Biometaanin tankkausaseman sijainniksi usea yrittäjä ehdotti Karttulan keskustaa. Keskustassa on tällä hetkellä kaksi huoltoasemaa, josta saa 95 ja 98 bensiiniä, dieseliä sekä polttoöljyä, mutta ei biometaania. Liikennemäärien perusteella keskusta olisi hyvä valinta tankkausasemalle. Muutama yrittäjästä ehdotti tankkausaseman sijainniksi myös Syväniemeä, koska heidän toimintansa on painottunut enemmän sinne suuntaan ja esimerkiksi traktorilla tankkaamassa käyminen veisi niin pitkään, jos tankkausasema sijaitsisi keskustassa.

Tällä hetkellä alueen traktoreissa ja metsäkoneissa käytetään polttoöljyä. Biometaaniautoihin ja traktoreihin siirtymistä hidastavat tankkausaseman puute sekä taloudelliset rajoitteet, koska monella yrittäjällä on jo kalliita laitteita eikä lisäinvestointeja haluta tai ole varaa tehdä.

Karttulan alueen biometaanin kysyntä muodostuu henkilöauto-, taksi-, linja-auto-, koneurakointi-, jätekuljetus- ja raskaasta liikenteestä. Kysyntä on keskittynyt Karttulan keskustaan ja sen läheisille seututeille, erityisesti Karttulantielle/Siniselle tielle. Alueella on paljon työmatkaliikennettä Kuopion sekä Tervon suuntaan ja toisinpäin.

Biometaanin kysyntää alueella voidaan parantaa edellyttämällä biokaasuautoja, kun kaupunkiliikennettä, koulukyytejä ja jätehuoltoa kilpailutetaan. Lisäksi alueelle pitää saada oma biometaanin tankkausasema sekä alueen käyttäjät siirtymään biometaanin käyttäjiksi lisäämällä tiedotusta biokaasuautojen hyödyistä. Kaasun hinnan on oltava halpaa suhteessa bensiiniin, dieseliin ja polttoöljyyn,

jotta käyttäjät siirtyvät käyttämään sitä. Potentiaalisimpia käyttäjiä ovat vakioreittejä ajavat raskaan liikenteen autot, kuten teurasauto, maidonkeräysauto, sekä jäteauto.

Sähköautot ovat korostuneet julkisessa keskustelussa ja biokaasuautot ovat jääneet vähemmälle huomiolle, varsinkin puhuttaessa henkilöautoista. Fossiilisille polttoaineille tarvitaan kuitenkin korvaavia vaihtoehtoja ja tähän biometaani on loistava vaihtoehto. Maatilamittakaavan biokaasulaitokset voivat olla ratkaisu, kun kehitetään biometaanin tankkausasemaverkostoa myös syrjäseuduilla.

Opinnäytetyö on laadittu noudattaen tutkimus- ja ammattieettisiä periaatteita. Opinnäytetyön lähteet on merkitty asiayhteyteen ja ne löytyvät lähdeluettelosta. Opinnäytetyötä varten suoritettiin haastattelututkimus, joka toteutettiin puhelinhaastatteluna. Puhelinhaastattelu valikoitui käytettäväksi tutkimusmenetelmäksi, koska puhelinnumero oli monesti nimen lisäksi ainoa saatavilla oleva yhteystieto, lisäksi vastaukset saatiin välittömästi puhelun aikana. Haastattelututkimus on toteutettu täysin anonyyminä.

## 13 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui biometaanin kysyntäkartoitus Karttulassa. Lopputuloksena muodostui kysyntäkartoituksen tulokset liikenteessä. Opinnäytetyö liittyy BioPOTTI -hankkeeseen, jossa selvitetään valitun kohdealueen biomassat ja niistä saatava biometaanipotentiaali. Opinnäytetyöstä voi tehdä johtopäätöksiä Karttulan alueen biometaanin kysynnästä ja markkinapotentiaalista. Alueella on paljon potentiaalisia yrityksiä, jotka voisivat hyödyntää biometaanitulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä tavoitettiin suurin osa Karttulan alueen taksi-, kuljetus-, maanrakennus, traktoriurakointi- ja metsäalan yrityksistä eli niistä yrityksistä, jolla olisi voinut olla tai on tulevaisuudessa harkinnassa biometaaniauto tai työkone. Suurin osa yrittäjistä oli halukkaita vastamaan puhelinhaastattelun kysymyksiin eli tässä onnistuttiin hyvin ja vastausprosentti nousi korkeaksi. Jatkotutkimuksia ajatellen kysyntäkartoitusta voidaan edelleen laajentaa toteuttamalla esimerkiksi internetissä oleva kysely, jossa kysymyksiä on laajemmin sekä laajemmalta vastaajajoukolta kuten yksityisautoilijoilta.

Haastattelututkimuksen lopputuloksena tultiin siihen tulokseen, että Karttulassa ei ole tällä hetkellä biometaaniautoja tai työkoneita, mutta tulevaisuudessa niitä voisi olla, kun autot ja työkoneet yleistyvät ja tankkausverkosto paranee. Tuloksia voidaan pitää luotettavana, koska haastattelututkimuksessa tavoitettiin suurin osa Karttulan alueen kuljetus- ja koneurakointiyrityksistä eli niistä, joilla olisi voinut olla biometaaniautoja tai työkoneita.

Kuopion Pienen Neulamäen yritysalueella sijaitsee tällä hetkellä Karttulan lähin biometaanin tankkausasema. Osaltaan se voi syödä kysyntää, mutta myös parantaa, jos Karttulaan saadaan tulevaisuudessa oma biometaanin tankkausasema. Tällöin ihmiset näkevät, että biometaaniautolla pystyy liikennöimään myös suurempien teiden ulkopuolelle ilman pelkoa siitä, että polttoaine loppuu.

Helpoin tapa hyödyntää biokaasua maatilalla on käyttää sitä sähkön ja lämmön tuotantoon sekä tilan omiin biokaasuautoihin ja työkoneisiin. Haasteena on löytää markkinat biometaanille, jos sitä myydään ulos. Suurin osa ihmisistä on valmis siirtymään biometaaniiin vain, jos se on kannattavaa. Biometaanin hinta on oltava tarpeeksi alhainen ja biometaaniautojen ja työkoneiden saman hintaisia tai jopa halvempia kuin nykyisin käytössä olevien. Biometaaniautoja ja työkoneita tulisi olla myös saatavilla aivan tavallisissa autokaupoissa ja työkoneita myyvissä liikkeissä sekä tankkausasemaverkoston tulisi laajentua nykyisestään. Valtion puolelta kannattavuutta voidaan parantaa jakeluvuorituksen nostolla ja sekä erilaisilla investointituilla.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja se kehitti ammatillista osaamista varsinkin biokaasun ja biometaanin osalta. Haastattelututkimuksen teko oli opettavainen kokemus, koska siinä piti olla yhteydessä niin moneen yritykseen ja tästä taidosta on varmasti hyötyä myös työelämässä.

## LÄHTEET

Bisnes, työ & ura 2021. Kohti fossiilitonta maataloutta. Verkkojulkaisu. [https://issuu.com/oodiamedia/docs/bisnes2\\_2021](https://issuu.com/oodiamedia/docs/bisnes2_2021). Viitattu 28.2.2022.

Biokierto 2021. Biokaasulaitokset kartalla. Verkkojulkaisu. <https://biokierto.fi/>. Viitattu 2.3.2022.

Biokaasulla liikkeelle -hanke, SavoGrow Oy 2021. Biokaasulla liikkeelle selvityshankkeen loppuraportti. Verkkojulkaisu. <https://www.savogrow.fi/2021/12/21/biokaasuselvityksen-loppuraportti-julkaistu/>. Viitattu 11.3.2022.

Business Finland 2020. AGCO Power: Tutkimushanke tuo biometaanin työkoneisiin, vähentää päästöjä ja luo uusia vientimahdollisuuksia. Verkkojulkaisu. <https://www.businessfinland.fi/ajankoh-taista/caset/2020/agco-powerin-onnistunut-tutkimushanke-tuo-biometaanin-tyokoneisiin-vahentaa-paastoja-ja-luo-uusia-vientimahdollisuuksia>. Viitattu 2.4.2022.

Business Kuopio 2022. Yhteystiedot. Verkkojulkaisu. <https://www.businesskuopio.fi/yhteystiedot/>. Viitattu 7.4.2022.

Biokaasulla liikkeelle -hanke, SavoGrow Oy 2021. SavoGrow – Kysyntäkartoitus ja liiketoimintamalli. Pdf-tiedosto. <https://www.savogrow.fi/wp-content/uploads/2021/09/SavoGrow-Kysyntakartoitus-ja-liiketoimintamalli-julkinen-v1.pdf>. Viitattu 17.4.2022.

Bioson 2022. Juvan Bioson Oy:n biokaasulaitos. Verkkojulkaisu. <https://www.bioson.fi/>. Viitattu 20.4.2022.

6Aika CircVol -hanke 2020. Biokaasua! -käsikirja. Pdf-tiedosto. [https://circvol.fi/wp-content/uploads/2020/05/Biokaasua\\_k%C3%A4sikirja.pdf](https://circvol.fi/wp-content/uploads/2020/05/Biokaasua_k%C3%A4sikirja.pdf). Viitattu 21.3.2022.

Demeca 2022. Biokaasu – Demeca maatilan biokaasulaitos. Verkkojulkaisu. <https://demeca.fi/biokaasu/>. Viitattu 20.4.2022.

Energiavirasto 2022. Jakeluvaihte. Verkkojulkaisu. <https://energiavirasto.fi/jakeluvaihte>. Viitattu 11.3.2022.

Energiavirasto 2021. Jakeluvaihte -webinaari. Pdf-tiedosto. [https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766786/Jv\\_webinaari\\_15\\_9\\_2021\\_esitykset.pdf/2cf1f1df-2314-cffb-e265-6003f6ecb6dc/Jv\\_webinaari\\_15\\_9\\_2021\\_esitykset.pdf?t=1632734649384](https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766786/Jv_webinaari_15_9_2021_esitykset.pdf/2cf1f1df-2314-cffb-e265-6003f6ecb6dc/Jv_webinaari_15_9_2021_esitykset.pdf?t=1632734649384). Viitattu 3.4.2022.

Gasum 2022. Miten biokaasua tuotetaan? Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/miten-biokaasua-tuotetaan/>. Viitattu 24.2.2022

Gasum 2022. Kuopio biokaasulaitos. Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasulaitokset/kuopion-biokaasulaitos/>. Viitattu 2.3.2022.

Gasum 2022. Autokoulussakin voi ajaa vihreästi. Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/Yrityksille/asiakkaat/liikenne/green-drivers/>. Viitattu 21.3.2022.

Gasum 2022. Kaasuautomallit. Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasu-auto/kaasuautomallit/>. Viitattu 24.3.2022.

Gasum 2022. Kaasutankkausasemat. Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaakaasua/tankkausasemat/>. Viitattu 24.3.2022.

Gasum 2019. Lannan hyödyntäminen biokaasun tuotannossa – miten Suomi voisi kiritä naapurimaat

kiinni? Verkkojulkaisu. <https://www.gasum.com/ajassa/tulevaisuuden-energia/2019/lannan-hyodyntaminen-biokaasun-tuotannossa/>. Viitattu 2.4.2022.

Janhunen, Maarit 2022. BioPOTTI-hanke. Yksityinen sähköpostiviesti 26.1.2022. Viestin saaja: Sami Ryyänen.

Janhunen, Maarit 2022. BioPOTTI-hankkeen projektisuunnitelma. Yksityinen sähköpostiviesti 26.1.2022. Viestin saaja: Sami Ryyänen.

Jätekkukko 2022. Jätekkukko 20 vuotta. Verkkojulkaisu. <https://www.jatekkukko.fi/yhtio/jatekkukko-20-vuotta.html>. Viitattu 21.3.2022.

Jäkäläniemi, Jere 2019. Bensiinikäyttöisen henkilöauton muuttaminen biokaasukäyttöiseksi. Opinäytetyö. Konetekniikan tutkinto-ohjelma, Oulun ammattikorkeakoulu. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/267490/Jakalaniemi\\_Jere.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/267490/Jakalaniemi_Jere.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Viitattu 29.3.2022.

Järveläinen Ville 2022. Sähkö vie, kaasu vikisee – näin vähän uusia kaasuautoja rekisteröitiin vuonna 2021. MTV Uutiset. Viitattu 20.4.2022.

Jahotec Oy 2022. Biokaasutus märkämädätyslaitoksella. Pdf-tiedosto. [https://www.oamk.fi/images/Hankkeet/BioKaMa/BioKaMa\\_MP.pdf](https://www.oamk.fi/images/Hankkeet/BioKaMa/BioKaMa_MP.pdf). Viitattu 20.4.2022.

Kuopion Vesi 2022. Jätevedenpuhdistus. Verkkojulkaisu. <https://www.kuopionvesi.fi/tietoa-vesta/jatevedenpuhdistus/>. Viitattu 2.3.2022.

Kuopion seudun joukkoliikenne, Vilkku 2022. Talviaikataulut. Verkkojulkaisu. <https://vilkku.kuopio.fi/76-kuopio-karttula-vesanto>. Viitattu 13.4.2022.

Kuopion kaupungin yrityspalvelu 2020. Karttulan alueen palveluopas 2020. Pdf-tiedosto. [https://karttula.com/wp-content/uploads/2021/03/Palveluhakemisto-2020\\_karttula.pdf](https://karttula.com/wp-content/uploads/2021/03/Palveluhakemisto-2020_karttula.pdf). Viitattu 21.3.2022.

Kuopion kaupunki. Karttula. Verkkojulkaisu. <https://www.kuopio.fi/karttula>. Viitattu 18.4.2022.

Karttula 2022. Etusivu. Verkkojulkaisu. <https://karttula.com/>. Viitattu 21.3.2022.

Karttulan Kissakuusenkoulu 2022. Lukuvuoden 2021–2022 koulukuljetuksista vastaavat liikennöitsijät. Verkkojulkaisu. <https://peda.net/kuopio/p/kissakuusi/huoltajille/koulukuljetukset/l2kvl>. Viitattu 4.4.2022.

Koneviesti 2022. Näin asennetaan Dual-Fuel-laitteisto polttomoottoriin dieseliin rinnalle vanhaan työkoneseen tai traktoriin – laitteistolla mahdollistetaan kaasun käyttö polttoaineena. Verkkojulkaisu. <https://www.koneviesti.fi/rakentaminen-energia/artikkeli-1.1754397>. Viitattu 4.4.2022.

Kaasuautoilijat ry 2022. Kaasuautojen markkinat Suomessa ja Euroopassa. Verkkojulkaisu. <https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/24/kaasuautomarkkinoiden-kehitys/>. Viitattu 20.4.2022.

Luonnonvarakeskus, FarmGas-PS1 2021. Pohjois-Savon maakunnalliset erityispiirteet biokaasun tuotannossa ja ravinteiden kierrätyksessä. Pdf-tiedosto. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547639/luke-luobio\\_45\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547639/luke-luobio_45_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 22.3.2022.

Luonnonvarakeskus 2018. Suomen biokaasualan haasteet ja mahdollisuudet. Pdf-tiedosto. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542787/luke-luobio\\_47\\_2018.pdf](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542787/luke-luobio_47_2018.pdf). Viitattu 22.3.2022.

Luonnonvarakeskus 2022. Biokaasututkimus. Verkkojulkaisu. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/maaninka/tutkimus/biokaasu>. Viitattu 2.4.2022.

- Motiva 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Pdf-tiedosto. [https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf). Viitattu 30.3.2022.
- New Holland Agriculture 2022. T6 Methane Power tractors. Verkkojulkaisu. <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/equipment/products/agricultural-tractors/t6-methane-power>. Viitattu 30.3.2022.
- Maaseudun Tulevaisuus 2021. Kulkevatko traktorit pian biokaasulla? Verkkojulkaisu. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.1587607>. Viitattu 30.3.2022.
- Metener Oy 2022. Kotitankkauslaite. Verkkojulkaisu. <https://www.metener.fi/kotitankkauslaite/>. Viitattu 3.4.2022.
- Metener Oy 2022. Biokaasun jakeluasemat. Verkkojulkaisu. <https://www.metener.fi/maa-ja-biokaasun-jakeluasemat/>. Viitattu 3.4.2022.
- Posti 2020. Postin Rahtipalveluille Suomen suurin biokaasukäyttöinen raskaan liikenteen rekkakalusto – kymmenen uutta biokaasurekkaa käyttöön ympäri Suomea tänä vuonna. Verkkojulkaisu. <https://www.posti.com/media/mediauutiset/2020/postin-rahtipalveluille-suomen-suurin-biokaasukayttoinen-raskaan-liikenteen-rekkakalusto--kymmenen-uutta-biokaasurekkaa-kayttoon-ympari-suomea-tana-vuonna/>. Viitattu 2.4.2022.
- Ryynänen, Sami 2022. Opinnäytetyöntekijä. Haastattelu. 18.4.2022.
- Savonia 2022. Biokaasun tuotannosta apua tilojen kannattavuuteen. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/artikkelit/savonia-artikkeli-biokaasun-tuotannosta-apua-tilojen-kannattavuuteen/>. Viitattu 23.2.2022
- Suomen biokierto ja biokaasu ry. Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030. Pdf-tiedosto. [https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030\\_raportti\\_17062020.pdf](https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf). Viitattu 2.3.2022.
- Suomen Biovoima Oy 2022. Biokaasu. Verkkojulkaisu. <https://biovoima.com/biokaasu>. Viitattu 22.3.2022.
- Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020. Maatilamittakaavan biokaasun tuotanto. Verkkojulkaisu. <https://biokierto.fi/juttusarja-biokaasulaitoksista-maatilamittakaavan-biokaasun-tuotanto/>. Viitattu 22.3.2022.
- Suomen Biovoima Oy 2022. Kaasunsiirtokontit. Verkkojulkaisu. <https://biovoima.com/ratkaisut/kaasunsiirtokontit>. Viitattu 15.4.2022.
- SavoGrow Oy, Envitecpolis. Ajankohtaistietoa biokaasun tuotannon kannattavuudesta ja mahdollisuuksista. Youtubevideo. <https://www.youtube.com/watch?v=biyh6fJuyf4>. Viitattu 17.4.2022.
- Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022. Biokaasun käyttö. Verkkojulkaisu. <https://biokierto.fi/biokaasu/kaytto/>. Viitattu 20.4.2022.
- Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022. Biokaasun verotus muuttuu 1.1.2022 – koskee tuottajia & käyttäjiä. Verkkojulkaisu. <https://biokierto.fi/biokaasun-verotus-muuttuu-1-1-2022-koskee-tuottajia-kayttajia/>. Viitattu 20.4.2022.
- Suomen Biovoima Oy 2022. Kaasunjalostusyksikkö. Verkkojulkaisu. <https://biovoima.com/ratkaisut/kaasunjalostusyksikko>. Viitattu 20.4.2022
- Tukes 2022. Biokaasun turvallisuusohje. Pdf-tiedosto. <https://tukes.fi/teollisuus/maakaasu-ja-biokaasu/biokaasu>. Viitattu 24.2.2022.

Tukes 2022. Suunnitteluohje maa- ja biokaasun tankkausasemille. Suomen biokaasualan haasteet ja mahdollisuudet. Pdf-tiedosto. <https://tukes.fi/documents/5470659/63219859/Suunnitteluohje+maa-kaasun+ja+biokaasun+tankkausasemille.pdf/dd4d13ea-e30d-2183-4c53-ade966f1a73d/Suunnitteluohje+maakaasun+ja+biokaasun+tankkausasemille.pdf?version=1.0&t=1614671129148&download=true>. Viitattu 24.3.2022.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Yksikköpäästötaulukoissa esitettyjen polttoaineiden tunnusluvut 2016. Verkkajulkaisu. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tunnusluvut/tunnusluvuttie.htm>. Viitattu 20.4.2022.

Volkswagen 2022. Kaasuautot. Verkkajulkaisu. <https://www.volkswagen.fi/fi/auton-hankinta/auton-valinta/kaasuautot.html>. Viitattu 30.3.2022.

Volvo Trucks 2019. Suomen ensimmäinen biokaasulla kulkeva Volvo FH LBG 460 maidonkeräysauto Valiolle. Verkkajulkaisu. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2019/feb/lehdistiedote-26022019-valio-volvo-lbg-460.html>. Viitattu 2.4.2022.

Volvo Trucks 2019. Antiokia Oy:n valinta: biokaasua polttoaineena käyttävä Volvo FH460. Verkkajulkaisu. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2019/feb/6-02-2019-antiokia-oy-biokaasua-polttoaineena-kayttava-volvo-fh460.html>. Viitattu 2.4.2022.

Väylävirasto 2020. Liikennemääräkartat. Verkkajulkaisu. <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>. Viitattu 3.4.2022.

Vilkku 2022. Kuopio-Karttula-Vesanto. Verkkajulkaisu. <https://vilkku.kuopio.fi/76-kuopio-karttula-vesanto>. Viitattu 4.4.2022.

Väylävirasto 2022. Liikennemääräkartat. Verkkajulkaisu. <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>. Viitattu 4.4.2022.

Yle 2022. Hallitus linjasi polttoaineiden hintaan alennuksen – Kukaan ei silti tiedä tarkasti, miten ja milloin se näkyy tankkauspaikoilla. Verkkajulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-12395223>. Viitattu 13.4.2022.

Yle uutiset 2022. Haapavedellä Vuorenmaan maatilalla voi tankata kaasua autoon – ensimmäinen maatila Pohjois-Pohjanmaalla, joka perusti jakelupisteen. Verkkajulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-11842042>. Viitattu 16.4.2022.



## KUVALÄHTEET

KUVA 1. BioPOTTI -hanke 2022. BioPOTTI -hankkeen toteutusalue. Valokuva. Yksityinen sähköpostiviesti. Viitattu 6.4.2022

KUVA 2. Biokaasun muodostumisen neljä vaihetta. Valokuva. [https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf). Viitattu 18.4.2022

KUVA 3. Motiva 2013. Kuivamädätyksen periaate. Valokuva. [https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun\\_tuotanto\\_maatilalla.pdf](https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf). Viitattu 18.4.2022.

KUVA 4. Volkswagen 2022. Volkswagen Golf TGI. Valokuva. <https://www.volkswagen.fi/auton-hankinta/auton-valinta/kaasuautot.html>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 5. Terra Gas 2022. Autoon asennettavan muutossarjan osat. Valokuva. <https://terra-gas.fi/asennukset/>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 6. Volvo Trucks 2019. Volvo FH LBG 460 maidonkeräysauto. Valokuva. <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2019/feb/lehdistiedote-26022019-valio-volvo-lbg-460.html>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 7. New Holland Agriculture 2022. New Holland T6 Methane Power traktori. Valokuva. <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/equipment/products/agricultural-tractors/t6-methane-power>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 8. Business Finland 2020. AGCO Powerin biometaanimoottori VTT:n laboratoriotestissä. Valokuva. <https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/caset/2020/agco-powerin-onnistunut-tutkimus-hanke-tuo-biometaanin-tyokoneisiin-vahentaa-paastoja-ja-luo-uusia-vientimahdollisuuksia>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 9. Koneviesti 2022. Valtraan asennettu kaasusäiliö ja tankkausyhde. Valokuva. <https://www.koneviesti.fi/rakentaminen-energia/artikkeli-1.1754397>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 10. BioPOTTI -hanke 2022. Lantojen ja biomassojen ympäristöystävällinen hyödyntäminen maatiloilla. Valokuva. Yksityinen sähköpostiviesti. Viitattu 6.4.2022

Kuva 11. Suomen Biovoima Oy. UMOE-kaasunsiirtokontti. Valokuva. <https://biovoima.com/ratkaisut/kaasunsiirtokontit>. Viitattu 18.4.2022

KUVA 12. Metener 2022. Metener Oy:n kotitankkauslaite. Valokuva. <https://www.metener.fi/kotitankkauslaite/>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 13. Metener 2022. Metener Oy:n tankkausasema. Valokuva. <https://www.metener.fi/maa-ja-biokaasun-jakeluasemat/>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 14. Tukes 2022. Kaasuputken asentaminen, suojaaminen ja merkitseminen. Valokuva. <https://www.kaasuyhdistys.fi/julkaisut/biokaasun-turvallisuusohje/>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 15. Maanmittauslaitos 2022. Karttula ja Kuopio kartalla esitettynä. Valokuva. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 16. Väylävirasto 2022. Karttulan liikennemääräkartta. Valokuva. <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>. Viitattu 6.4.2022

KUVA 17. Rynnänen Sami, muokattu lähteestä Väylävirasto 2022. Karttulan liikennemääräkartta. Valokuva. <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>. Viitattu 6.4.2022