



BIOKAASUN NYKYTILASELVITYS JA TULEVAISUUS ETELÄ-SAVOSSA

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Ympäristötekniikan diplomityö

2022

Alexi Kivilahti

Tarkastajat: Apulaisprofessori TkT (Tech.) Ville Uusitalo

Professori Tapio Ranta

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Energiajärjestelmät

Ympäristötekniikka

Aleksi Kivilahti

Biokaasun nykytilaselvitys ja tulevaisuus Etelä-Savossa

Ympäristötekniikan diplomityö

2022

69 sivua, 4 kuvaa, 5 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastajat: Apulaisprofessori TkT (Tech.) Ville Uusitalo ja Professori Tapio Ranta

Avainsanat: Biokaasu, Biometaani, Etelä-Savo

Tämä diplomityö on tutkimus biokaasun tuottamisen ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta Etelä-Savossa. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on arvioida biokaasutoimialaa koskevan ohjelmatyön merkitystä sekä tehdä arvio syötteiden ja biokaasutuotannon lopputuotteiden käytöstä Etelä-Savossa.

Tutkimuksen empiirinen aineisto koostettiin kirjallisuuskatsauksesta ja teemahaastatteluista. Etelä-Savon biokaasun tuottamisen ja käytön ymmärtämiseksi analysoitiin kirjallisuutta, kuten biokaasujalostamoiden vuosiraportteja ja julkaisuja kuntien ja energiayhtiöiden verkkosivuilta. Aiheeseen syventymisen ja tarkemman tiedon hankkimiseksi tehtiin neljälle alueen keskeiselle toimijalle ja kahdelle biokaasun tuotannon tai kaasuliikenteen asiantuntijalle teemahaastattelut.

Tulokset osoittavat, että biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa on 1 675 000 kg biometaania vuodessa sekä 1100 MWh sähköä ja 1450 MWh lämpöä vuodessa. Biometaani käytetään liikennekäytössä kaasun tankkausasemilla ja tuotettu sähkö ja lämpö Turakkalan Puutarhalla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella. Tulevaisuusarviosta riippuen biokaasun tuotanto joko kasvaa hieman tai jopa nelinkertaistuu vuoteen 2030 mennessä.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT School of Energy Systems

Environmental Technology

Aleksi Kivilahti

The current state and the future of biogas in South-Savo

Environmental Technology Master's thesis

2022

69 pages, 4 figures, 5 tables and 1 appendix

Examiners: Associate professor D. Sc. (Tech.) Ville Uusitalo and Professor Tapio Ranta

Keywords: Biogas, Biomethane, South-Savo

This thesis is a study of the current state and the future of biogas production and use in South-Savo. In addition, the aim of the study is to assess the significance of the regulation in the biogas industry and to assess the use of feedstocks and end products of biogas production in South-Savo.

The empirical material of the study was compiled from a literature review and theme interviews. To understand the production and use of biogas in South-Savo, literature was analyzed, such as the annual reports of biogas refineries and publications on the websites of municipalities and energy companies. In order to gain in-depth knowledge and more detailed information, theme interviews were conducted with four key operators in the region and two experts in biogas production or gas transport.

The results show that the current state of biogas production in South-Savo is 1,675,000 kg of biomethane per year, 1,100 MWh of electricity per year and 1,450 MWh of heat per year. Biomethane is used at gas stations and the electricity and heat at Turakkala Garden and in the area of Metsäsairila and BioSairila. Depending on the future estimate, biogas production will either increase slightly or even quadruple by 2030.

KIITOKSET

Haluan kiittää tarkastajia tuesta diplomityön tekemisessä ja LUT-yliopistoa mahdollisuudesta näin mielenkiintoiseen aiheeseen. Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni tuesta tässä projektissa ja muutenkin elämässä.

Opiskeluvuodet LUT-yliopistossa ovat opettaneet minulle paljon ja tiedän voivani hyödyntää oppimiani taitoja tulevalla urallani. Kiitos kaikille opettajilleni ja opiskelukavereilleni monista hyvistä kokemuksista, ryhmätöistä ja jaetuista etäluennoista.

Kaikki hyvä loppuu aikanaan, myös tämä diplomityön tekeminen ja opiskelu LUT-yliopistossa. Nyt siirryn innoissani kohti seuraavia haasteita ja katson mitä elämä tuo tullessaan!

Helsingissä, 5 toukokuuta 2022

Aleksi Kivilahti

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

1.	Johdanto.....	7
1.1.	Työn tausta.....	7
1.2.	Tutkimuksen tavoite, rajaukset ja tutkimuskysymykset.....	8
1.3.	Tutkimuksen rakenne ja tutkimusmenetelmät	8
2.	Biokaasu	9
2.1.	Biokaasun tuotantomenetelmät	10
2.1.1.	Anaerobinen mädätys.....	10
2.1.2.	Kaatopaikoilta kerättävä biokaasu	12
2.1.3.	Muut biokaasun tuotantomenetelmät	13
2.2.	Biokaasun syötteet ja lopputuotteet	14
2.3.	Biokaasun jalostus biometaaniksi	15
2.4.	Biokaasu Suomessa.....	16
3.	Biokaasutoimialaa koskeva ohjelmatyö	18
3.1.	Biokaasuohjelma.....	18
3.2.	Fossiilittoman liikenteen tiekartta.....	19
3.3.	Jakeluvelvoite	19
3.4.	Uusiutuvan energian RED II -direktiivi	20
3.5.	Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka	21
3.6.	Euroopan vihreän kehityksen ohjelma	22
3.7.	Euroopan metaanistrategia.....	22
4.	Tutkimusmetodologia.....	23
4.1.	Kirjallisuuskatsaus	24
4.2.	Haastattelut	25

4.3.	Luotettavuus ja validiteetti	26
5.	Biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila sekä tulevaisuus Etelä-Savossa	28
5.1.	Etelä-Savon alue	28
5.2.	Kirjallisuuskatsaus biokaasun tuottamisen ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta Etelä-Savossa	30
5.3.	Laadullinen tutkimus biokaasun tuottamisen ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta Etelä-Savossa	35
5.3.1.	Biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa	36
5.3.2.	Biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa	40
5.4.	Tulevaisuusarviot biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa	46
5.4.1.	Tulevaisuusarvio 1 vuodelle 2030	46
5.4.2.	Tulevaisuusarvio 2 vuodelle 2030	48
6.	Johtopäätökset	54
7.	Yhteenveto	57
7.1.	Työn rajoitukset ja mahdolliset tulevaisuuden tutkimusaiheet	58
	Lähteet	60

Liitteet

Liite 1. Teemahaastattelun runko

1. Johdanto

Tämän diplomityön tarkoitus on tehdä nykytilaselvitys ja tulevaisuusarvio biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa. Tutkimuksessa tehdään kirjallisuuskatsaus ja Etelä-Savon alueen toimijahaastattelu, joiden perusteella saadaan käsitys biokaasun nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä. Toimijahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella myös arvioidaan biokaasutoimialaa koskevan ohjelmatyön merkitystä sekä tehdään arvio syötteiden ja biokaasutuotannon lopputuotteiden käytöstä Etelä-Savossa.

1.1. Työn tausta

Isossa kontekstissa diplomityö liittyy ilmastonmuutokseen ja Euroopan unionin päästötavoitteisiin, joissa Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta (Ympäristöministeriö 2021). Työ liittyy vahvasti myös Suomen kansalliseen ilmastopolitiikkaan ja Suomen omaan tavoitteeseen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. (Ympäristöministeriö 2022.)

Lähempää tarkasteltuna työ on jatkumoa elokuussa 2020 päättyneelle hiilivapaa Etelä-Savo hankkeelle. Hiilivapaa Etelä-Savo hankkeen tavoitteena oli selvittää hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon toteutumista polttoaineiden käytön, tuontisähkön ja metsien osalta. (Etelä-Savo ennakoi 2020.)

Etelä-Savo kaasuverkon ulkopuolisena alueena tavoittelee paikallisen biokaasun käytön lisäämistä alueellaan. Biokaasu on lupaava uusiutuva energia ja polttoaine, jota pidetään tehokkaana keinona vähentää kasvihuonekaasujen tuotantoa ja riippuvuutta fossiilisista polttoaineista (Vico & Artemio 2017, 45). Biokaasua tuotetaan biokaasureaktorissa biomassasta ja kaatopaikoilla kerätään jätetäytöstä muodostuvaa kaatopaikkakaasua. Biokaasua voidaan hyödyntää esimerkiksi lämmön- ja sähköntuotannossa, ja siitä voidaan myös jalostaa polttoainetta ajoneuvoihin (Motiva 2022).

Paikallisesti tapahtuvat päästöt voivat olla merkittävä tekijä globaalissa ilmastonmuutoksessa, ja energiantuotanto on suurin yksittäinen hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja. Energiantuotanto on avainasemassa kaupunkien ja kuntien tavoitteissa tulla hiilineutraaleiksi parantaen niiden energiatehokkuutta ja omavaraisuutta sekä auttaen torjumaan globaalia ilmastomuutosta. (United States Environmental Protection Agency 2022.)

1.2. Tutkimuksen tavoite, rajaukset ja tutkimuskysymykset

Diplomityön päätavoitteena on selvittää biokaasun tuotannon ja käytön nykytila sekä tulevaisuus Etelä-Savossa. Tavoitteena on myös arvioida biokaasutoimialaa koskevan ohjelmityön merkitystä sekä tehdä arvio syötteiden ja biokaasutuotannon lopputuotteiden käytöstä Etelä-Savossa. Aiheesta ei ole tehty aiempaa selvitystä ja tämä tutkimus pyrkii vastaamaan tähän puutteeseen. Tutkimus on rajattu koskemaan Etelä-Savon aluetta.

Tutkimuskysymykset ovat ``Mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa?`` ja ``Mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa?``.

1.3. Tutkimuksen rakenne ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen teoreettinen osa koostuu johdannosta ja tutkimuksen teoreettisesta viitekehyksestä. Empiirinen osa koostuu tutkimusmetodologiasta, biokaasun nykytilaselvityksestä ja tulevaisuusarvioista Etelä-Savon alueella sekä lopuksi johtopäätöksistä ja yhteenvedosta.

Tutkimusmenetelminä toimivat kirjallisuuskatsaus ja teemahaastattelut. Kirjallisuuskatsauksen perusteella saadaan alustava käsitys biokaasun käytön nykytilasta ja tulevaisuudesta Etelä-Savossa ja alueen toimijahaastattelut täydentävät sekä syventävät tätä käsitystä. Toimijahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella myös arvioidaan biokaasutoimialaa koskevan ohjelmityön merkitystä sekä tehdään arvio syötteiden käytöstä ja biokaasutuotannon lopputuotteiden sijoituksesta Etelä-Savossa.

2. Biokaasu

Biokaasuksi kutsutaan kaasuseosta, joka syntyy orgaanisen jätteen mädätessä hapettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa (Plugge 2017, 1128). Biokaasua voidaan tuottaa lähes kaikesta eloperäisestä materiaalista, kuten biojätteestä, kasvibiomassasta, lannasta, jätevesilietteestä, jätevesistä ja teollisuuden sivutuotteista (Keskitalo 2011, 72). Tärkeimmät tekijät biokaasun tuotannossa ovat mikrobit. Ne syövät biomassaa pilkkoen proteiinin, rasvojen ja sokerien hiiliketjuja. Orgaaninen massa hajoaa ja muuttuu mikrobien toimesta biokaasuksi. Tämän lisäksi hajotuksen tuloksena syntyy lannoitekäyttöön soveltuvia ravinteita ja orgaanista ainesta sisältävää mädätysjäännöstä. (Speight 2019, 4.)

Biokaasu koostuu pääasiassa metaanista (CH₄) ja hiilidioksidista (CO₂). Kaasun lähteestä riippuen, siinä on myös pienempiä määriä hiilimonoksidia (CO), vettä (H₂O), rikkivetyä (H₂S), typpeä (N₂), vetyä (H₂), merkaptaanijohdannaisia (RSH) ja happea (O₂). Biokaasun muodostumista tapahtuu luontaisesti esimerkiksi kaatopaikoilla, mutta biokaasulaitoksilla se tuotetaan tehokkaasti ja hallitusti orgaanisista jätevirroista, jotka jäisivät usein muuten hyödyntämättä. (Speight 2019, 4–5.)

Energiakäytön kannalta biokaasun olennaisin aine on metaani, jota kaasussa on yleensä 50–70 %. Hiilidioksidin osuus on vastaavasti 30–50 % (Motiva 2022). Biokaasun sisältäessä metaania samaan tapaan kuin maakaasu, sillä voidaan korvata maakaasua. Metaani on hiilidioksidia 20–70 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu. Siksi biojätteen kaatopaikalle joutumisen ja kaatopaikoilta ilmaan vuotavan metaanin keräys ja käyttäminen energiantuotannossa on hyvin perusteltua esimerkiksi ympäristön näkökulmasta. Kun biokaasusta poistetaan vesi ja rikki, sitä voidaan käyttää polttomoottoreissa. Biokaasua voidaan syöttää myös maakaasuverkkoon lisäpuhdistuksen jälkeen. (Dahlquist 2013, 112.)

Nykyään ilmaston lämpeneminen ja ilmastonmuutos herättävät enemmän huomiota niin kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla. Koska fossiilisten polttoaineiden korvaamisen

tarve energialähteinä kasvaa jatkuvasti, tulee esimerkiksi uusiutuvien kaasutuotteiden merkitys kasvamaan (Vico & Artemio 2017, 45). Biomassalla tulee olemaan yhä tärkeämpi rooli tulevaisuuden globaalissa energiainfrastruktuurissa esimerkiksi sähkön ja lämmön tuotannossa. (Speight 2019, 3.)

2.1. Biokaasun tuotantomenetelmät

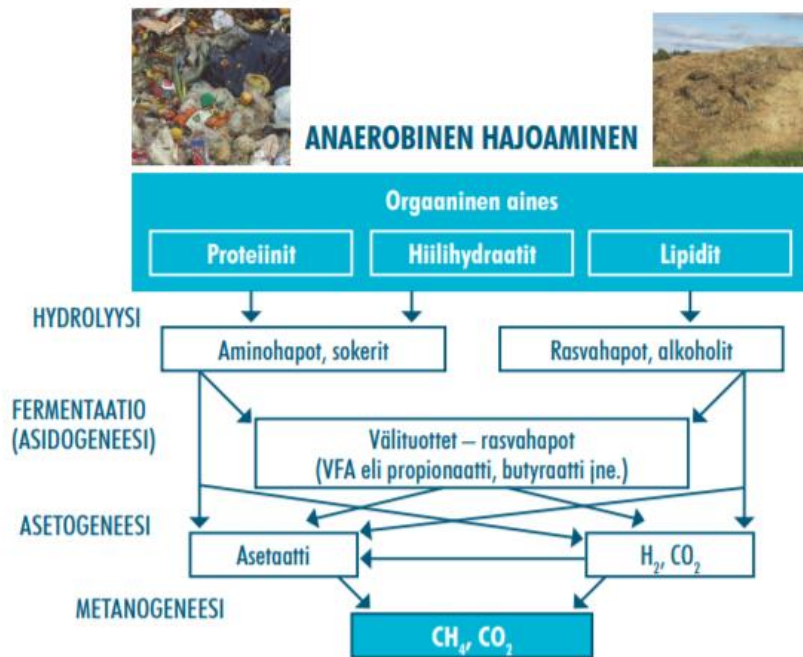
Hallitsevia biokaasun tuotantomenetelmiä Suomessa ovat anaerobinen mädätys ja kaatopaikoilla syntyvän kaasun kerääminen (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020). Muita yleisiä biokaasun tuotantomenetelmiä ovat biomassan kaasutus ja pyrolyysi (Speight 2019, 3).

2.1.1. Anaerobinen mädätys

Anaerobisessa käsittelyssä käsiteltävä aines suljetaan hapettomaan reaktoriin, jonka lämpötila on noin 35–37 celsiusastetta (°C) mädätyksen ollessa mesofiilista, tai 50–55 °C mädätyksen ollessa termofiilista (Pullen 2015, 33). Lämpötilaoptiminsa mukaan prosessissa elää erilaisia, orgaanisen aineen hajoamisen eri vaiheissa aktiivisia mikrobikantoja, jotka käyttävät ravinnokseen syötessä olevaa orgaanista ainetta ja sen hajoamistuotteita (Latvala 2009, 29).

Anaerobinen mädätysprosessi on itse asiassa kokoelma prosesseja, joissa mikro-organismit hajottavat biohajoavaa orgaanista materiaalia ilman happea (Pullen 2015, 2). Prosessi esiintyy luonnollisesti maaperässä sekä järvisedimentissä ja valtamerien sedimentissä ja alkaa tyypillisesti orgaanisen raaka-aineen bakteerihydrolyysillä (Speight 2019, 3).

Biokaasun muodostuminen jaetaan neljään eri vaiheeseen, joissa kussakin toimii eri pieneliöryhmät. Neljä vaihetta ovat: hydrolyysi, asidogeneesi, asetogeneesi sekä metanogeneesi ja ne esitetään kuvassa 1. (Motiva 2013.)



Kuva 1. Anaerobisessa hajoamisessa tapahtuva orgaanisen aineen vaiheittainen hajoaminen biokaasuksi (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 60.)

Hydrolyysi eli liukoistuminen on anaerobisen mädätyksen ensimmäinen vaihe, siinä tapahtuu mikrobien tuottamien entsyymien aikaansaama hydrolysaatio, jonka tuotteena syntyy monomeeriyhdisteitä, vettä ja vetyä. Sitä pidetään usein nopeutta rajoittavana vaiheena jätteen, kuten lignoselluloosapitoisen biomassan, primäärilietteen, teollisuusjätteiden ja lanan muuntamisessa (Plugge 2017, 1128). Pilkkoutuminen tapahtuu pieneliöiden erittämien solun ulkoisten entsyymien avulla (Motiva 2013).

Seuraavassa vaiheessa, asidogeneesissa, muodostuu rasvahappoja, alkoholeja, ketoneja, hiilidioksidia ja vettä. Se on biologinen prosessi, joka johtaa jäljellä olevien komponenttien hajoamiseen happamoittavien bakteerien toimesta. (Motiva 2013.)

Asetogeneesi eli etikkahappokäyminen on anaerobisen mädätyksen kolmas vaihe, jossa asidogeneesivaiheessa syntyneet yksinkertaiset molekyylit pilkkoutuvat edelleen

asetogeneilla, jolloin muodostuu pääosin etikkahappoa sekä hiilidioksidia ja vetyä. (Speight 2019, 78.)

Metanogeneesi eli metaanikäyminen on anaerobisen mädätyksen loppuvaihe, jossa metanogeenit käyttävät edellisten vaiheiden välituotteita ja muuttavat ne metaaniksi, hiilidioksidiksi ja vedeksi (Speight 2019, 79). Käymisvaiheissa syntyvät vety ja rasvahapot ovat suurempina pitoisuuksina haitallisia pieneliöille ja on tärkeää, että ne poistuvat metaanin tuotannossa samaa tahtia kuin niitä syntyy lisää. Biokaasutuotannon vaiheet eivät ole toisistaan erillisiä, vaan ne tapahtuvat samaa aikaa (Motiva 2013).

2.1.2. Kaatopaikoilta kerättävä biokaasu

Kaatopaikoilla syntyy biokaasua kaatopaikkajätteen hajoamisprosessissa (Motiva 2022). Kuinka paljon ja kuinka nopeasti metaania muodostuu, riippuu esimerkiksi jätteen laadusta, iästä, määrästä ja käsittelytavasta sekä vallitsevista ympäristöoloista kuten kosteudesta ja lämpötilasta kaatopaikan sisällä (Omar & Rohani 2016, 26).

Kaatopaikoille tuotu jäte hajoaa joko ilman happea tai hapen avulla sekä kemiallisten reaktioiden kautta. Jätteen orgaanisen aineen biologinen aerobinen hajoaminen vaatii paljon happea. Jätetäyttöjen ollessa tiiviitä ja korkeita, ei ilmaa pääse virtaamaan jätetäyttöön tarpeeksi, joten hajoaminen tapahtuu tiivistetyissä ja korkeissa jätetäytöissä pääasiassa anaerobisesti. (Väisänen & Salmenoja 2002, 2.)

Kaatopaikoilta kerättävä kaasu hyödynnetään kaasuvoimaloissa. Kaasu kerätään kaatopaikoilta salaojien, imukaivojen ja kaasupumppaamojen avulla talteen. Hyödynnettävä kaasu kuivataan ja siirretään paineenkorotusaseman kautta johdettavaksi siirtoputkia pitkin kaukolämpölaitoksiin. (HSY 2022.)

Kesäkuussa 2013 tuli voimaan kaatopaikoista annettu valtioneuvoston asetus, jolla rajoitettiin vuoden 2016 alusta biohajoavan ja muuta orgaanista ainesta sisältävän tavanomaisen jätteen hyväksymistä tavanomaisen jätteen kaatopaikalle. Asetuksen myötä kaatopaikkakaasun muodostuminen vähenee, kun orgaanista ainesta sisältävä jäte ohjataan pois kaatopaikoilta materiaalina tai energiana hyödynnettäväksi. Tämä lisää myös kierrätystä ja uusien jätteenkäsittelymenetelmien kehittämistä. (Korhonen & Pitkänen & Niemistö 2018, 9.)

2.1.3. Muut biokaasun tuotantomenetelmät

Muita yleisiä biokaasun tuotantomenetelmiä ovat biomassan kaasutus ja pyrolyysi. Biomassan kaasutus on termokemiallinen prosessi, jossa tavoitteena on muuttaa mahdollisimman suuri osa hiilipitoisesta raaka-aineesta kaasuksi (Dahlquist 2013, 128). Tyypillinen kaasutusjärjestelmä koostuu useista prosessilaitoksista, mukaan lukien raaka-aineen valmistusalue, kaasutin, kaasunpuhdistusosa ja rikin talteenottoyksikkö. (Speight 2019, 216).

Kaikista biomassan termokemiallisista konversioreiteistä kaasutus on kehittynein ja laajimmin käytetty tekniikka. Kaasutus voi toteuttaa kiinteän biomassajätteen tehokkaan muuntamisen polttokaasuksi, joka soveltuu paremmin kuljetukseen ja käyttöön, sillä biomassajätteen energiatiheys on pieni ja sitä on hankala varastoida ja kuljettaa. (Zhenhong 2018, 289.)

Yleensä kaasutus on jaettu neljään eri vaiheeseen: kuivaukseen, pyrolyysiin, hapettumiseen ja endotermiseen vaiheeseen. Kuivausvaiheessa, kun biomassa kuumennetaan, sen kosteus muuttuu höyryksi. Kuivauksen jälkeen, lämmityksen jatkuessa, biomassa käy läpi pyrolyysin, jossa biomassa poltetaan kokonaan ilman happea. Tämän seurauksena biomassa hajoaa tai erottuu kaasuiksi, nesteiksi ja kiinteiksi aineiksi. Hapetuksen aikana kiinteä biomassa reagoi ilman hapen kanssa tuottaen hiilidioksidia ja lämpöä. Korkeammissa lämpötiloissa ja pelkistävässä olosuhteissa, kun happea ei ole saatavilla riittävästi, tapahtuu endotermisen vaihe, jossa muodostuu hiilidioksidia, vetyä ja metaania. (Speight 2019, 216.)

Pyrolyysi käsittää biomassan nopean kuumentamisen ilman tai hapen poissa ollessa maksimilämpötilassa, joka tunnetaan pyrolyysilämpötilana, ja sen pitämisen siellä tietyn ajan kondensoitumattomien kaasujen, kiinteän hiilen ja nestemäisen tuotteen tuottamiseksi. Sen aikana suuret monimutkaiset biomassan hiilivetymolekyylit hajoavat pienemmiksi ja yksinkertaisemmiksi kaasu-, neste- ja hiilimolekyyleiksi. (Basu 2013, 147.)

Biomassan pyrolyysi suoritetaan tyypillisesti lämpötila-alueella 300–650 °C. Biomassan pyrolyysista syntyy kiinteänä tuotteena biohiiltä. Tämä tarjoaa vaihtoehdon maataloustuotteiden tai metsätähteiden täydelliselle polttamiselle, jolloin hiiltä vapautuu ilmakehään. Biohiili voisi säilyttää osan tästä hiilestä vakaassa kiinteässä muodossa maaperässä satoja vuosia, jolla voisi olla hiilen sitomista kasvattava merkitys. (Basu 2013, 147.)

2.2. Biokaasun syötteen ja lopputuotteet

Biokaasun tuotantoon käy lähes kaikki biohajoava aines. Biohajoavat jätteet, energiakasvit, pilaantuneet elintarvikkeet, maatalouden lanta, peltobiomassa ja jätevedenpuhdistamojen lietteet, soveltuvat kaikki biokaasun tuotantoon. (Kougias & Angelidaki 2018, 1; Sitra 2016.)

Biokaasutuotannon suurimmat raaka-ainepotentiaalit Suomessa ovat maatalouden biomassoissa kuten nurmessa ja lannassa. Kotieläinten lantaa syntyy Suomessa noin 20 000 000 tonnia (t) vuodessa ja on arvioitu, että vuonna 2030 lantabiokaasua voisi tuottaa 1,75 TWh vuosittain sekä lannan ja nurmen yhteiskäsittelyssä vielä moninkertaisesti enemmän. (Maa- ja metsätalousministeriö 2022.)

Biokaasulaitosprosessi on hyvä kierrättämään ravinteita takaisin pelloille ja luontoon. Prosessista saadaan ulos mädätysjäännös, joka sisältää hajoamatonta materiaalia sekä prosessissa muodostuneen mikrobibiomassan. Biokaasuprosessin syötteenä käytettyjen materiaalien sisältämät ravinteet, tärkeimpinä typpi, fosfori ja kalium ovat mädätysjäännöksessä. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 18; Seppänen & Kurppa & Rinne & Alakukku & Kauppi 2019, 210.)

Ravinteiden kierrätys on tärkeää, kun pyritään vähentämään biokaasutuotannon ja maatalouden ympäristöjälkeä (Backman & Keskitalo & Peltonen & Lindén 2021, 5). Mädätysjäännöstä voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteena, joka edistää ravinteiden kiertoa takaisin ympäristöön. Mädätysjäännöksen laatu riippuu syötteestä ja esimerkiksi jätevesilietteiden käytöstä syntyvää mädätettä ei usein käytetä lannoitteena sen sisältämien epäpuhtauksien takia. (Kymäläinen & Pakarinen 2015, 18.)

2.3. Biokaasun jalostus biometaaniksi

Raaka biokaasu sisältää metaanin lisäksi noin 30–50 % hiilidioksidia sekä lähteestä riippuen pieniä määriä hiilimonoksidia, vettä, rikkivetyä, typpeä, vetyä, happea ja merkaptaanijohdannaisia. Jotta kaasu soveltuu käytettäväksi esimerkiksi auton moottorissa, tulee suurin osa näistä komponenteista poistaa ennen paineistusta ja tankkausta. (Gasum 2022.)

Biokaasu voidaan jalostaa biometaaniksi usealla eri teknologialla, kuten vesipesurilla, amiinipesurilla, membraanierotuksella, krytogeenisella erotuksella tai PSA-teknologialla. Vesipesurissa hiilidioksidi erotetaan kaasusta vesisuihkulla. Vesi ja hiilidioksidi erotellaan stripperissä, ja vesi palautetaan takaisin pesuriin. Amiinipesurissa hiilidioksidi reagoi monoetanoliamiinin kanssa, jolloin hiilidioksidi poistetaan amiinista stripperissä, ja amiini palautetaan pesuriin. Membraanierotuksessa hiilidioksidin poisto perustuu eri kokoisten kaasumolekyylien läpäisyasteeseen ja krytogeenisessa erotuksessa sen nesteytymiseen korkeammassa lämpötilassa. PSA-teknologialla hiilidioksidi adsorboidaan aktiivihiileen korkeassa paineessa. (Tukes 2022.)

Kaasuverkkoon syötettävä lopullinen biokaasu on vähintään 95 % metaania, yleensä noin 98 % metaania. Puhdistettu biokaasu sisältää vielä 1–5 % hiilidioksidia, sillä sen tarkempi erottaminen metaanista ei ole kustannustehokasta, saati sitten kaasun käytettävyyden kannalta järkevää. Tätä puhdistettua biokaasua kutsutaan biometaaniksi tai liikennebiokaasuksi. (Gasum 2022.)

2.4. Biokaasu Suomessa

Biokaasua tuotetaan Suomessa eri kokoisilla yhteiskäsitteilylaitoksilla, teollisuuden jätevedenpuhdistamojen biokaasulaitoksilla ja maatilojen omilla biokaasulaitoksilla. Sitä myös kerätään kaatopaikoilta biokaasupumppaamoilla. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022a.)

Tällä hetkellä biokaasua käytetään Suomessa eniten lämmön ja sähkön tuotannossa. Suomen biokaasun tuotanto oli vuonna 2019 noin 1 TWh, joka kattoi noin 0,5 % Suomen uusiutuvan energian tuotannosta. Biokaasureaktorilaitoksia on Suomessa kaiken kaikkiaan 69 kappaletta sekä kaatopaikkakaasupumppaamoita 33 kappaletta. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020.)

Kuvassa 2 esitetään Suomen biokaasulaitokset kartalla. Vihreät merkit kuvaavat biokaasulaitoksia, keltaiset merkit elintarviketeollisuuden jätteitä, harmaat merkit jätekeskuksia, siniset jätevesilietettä ja tummanpunaiset teollisuusjätettä sekä teollisuuslietettä.



Kuva 2. Suomen biokaasulaitokset kartalla (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022a.)

Suomessa biokaasun tuotanto on sen mahdolliseen potentiaaliin nähden vähäistä. On arvioitu, että Suomen biokaasutuotannon teoreettinen raaka-ainepohjainen potentiaali voisi olla yhteensä yli 20 TWh ja teknistaloudellinen potentiaali yli 10 TWh (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020). Yksi syy tuotannon vähäisyyteen on kannattavuus. Nykypäivänä Suomessa olevat biokaasulaitokset saavat kannattavuutensa pääasiassa biokaasulaitokseen käsiteltäväksi tuotavan biologisesti hajoavan jätteen porttimaksuilla ja biokaasun myynnillä (Motiva 2013). Suomen hallitus on asettanut vuoden 2030 biokaasun tuotantotavoitteeksi 4 TWh budjetti- ja ilmastoneuvotteluiden yhteydessä syksyllä 2021. (Valtioneuvosto 2022a.)

Tällä hetkellä liikennebiokaasun osuus on reilu 10 % kaikesta biokaasun käytöstä Suomessa (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022b). Suomessa on noin 50 paineistetun kaasun tankkausasemaa ja 9 nesteytetyn kaasun tankkausasemaa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2022).

Biometaania käytetään Suomessa esimerkiksi yksittäisten autojen, kaupunkibussien tai teollisuuden hyötyajoneuvojen polttoaineena. Biometaanin tankkausasemia on tiheimmin eteläisessä ja kaakkoisessa Suomessa maakaasuverkoston tuntumassa, mutta kaasutankkausasemaverkosto laajenee jatkuvasti myös muualle Suomeen. Suomen länsirannikolla tankkausasemia on jo useammalla paikkakunnalla ja pohjoisimmat tankkausasemat ovat tällä hetkellä Oulussa. (Motiva 2021a.)

Tieliikenteen hiilidioksidipäästöt on tarkoitus saada puoleen vuoteen 2030 mennessä (European Commission. 2022). Suomen tavoitteena onkin, että täällä olisi 100 paineistetun kaasun tankkausasemaa ja 40 nesteytetyn kaasun tankkausasemaa vuonna 2025. Vuonna 2030 tavoitteena liikenteessä olisi olla noin 130 000 kaasukäyttöistä henkilöautoa, määrän ollessa nyt noin 14 400 ja noin 6200 kaasukäyttöistä raskaan kaluston autoa määrän ollessa nyt noin 450. Tavoitteena olisi myös saada liikenteessä käytettävä biokaasun määrä 0,1 TWh nostettua määrään 2,5 TWh vuonna 2030. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2022.)

3. Biokaasutoimialaa koskeva ohjelmatyö

Biokaasutoimialan nykytilaan ja sen tulevaisuuteen vaikuttaa vahvasti sitä koskeva ohjelmatyö. Keskeisiä kansallisen tason ja Euroopan unionin biokaasutoimialaan kohdistuvia ohjelmia ja strategioita ovat biokaasuohjelma, fossiilittoman liikenteen tiekartta, jakeluvälvoite, uusiutuvan energian RED II -direktiivi, Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka, Euroopan vihreän kehityksen ohjelma sekä Euroopan metaanistrategia.

3.1. Biokaasuohjelma

Hallitus on laatinut Suomelle kansallisen biokaasuohjelman, jolla otetaan käyttöön biokaasun tuotantopotentiaali sekä kehitetään Suomen elinvoimaisuutta ja edistetään ilmastotavoitteisiin pääsyä. Biokaasuohjelma valmistui tammikuussa 2020 (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020). Biokaasuohjelma kuvaa biokaasun nykytilaa sekä merkittävimpiä esteitä ja hidasteita biokaasun tuotannolle ja laajamittaiselle käytölle sekä toimenpiteitä näiden ratkaisemiseksi (Valtioneuvosto 2020).

Biokaasuohjelman mukaan merkittävimmät haasteet biokaasutuotannossa liittyvät sen heikkoon kannattavuuteen. Kannattavuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi investointikustannuksia ja maataloussyötteistä aiheutuvia kustannuksia alentamalla. Myös lopputuotteista saatavaa myyntihintaa voitaisiin parantaa ja biokaasun tuotantoa voitaisiin edistää lisää informaatio-ohjauksella ja lupamenettelyjen sujuvoittamisella (Valtioneuvosto 2020).

Yksi nyt jo saatavissa oleva kannattavuustuki on maatalouden investointituki. Maatalouden investointitukea voidaan myöntää maatilojen energiantuotannossa tarvittaviin rakentamisinvestointeihin siltä osin kuin energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnassa. Rahoitusta voi saada ympäristön tilaa, työympäristöä, tuotantohygieniaa tai eläinten hyvinvointia edistäviin investointeihin. Tukea voi hakea yksityisoikeudellinen yhteisö tai viljelijä, joka

elinkeinonaan harjoittaa maatilalla maataloutta. Maataloudessa käytettävän biokaasun tuotantoinvestointiin tuki voi olla jopa 50 %. (Maa- ja metsätalousministeriö 2022.)

3.2. Fossiilittoman liikenteen tiekartta

Fossiilittoman liikenteen tiekartta on Liikenne- ja viestintäministeriössä valmisteltu tiekartta liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Nykyisen hallitusohjelman mukaan Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja liikenteen päästövähennystavoitteiden tulee vastata tähän tavoitteeseen. Kotimaisen tieliikenteen hiilidioksidipäästöt on tarkoitus saada puoleen vuoteen 2030 mennessä, verrattuna vuoden 2005 tasoon. Vuoteen 2045 mennessä tavoitellaan kokonaan fossiilitonta liikennettä. (Valtioneuvosto 2021a.)

Fossiilittoman liikenteen tiekartta pitää sisällään kolme eri vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa hallitus panee toimeen lukuisia erilaisia kannustimia ja tukia, joilla edistetään liikenteen päästöttömyyttä. Ensimmäisen vaiheen tukien ja kannusteiden avulla korvataan fossiilisia polttoaineita muun muassa biokaasulla ja sähköllä, uudistetaan ajoneuvokantaa ja nostetaan liikennejärjestelmän energiatehokkuutta. Toisessa vaiheessa mahdollisia keinoja ovat jakeluvelvoitelain velvoitetason nostaminen, liikenteen digitaaliset ratkaisut, yhdistettyjen kuljetusten edistäminen tavaraliikenteessä ja liikenteen palveluiden edistäminen. Vaihe kolme on tiekartassa ehdollinen. Siinä hallitus päättää mahdollisista kansallisten lisätoimien tarpeesta liikennettä koskien. (Valtioneuvosto 2021a.)

3.3. Jakeluvelvoite

Laki biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä (446/2007, jakeluvelvoitelaki) tuli voimaan vuoden 2008 alusta. Jakeluvelvoitteen tarkoituksena on edistää kestävien uusiutuvien polttoaineiden käyttöä moottoribensiinin, maakaasun ja dieselöljyn sijasta. Tämä on tehty säätämällä kansallisesti liikennepolttoaineen jakelijoille velvoite toimittaa kulutukseen vuosittain vähimmäisosuus biopolttoaineita. (Energiavirasto 2022; Vero 2022.)

Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus on nostettava vuoteen 2030 mennessä Euroopan unionissa 14 % liikenteen energian loppukulutuksesta. Jakeluelvoite on 18 % vuonna 2021 ja vuonna 2029 se tulee olemaan 30 %. Lisäksi myös liikenteessä käytettävälle biokaasulle ja biopolttoaineille on asetettu muita tavoitteita esimerkiksi tietyistä raaka-aineista valmistettujen biopolttoaineiden käytön edistämiseksi. (Energiavirasto 2022.)

Kesäkuussa 2021 hyväksyttiin lakiesitys, jossa jakeluelvoite laajennettiin biokaasuun ja muuta kuin biologista alkuperää oleviin uusiutuviin nestemäisiin ja kaasumaisiin polttoaineisiin vuoden 2022 alusta (Työ- ja elinkeinoministeriö 2021). Jakeluelvoitteen laajentamisen keskeisenä tarkoituksena on auttaa maantieliikenteen irtautumista fossiilisista polttoaineista mahdollisimman kustannustehokkaasti. Biokaasu nähdään tässä yhtenä vaihtoehtona. Sen ottaminen jakeluelvoitteeseen on merkittävä askel kaasun liikennekäytön lisäämiseksi, se kannustaa investoimaan biokaasuun sekä uusien vähäpäästöisten polttoaineiden kehitykseen ja tuotantoon. (Valtioneuvosto 2021b.)

Biokaasun jakeluelvoite koskee kaasumaisten polttoaineiden jakelijoita, joiden kalenterivuoden aikana käyttöön toimittamien biokaasun, maakaasun ja muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien kaasumaisten liikenteen polttoaineiden määrä ylittää 9 GWh (Valtioneuvosto 2021b). Lisäksi soveltamisrajan alle jäävät jakelijat voivat vapaaehtoisesti haakeutua jakeluelvoitteen piiriin, jolloin myös maatilakokoluokan biokaasulaitokset voivat liittyä jakeluelvoitteeseen, jos ne jakavat riittävästi biokaasua liikenteeseen (Suomen Bio-kierto ja Biokaasu ry 2021).

3.4. Uusiutuvan energian RED II -direktiivi

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä eli niin kutsuttu RED II saatettiin osaksi kansallista lainsäädäntöä joulukuussa 2018 (European Commission 2019). Direktiivissä säädetään sitovasta unionin yleistavoitteesta, jonka mukaan uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus on

vähintään 32 % unionin energian kokonaisloppukulutuksesta vuoteen 2030 mennessä (Motiva 2021b).

Euroopan unionin jäsenvaltioiden on asetettava kansalliset panoksensa unionin yleistavoitteen saavuttamiseksi osana jäsenvaltioiden yhteisiä kansallisia ilmasto- ja energiasuunnitelmia. Suomi on ilmoittanut tavoittelevansa vähintään 51 % uusiutuvan energian osuutta vuoteen 2030 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022.)

Direktiivi vaikuttaa myös biokaasutoimialaan, sillä se edellyttää kestävyyskriteerien ulottamista biomassapolttoaineisiin eli nestemäisten polttoaineiden lisäksi myös lämmön- ja sähköntuotannon kaasumaisiin ja kiinteisiin polttoaineisiin. (European Commission 2019.)

3.5. Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka

Vuonna 1962 käynnistetty Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka on kumppanuus maatalouden ja yhteiskunnan sekä Euroopan ja sen maanviljelijöiden välillä. Sen tavoitteena on tukea maanviljelijöitä, parantaa maatalouden tuottavuutta, varmistaa kohtuuhintaisten elintarvikkeiden vakaa saatavuus, auttaa torjumaan ilmastonmuutosta ja turvata Euroopan unionin maanviljelijöiden kohtuullinen toimeentulo. (Euroopan komissio 2022.)

Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka tukee biokaasun käyttöönottoa lisäämällä tukea anaerobiselle mädätyskapasiteetille. Näin viljelijät voivat monipuolistaa toimintaansa tuottamalla biolannoitteita, proteiinirehua, bioenergiaa ja biokemikaaleja. Tämä tuki on yhteinen kaikille Euroopan unionin maille. Sitä hallinnoidaan ja rahoitetaan Euroopan tasolla EU:n talousarvion varoista. (Euroopan komissio 2022.)

3.6. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma

Euroopan vihreän kehityksen ohjelman on tarkoitus muuttaa Euroopan unioni nykyäikäiseksi, resurssitehokkaaksi ja kilpailukykyiseksi taloudeksi ja varmistaa, että emme vuoteen 2050 mennessä enää aiheuteta kasvihuonekaasujen nettopäästöjä. Yrityksenä on myös erottaa talouskasvu resurssien käytöstä eikä jättää mitään aluetta muista jälkeen. (European Commission 2021.)

Vihreän kehityksen ohjelmaan kuuluu myös 55 % vähennys autojen päästöihin vuoteen 2030 mennessä ja vuodesta 2035 lähtien uusilla autoilla pitää olla nollapäästöt (European Commission. 2022). Käytännössä siis uusien biokaasu- ja bensiiniautojen valmistus lopetettaisiin kokonaan, joka voi vähentää kiinnostusta biokaasuun investoidessa. Tämä tulevaisuus jättäisi biokaasun liikennekäytön kehittymisen pelkästään raskaan liikenteen ja laivaliikenteen kulutuksen varaan (Valtioneuvosto 2022b).

3.7. Euroopan metaanistrategia

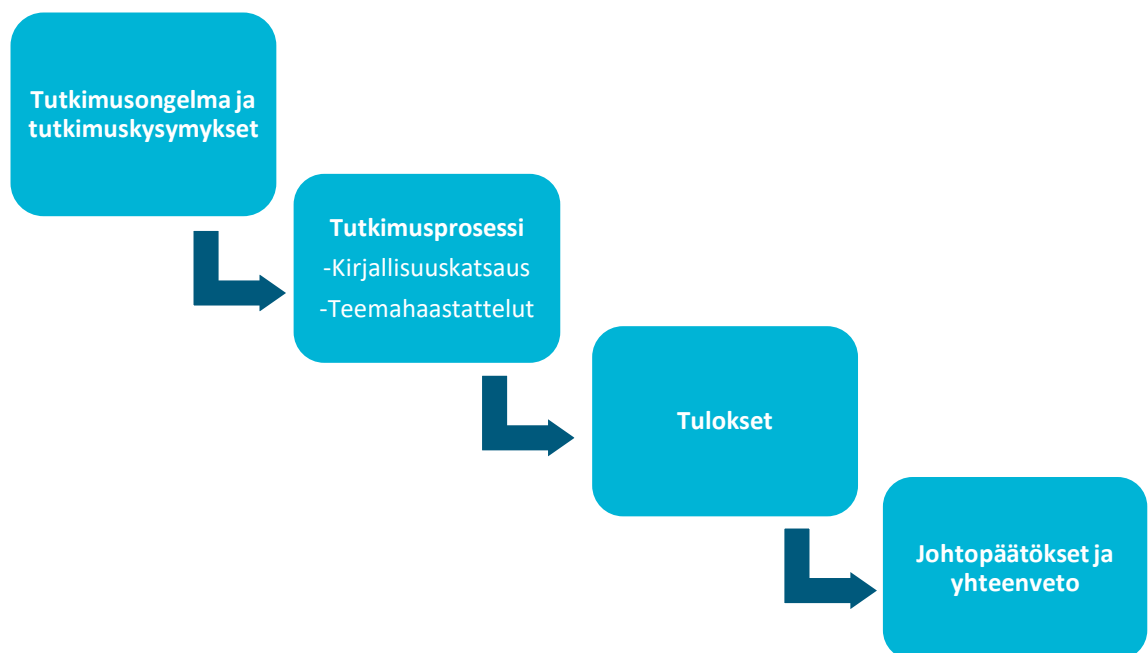
Euroopan komissio julkaisi lokakuussa 2020 strategian metaanipäästöjen vähentämiseen osana Euroopan pitkän aikavälin strategiaa olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Euroopan metaanistrategiassa esitetään toimenpiteitä metaanipäästöjen vähentämiseksi Euroopassa ja kansainvälisesti energia-, maatalous- ja jätealoilla, jotka aiheuttavat noin 95 % ihmisen toimintaan liittyvistä metaanipäästöistä. (Euroopan komissio 2020).

Biokaasun tuotantoa on Euroopan metaanistrategiassa tarkoitus vahvistaa yli nelinkertaiseksi metaanipäästöjen vähentämiseksi koko mantereella. Biokaasuntuotannon lisääminen tuottaisi päästövähennyksiä kahta eri kautta. Korvattavan fossiilisen polttoaineen päästöjen poistumisen myötä energian kulutuksesta aiheutuvat päästöt laskisivat. Toiseksi hyödynnettäessä esimerkiksi lantaa biokaasun raaka-aineena, saataisiin maataloudessa syntyvää metaania otettua talteen ja se hyödynnettäisiin energiaksi. Näin myös maatalouden tuotannosta aiheutuvat metaanipäästöt pienenisivät. (European Commission 2020.)

4. Tutkimusmetodologia

Tämän luvun tarkoituksena on selittää tämän diplomityön tutkimusmetodologia. Valittuja tiedonkeruu- ja analyysimenetelmiä esitellään, jotta voidaan perustella, miksi juuri nämä menetelmät valittiin tähän tutkimukseen. Lisäksi arvioidaan tutkimuksen luotettavuus ja validiteetti.

Tiedonkeruussa päädyttiin käyttämään triangulaatiota eli monimetodista lähestymistapaa. Siinä yhdistetään erilaisia tutkimusmetodeja, tutkimusaineistoja ja lähestymistapoja. Triangulaation ensisijainen tavoite on lisätä tutkimuksen kattavuutta ja siten vähentää sen luotettavuusvirheitä (Vilka 2021, 70). Tämän diplomityön tiedonkeruumenetelminä toimivat kirjallisuuskatsaus ja haastattelut. Tiedonkeruumenetelmät valikoituivat diplomityön aiheen takia. Aiheesta oli olemassa hyvin vähän kirjallisuutta ja haastattelut olivatkin välttämättömiä, jotta aiheeseen pystyttiin syventymään ja jotta tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset. Kuvassa 3 esitetään tutkimuksen rakenne ja tiedonkeruumenetelmät.



Kuva 3. Tutkimuksen rakenne ja tiedonkeruumenetelmät

Etelä-Savon biokaasun tuottamisen ja käytön ymmärtämiseksi kerättiin ja analysoitiin kirjallisuutta, kuten biokaasujalostamoiden vuosiraportteja ja julkaisuja kuntien ja energiayhtiöiden verkkosivuilta. Kaikkiaan 12 erilaista julkaisua kerättiin jatkoanalyysiä varten. Aiheeseen syventymisen ja tarkemman tiedon hankkimiseksi tehtiin neljälle alueen keskeiselle toimijalle ja kahdelle biokaasun tuotannon tai kaasuliikenteen asiantuntijalle teemahaastattelut. Kaikilta keskeisiltä Etelä-Savon biokaasuun liittyviltä toimijoilta saatiin haastattelu.

4.1. Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on näyttää, miten aihetta on aikaisemmin tutkittu ja mistä näkökulmista. Se myös kertoo, miten tekeillä oleva tutkimus liittyy jo olemassa oleviin tutkimuksiin. Lähdeviitteiden perusteella lukija voi halutessaan tarkastaa tietoja aikaisemmista raporteista ja tutkimuksista ja seurata niiden käyttöä kyseisessä tutkimuksessa. Samalla hän voi arvioida, miten tutkija on rakentanut uutta tietoa niiden pohjalta. (Hirsjärvi 2009, 121.)

Tässä diplomityössä kirjallisuuskatsauksella ei ollut mahdollista löytää valmiita ja täydellisiä vastauksia tutkimuskysymyksiin aiheen aiempien selvitysten puutteen vuoksi. Kirjallisuuskatsaus toimi enemmänkin linjana, joka auttoi muodostamaan rungon aiheeseen syvemmälle meneviin teemahaastatteluihin, jotka toivat vastauksia tutkimuskysymyksiin. Etelä-Savon biokaasun tuottamisen ja käytön ymmärtämiseksi kerättiin ja analysoitiin kirjallisuutta, kuten biokaasujalostamoiden vuosiraportteja ja julkaisuja energiayhtiöiden ja kuntien verkkosivuilta. Käytetyt lähteet olivat: Etelä-Savon maakuntaliiton verkkosivut, Tilastokeskuksen verkkosivut, biokaasujalostamo BioHauki Oy:n verkkosivut, jätehuoltoyhtiö Metsäsairila Oy:n verkkosivut, Mikkelin kaupungin verkkosivut, Mikkelin kehitysyritys Miksein verkkosivut, biojalostamo BiosSairila Oy:n verkkosivut, kaasutankkausasemabrändi E-kaasuasemien verkkosivut, biokaasulaitos Juvan Bioson Oy:n verkkosivut, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen verkkosivut, Pieksämäen biokaasulaitoksen ympäristölupahakemuksen liite sekä Savon ilmasto-ohjelma 2025 raportti.

4.2. Haastattelut

Diplomityön haastattelut tehtiin laadullisena tutkimuksena. Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkija kerää tietoa havainnoimalla ja keskustelemalla. Apuna tiedonhankinnassa voidaan käyttää myös testejä tai lomakkeita. Lähtökohtana laadullisessa tutkimuksessa on aineiston monipuolinen ja yksityiskohtainen tarkastelu. Laadullisessa tutkimuksessa joustavuus ja suunnitelmien muuttaminen on mahdollista. Tutkimus tehdään valikoiduille henkilöille, ei sattumanvaraisesti kenelle henkilöille tahansa. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja aineistoa tulkitaan sen mukaisesti. (Hirsjärvi 2009, 161.)

Laadullisella tutkimuksella haluttiin tuoda tarkennusta, syvyyttä ja uusia näkökulmia kirjallisuuskatsauksen tueksi, sekä kuvailla ilmiöitä kirjallisuuskatsauksen takana. Näihin tavoitteisiin on laadullisella tutkimuksella määrällistä tutkimusta paremmat mahdollisuudet saavuttaa tyydyttävä lopputulos. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus soveltuisi paremmin esimerkiksi asioiden numeroina esittämiseen. (Hirsjärvi 2009, 139.)

Laadullisen tutkimuksen menetelmistä työhön valikoitui haastattelu. Haastattelu on tiedonkeruumenetelmänä järkevä vaihtoehto, kun halutaan selvittää, miksi ihminen toimii tietyllä tavalla tai mitä hän ajattelee asiasta. Menetelmän etuna on sen joustavuus, sillä kysymys voidaan halutessa toistaa tai haastattelutilanteen mahdolliset väärinkäsitykset voidaan oikaista. Haastattelun tavoitteena on saada mahdollisimman paljon tietoa halutusta asiasta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 84.)

Haastattelumenetelmistä diplomityöhön valikoitui teemahaastattelu. Teemahaastattelu on yksi yleisimmistä tiedonkeruunmuodoista. Teemahaastattelussa edetään tiettyjen keskeisten etukäteen valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa. Teemahaastattelun etuna on se, että haastattelussa voidaan tarkentaa ja syventää kysymyksiä haastateltavien vastauksiin perustuen. Metodologisesti teemahaastattelussa korostetaan ihmisten

tulkintoja asioista, heidän asioilleen antamia merkityksiä sekä sitä, miten merkitykset syntyvät vuorovaikutuksessa. (Hirsjärvi 2009, 208; Tuomi & Sarajärvi 2018, 88.)

Teemahaastattelut tehtiin puhelimitse ja videopuhelimitse, jolloin ne nauhoitettiin myöhempiä transkriptiota ja analysointia varten. Haastattelujen suorittaminen puhelimitse ja videopuhelimitse tarjosi etuja saavutettavuuteen, nopeuteen ja alhaisempiin kustannuksiin. Suurin syy siihen, miksi haastateltavien kanssa ei keskusteltu kasvokkain oli pitkät etäisyydet ja aikarajoitteet. Haastatteluihin valittiin 4 erilaista paikallista toimijaa ja 2 biokaasun tuotannon tai kaasuliikenteen asiantuntijaa. Kaikilta keskeisiltä Etelä-Savon biokaasun tuotantoon tai jakeluun liittyviltä toimijoilta saatiin haastattelu, joten aineiston otos oli kattava. Haastattelut kestivät noin 45 minuuttia ja ne toteutettiin kevään 2022 aikana.

Sopivat kysymykset teemahaastatteluja varten laadittiin viitekehyksen ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta. Tutkimuksen analyysia lähdettiin tekemään siltä pohjalta, että kerätystä aineistosta eli teemahaastatteluista pyrittiin löytämään mahdollisia yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Aineistoa pyrittiin tulkitsemaan eli löytämään yksi tai useampi sanoma. Analysoinnissa käytettiin apuna tekstinkäsittelyohjelman taulukko-ominaisuutta.

4.3. Luotettavuus ja validiteetti

Tutkimuksen luotettavuus tarkoittaa kykyä osoittaa, että tutkimuksen tutkimusmenetelmät, kuten tiedonkeruumenetelmät, voidaan toistaa samoilla tuloksilla. Luotettavuuden tavoitteena on minimoida tutkimuksen virheet ja harhaluulot. (Yin 2018, 46.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tuloksia ei kuitenkaan välttämättä ole tarkoitettu toistettaviksi, koska ne heijastavat osallistujien sosiaalisesti rakennettuja tulkintoja erityisessä ympäristössä, sillä hetkellä, kun tutkimus tehdään. Silti tutkimussuunnitelman ja -menetelmien tiukka kuvaus voi auttaa muita tutkijoita toistamaan samanlaisia tutkimuksia. (Saunders & Lewis & Thornhill 2016, 205.)

Luotettavuutta voivat heikentää tutkimuksen aikana useat eri asiat. Virheitä voi syntyä esimerkiksi, jos vastaaja vastatessaan muistaa jonkin asian väärin tai itse tutkija tekee virheitä tallentaessaan. Välttämättä virheen vaikutus ei ole kovin suuri tutkimuksen kannalta, tärkeintä on, että tutkija ottaa kantaa tutkimuksensa mahdollisiin satunnaisvirheisiin. Jos tutkimuksen tulokset vaikuttavat oudoilta suhteutettuna muiden tutkimuksiin, on tärkeää arvioida, mistä mahdolliset virheet johtuvat. (Vilka 2021, 194.)

Validiteetissa taas on kyse käytettyjen menetelmien tarkoituksenmukaisuudesta, analyysin tarkkuudesta ja havaintojen yleistettävyydestä (Hirsjärvi 2009, 231). Validiteetti ilmaisee sen, miten hyvin tutkimuksessa käytetty mittausmenetelmä mittaa juuri sitä tutkittavan ilmiön ominaisuutta, mitä on tarkoituskin mitata. (Tilastokeskus 2022.)

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää biokaasun tuotannon ja käytön nykytila sekä tulevaisuus Etelä-Savossa. Aiheesta ei ollut tehty aiempaa selvitystä ja tämä tutkimus pyrki vastaamaan tähän puutteeseen. Tutkimus rajattiin koskemaan Etelä-Savon aluetta. Diplomi-työn tiedonkeruumenetelminä toimivat kirjallisuuskatsaus ja haastattelut. Työssä yhdistettiin kaksi eri metodia tavoitteena lisätä tutkimuksen kattavuutta ja siten vähentää sen luotettavuusvirheitä. Tämän tutkimuksen kaltaisen kvalitatiivisen tapaustutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa kirjallisuuskatsaus ja haastattelut ovat todennäköisesti toistettavissa. On kuitenkin huomioitava, että jos haastattelut tehtäisiin myöhemmin uudelleen, tulokset saattavat poiketa, sillä uusia päivitettyjä suunnitelmia tai mielipiteitä on voinut syntyä.

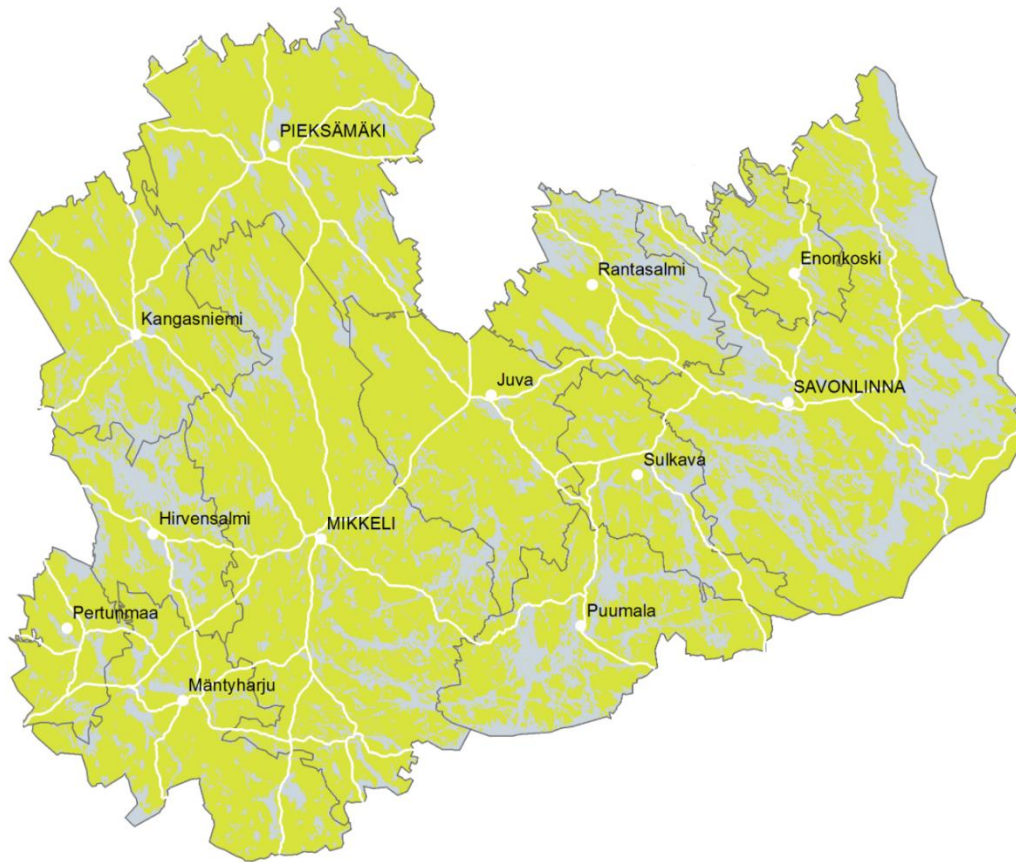
Tulosten yleistettävyyden osalta on otettava huomioon, että haastattelujen laajuus oli suhteellisen kattava, sillä siihen osallistui Etelä-Savon biokaasun tuotannon ja jakelun kaikki keskeiset toimijat. Myös 2 asiantuntijaa saatiin mukaan antamaan yleiskuvaa biokaasun tuotannon ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta. Kuitenkin tulokset, haastattelut sekä julkaisujen toissijaiset aineistoanalyysit ovat yleistettävissä vain Etelä-Savon maakunnassa, eikä niitä voida suoraan soveltaa muualle Suomeen, jossa biokaasuntuotanto voi olla hyvin erilaista.

5. Biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila sekä tulevaisuus Etelä-Savossa

Tässä luvussa tehdään nykytilaselvitys ja tulevaisuusarvio biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa sekä vastataan tutkimuskysymyksiin. Tutkimusmenetelminä toimivat kirjallisuuskatsaus ja haastattelut. Kirjallisuuskatsauksen perusteella saadaan alustava käsitys biokaasun nykytilasta ja tulevaisuudesta Etelä-Savossa ja alueen toimijahaastattelut täydentävät ja syventävät tätä käsitystä. Toimijahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella myös arvioidaan biokaasutoimialaa koskevan ohjelmatyön merkitystä sekä tehdään arvio syötteiden ja biokaasutuotannon lopputuotteiden käytöstä Etelä-Savossa.

5.1. Etelä-Savon alue

Etelä-Savo on Suomen maakunta, joka sijaitsee Itä-Suomessa. Kokonaispinta-alaltaan se on noin 17 100 neliökilometriä (km²) ja vuonna 2019 siellä asui noin 134 300 asukasta. Etelä-Savon maakunnan väkiluku on ollut laskussa 1980-luvun lopulta lähtien, vielä 1980-luvulla sen ollessa 163 600 (Tilastokeskus 2020). Kuvassa 4 esitetään Etelä-Savon maakunnan kartta.



Kuva 4. Etelä-Savon maakunnan kartta (Etelä-Savon maakuntaliitto 2022a.)

Etelä-Savon kaupungit ovat Mikkeli, Pieksämäki ja Savonlinna. Mikkeli on Etelä-Savon maakuntakeskus. Etelä-Savossa on lisäksi yhdeksän kuntaa: Enonkoski, Hirvensalmi, Juva, Kangasniemi, Mäntyharju, Pertunmaa, Puumala, Rantasalmi ja Sulkava (Etelä-Savon maakuntaliitto 2022b).

5.2. Kirjallisuuskatsaus biokaasun tuottamisen ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta Etelä-Savossa

Kirjallisuuskatsauksen tuloksia käsitellään tässä osiossa. Tässä diplomityössä kirjallisuuskatsauksella ei ollut mahdollista löytää valmiita ja täydellisiä vastauksia tutkimuskysymyksiin aiheen aiempien selvitysten puutteen vuoksi. Kirjallisuuskatsaus toimi siis enemmänkin johdantona ja linjana, joka auttoi muodostamaan rungon laadulliseen tutkimukseen.

Etelä-Savossa on tällä hetkellä 4 eri biokaasun tuottajaa. BioHauki Oy, Metsäsairila Oy, BioSairila Oy ja Juvan Bioson Oy. Myös viides tuotantolaitos, Pieksämäen Biokaasulaitos, ollaan rakentamassa Etelä-Savoon. Pieksämäen Biokaasulaitoksen on tarkoitus aloittaa toiminta kesällä 2022.

BioHauki Oy on Mikkelin haukivuorelainen biokaasunjalostamo, missä tuotetaan raakakaasua, tankkaukseen soveltuvaa biometaaniamia ja sivutuotteena luonnonmukaiseksi lannoitteeksi soveltuvaa mädätettä. BioHaukea alettiin suunnitella vuonna 2013 ja se on ollut toiminnassa vuodesta 2017 alkaen. (BioHauki Oy 2022a.)

BioHauki Oy:n omistaa vuonna 1900 perustettu Etelä-Savon Energia Oy. Biohauen laskennallinen tuotantokapasiteetti on 700 000 kilogrammaa (kg) kaasua vuodessa ja vastaanotettava syötteiden määrä on kapasiteetiltaan 14 000 t vuodessa. (BioHauki Oy 2022b.)

Biokaasunjalostamo käyttää raaka-aineinaan paikallisten Haukivuorelaisten maatalousyrittäjien sivuvirtoja, pääosin lehmänlantaa, mutta myös heinää ja kanankakkaa. Jalostamo tuottaa raaka-aineista anaerobisesti mädättämällä raakakaasua, josta tuotetaan tankkaukseen soveltuvaa biometaaniamia. Tällä hetkellä kaikki tuotettu kaasu tehdään liikennebiokaasuksi, mutta BioHauki Oy:n raakakaasua olisi myös mahdollisuus polttaa kattilassa ja käyttää kaksisuuntaisessa kaukolämpökierrossa yhteistyössä Haukivuoren Lämmön kanssa (BioHauki Oy 2022c). Biokaasunjalostamo ja sen yhteydessä oleva tankkausasema sijaitsevat Haukivuoren asemankylällä (BioHauki Oy 2022a).

Metsäsairila Oy on Mikkelin kaupungin omistama jätehuolto-yhtiö, jonka perustehtävä on lakisääteisten jätehuoltopalveluiden järjestäminen. Metsäsairila ylläpitää lajittelu- ja kierrätyskeskusta sekä pienjäteasemia, järjestää hyötyjätteiden kierrätystä sekä erilliskerätyn biojätteen ja jätevedenpuhdistamoiden lietteiden kompostointia (Metsäsairila 2022). Metsäsairilalla on myös jätevedenpuhdistamo. Se aloitti toimintansa Mikkelissä toukokuussa 2021 ja sen puhdistamoliete hyödynnetään biokaasun tuotannossa (Mikkeli 2021).

Metsäsairilan lajittelu- ja kierrätyskeskuksen kaatopaikkakaasun kaasupumppaamo on otettu käyttöön vuonna 2002. Vuoteen 2005 asti muodostunut kaasu poltettiin soihdussa ja vuodesta 2005 vuoden 2018 kesäkuuhun muodostunut kaasu hyödynnettiin mikroturbiinilaitoksessa. Vuodesta 2012 alettiin ottaa myös siinä syntyvä lämpö talteen. Heinäkuussa 2018 otettiin käyttöön kaasumoottorivoimala, joka korvasi mikroturbiinilaitoksen. (Metsäsairila 2020.)

Vuonna 2020 Metsäsairilan jätekeskuksessa kerättiin talteen 171 167 kuutiometriä (m³) kaatopaikkakaasua, jonka metaanipitoisuus oli keskimääräisesti 55 %. Kaikki kerätty kaasu hyödynnettiin kaasumoottorivoimalassa, kerätyn kaasun hyödyntämistason ollessa 100 %. (Metsäsairila 2020.)

Metsäsairilan lajittelu- ja kierrätyskeskuksen yhteydessä sijaitsee BioSairila Oy:n biojalostamo. BioSairila Oy:n omistavat jäteyhtiö Metsäsairila Oy (70 %) ja energiayhtiö Etelä-Savon Energia Oy (30 %). Yhtiön päätehtävänä on käsitellä Mikkelin talousalueen biojätteet ja jätevesilietteet biojalostamon avulla. Se tuottaa liikennebiokaasua yhdyskuntajätteistä, maatalouden ja teollisuuden sivuvirroista ja jätevesilietteestä. Biojalostuksen lopputuotteena syntyy myös lannoite- ja maanparannustuotteita paikallisten maanrakennusyrittäjien ja viljelijöiden käyttöön. (BioSairila 2022.)

BioSairilan biojätelinjaston käyttöaste on tällä hetkellä 50 % ja jätevesilietelinjaston 100 %. Biojätelinjaston toisen reaktorin ylösajo on aloitettu helmikuussa 2022 ja tämän hetken arvon mukaan biojalostamon käyttöaste on vuonna 2022 noin 75 %, vuonna 2023 noin 90 % ja vuonna 2024 se tulee olemaan 100 %. Biojalostamo tulee käsittelemään vuodesta 2024 eteenpäin pääasiassa Mikkelissä asumisesta syntyvää biojätettä ja jätevesilietettä, mutta myös noin 25 kunnan biojätteet. Lisäksi siinä voidaan käsitellä maatalouden ja teollisuuden sivuainevirtoja. (Miksei Mikkeli 2022.)

Biojalostamossa syntyy liikennebiokaasua, joka hyödynnetään paikallisilla E-kaasuasemilla. Biojalostamonyhteydessä on myös sopimusasiakkaille kaasuntankkausasema. (Miksei Mikkeli 2022.)

Juvan Bioson Oy Biokaasulaitos aloitti toimintansa syksyllä 2011. Laitoksen omistaa pääosin 12 maatilaa, kananmunantuottajia, luomu- ja tavanomaisia maitotiloja sekä pääosakkaana Turakkalan puutarha Oy (Bioson 2022). Biokaasulaitoksen reaktori on tilavuudeltaan 1700 m³, jälkikaasutusallas 2000 m³ ja vuosikapasiteetti syötteelle 19 500 t. Laitoksen syötteitä ovat lietelanta, kanan kuivalanta, vihannesjäte, viherrehu, rasvanerotuskaivojen liete ja leipomojäte. Kaikki tuotettu biokaasu menee Turakkalan puutarha Oy:n puutarhan lämmöntuotantoon ja valaistukseen. Vuosittainen tuotantomäärä on noin 1400 MWh sähköä ja noin 2000 MWh lämpöenergiaa. Juvan Bioson Oy:n biokaasutuksesta jäljelle jäävä mädäte varastoidaan ja kuljetetaan viljelijöille hyödynnettäväksi. (Mörsky & Panula-Ontto-Suuronen 2013, 20.)

Etelä-Savoon Pieksämäelle ollaan rakentamassa uutta biokaasulaitosta. Pieksämäen Vesi Oy:n omistaman Pieksämäen Biokaasulaitoksen on tarkoitus aloittaa toiminta kesällä 2022. Biokaasulaitos tulee sijoittumaan Pieksämäen keskustasta 1,5 kilometriä kaakkoon Tahinsuon laitaan Naiskankaan kolmion alueelle. Tontilla sijaitsee tällä hetkellä Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamo sekä Jätekuikko Oy:n lajitteluasema. Biokaasulaitoksen syötteenä käytetään ainoastaan puhdistamolietettä ja mahdollisesti samalla tontilla toimivan Jätekuikko Oy:n nestemäisiä jätejakeita, kuten rasvakaivolietetteitä. Rasvakaivolietteet Jätekuikko Oy kerää Pieksämäen alueelta. (Aluehallintavirasto 2021.)

Biokaasulaitoksen tuottama biokaasu käytetään sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitteistolla, jolla muodostetaan laitoksen omassa prosessissaan tarvitseva lämpö ja sähkö, sekä Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon käyttämät lämpö ja sähkö. Hankkeen tavoitteena on tehdä Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamosta energiaomavarainen, vähentäen sen lietteen käsittelyn kuluja ja pienentäen lietteen käsittelyn vaikutuksia ympäristölle. Jätevedenpuhdistamon liete kuljetetaan tällä hetkellä käsiteltäväksi Kuopioon, mikä tuottaa huomattavasti ylimääräisiä ympäristövaikutuksia ja kuluja. (Aluehallintavirasto 2021.)

Pieksämäen Biokaasulaitos on mitoitettu käsittelemään 15000 t syötteitä vuodessa. Laitoksen prosessi tuottaa biokaasua, mädätysjäännöstä ja rejektivettä. Laitoksen on tarkoitus tuottaa biokaasua 286 716 normaalikuutiota (Nm³) vuodessa ja tuotetun kaasun energiasisältö on tarkoitus olla 1921 MWh vuodessa. Tästä määrästä on nettotuottoa 672 MWh sähköenergiaa ja 400 MWh lämpöenergiaa jätevedenpuhdistamolle (Aluehallintavirasto 2021). Mädätysjäännös on suunniteltu käytettävän pelto- ja metsälannoitteena. Mädätysjäännöksestä eronnut lietevesi, eli rejektivesi, pyritään kierrättämään takaisin prosessiin. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013.)

Etelä-Savon suurin syötepotentiaali on karjanlannassa, mitä vuonna 2010 syntyi noin 550 000 t vuodessa. Vuonna 2010 julkaistussa Elintarvikeketjun jätteet ja sivuvirrat energiaksi ja lannoitteiksi - JaloJäte-tutkimushankkeessa, selvitettiin biomassapotentiaalia Etelä-Savossa. Biomassapotentiaaliin sisällytettiin kaikki Etelä-Savon elintarvikeketjun eri vaiheissa muodostuvat jäte- ja sivuvirtabiomassatyypit: Karjanlanta, sadonkorjuujäte, kesanto-biomassa, maatiloilla syntyvä eläinperäinen jäte, elintarvikejalostuksen jäte, jätevesiliete, biojäte, suojavyöhykebiomassa ja vesistöbiomassa. Biomassapotentiaali arvioitiin suoraan käytännön toimijoilta saatujen tietojen ja tietokantaaineistojen sekä paikkatietoaineistojen avulla. (Kahiluoto & Kuisma 2010, 14.)

Vuonna 2010 alueella muodostuvista jäte- ja sivuvirtabiomassoista noin 75 % oli karjanlantaa ja noin 20 % maataloudessa syntyviä kasvintuotannon jätteitä. Asumisen biojätteet ja

jätevesilietteet muodostavat kummatkin vain muutamien prosenttien osuuden kokonaismäärästä. (Kahiluoto & Kuisma 2010, 31.)

Tällä hetkellä biokaasua ei juurikaan käytetä lämmön- ja sähköntuotannossa Etelä-Savon alueella. Ainut poikkeus tähän on Metsäsairilan jätekeskuksessa kerättävä kaatopaikka-kaasu, joka hyödynnetään alueen omassa käytössä, sekä Juvan Bioson Oy:ssa tuotettu biokaasu, joka hyödynnetään Turakkala Oy:n puutarhan lämmöntuotannossa ja valaistuksessa. (Metsäsairila 2020; Mörsky & Panula-Ontto-Suuronen 2013, 20.)

Tulevaisuudessa myös Pieksämäen Biokaasulaitos tulee tuottamaan sähköä ja lämpöä, mitkä kuitenkin hyödynnetään laitoksen omissa prosesseissa sekä Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamossa. (Aluehallintavirasto 2021.)

Muu Etelä-Savossa tuotettu biokaasu muutetaan liikennebiokaasuksi ja käytetään liikenteessä. Etelä-Savossa on tällä hetkellä 4 biokaasun kaasutankkausasemaa. Kaasutankkausasemat omistaa Etelä-Savon Energia ja ne toimivat E-kaasuasemat kaasutankkausasemabrändin nimellä. Asemat sijaitsevat Tuskussa, Haukivuorella asemankylän läheisyydessä, Pertunmaan Kuortissa sekä Mikkelissä Graanin ostoskeskuksen yhteydessä. Tuskun asema on yhdistetty nesteytetyn ja paineistetun kaasun asema. Etelä-Savossa kuitenkin tuotetaan vain paineistettua kaasua ja nesteytetty kaasu ostetaan ulkopuolelta (E-kaasuasemat 2022.)

E-kaasuasemat tarjoavat paikallista vähäpäästöistä biokaasua. Biokaasu kaasutankkausasemille tulee BioHauesta ja BioSairilasta. BioHauki Oy:n raakakaasusta jalostetaan puhdasta biometaania, jota myydään E-kaasuasemilla Haukivuorella ja Mikkelin Graanilla (BioHauki Oy. 2022c). BioSairilan biojalostamo on valmistunut vuoden 2020–2021 vaihteessa ja tuottanut siitä lähtien kasvavalla tahdilla liikennebiokaasua hyödynnettäväksi E-kaasuasemille. (BioSairila 2022.)

5.3. Laadullinen tutkimus biokaasun tuottamisen ja käytön nykytilasta sekä tulevaisuudesta Etelä-Savossa

Laadullisen tutkimuksen tuloksia käsitellään tässä osiossa ja niiden avulla pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Tämän diplomityön laadullinen tutkimus toteutettiin teema-haastatteluina. Haastatteluihin valittiin 4 erilaista paikallista toimijaa ja 2 biokaasun tuotannon tai kaasuliikenteen asiantuntijaa. Kaikilta keskeisiltä Etelä-Savon biokaasuun tuotantoon tai jakeluun liittyviltä toimijoilta saatiin haastattelu. Haastatteluihin vastasi: Metsäsairila Oy:n ja BioSairila Oy:n toimitusjohtaja Ville Kakkonen, BioHauki Oy:n toimitusjohtaja Mikko Liukkonen, Juvan Bioson Oy:n omistaja ja hallituksen puheenjohtaja Heikki Teittinen, Etelä-Savon Energia Oy:n liiketoimintajohtaja Jukka Eestilä, Suomen Biokierto ja Biokaasu ry:n toiminnanjohtaja Anna Virolainen-Hynnä sekä ITS Finlandin liikenteen kiertotalouden asiantuntija Eemil Rauma.

Taulukossa 1 esitetään haastatteluihin vastanneet asiantuntijat, heidän työnkuvansa, organisaationsa ja toiminta-alansa.

Taulukko 1. Haastatellut asiantuntijat

Asiantuntija	Työnkuva	Organisaatio	Toiminta-ala
Asiantuntija A: Ville Kakkonen	Toimitusjohtaja	BioSairila Oy ja Metsäsairila Oy	Biokaasun tuotanto
Asiantuntija B: Mikko Liukkonen	Toimitusjohtaja	BioHauki Oy	Biokaasun tuotanto
Asiantuntija C: Heikki Teittinen	Omistaja, hallituksen puheenjohtaja	Juvan Bioson Oy	Biokaasun tuotanto
Asiantuntija D: Jukka Eestilä	Liiketoimintajohtaja	Etelä-Savon Energia Oy	Biokaasun tuotanto, kaasuliikenne
Asiantuntija E: Anna Virolainen-Hynnä	Toiminnanjohtaja	Suomen Biokierto ja Biokaasu ry	Biokaasun tuotanto, kaasuliikenne
Asiantuntija F: Eemil Rauma	Liikenteen kiertotalouden asiantuntija	ITS Finland	Kaasuliikenne

Asiantuntijoita haastateltiin heidän organisaatioidensa edustajina, mutta on huomioitava, että nämä tehdyt haastattelut jättivät myös haastatelluille tilaa ilmaista omat mielipiteensä käsillä olevista asioista.

5.3.1. Biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa

Diplomityön tutkimuskysymystä ``Mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa?``, lähdettiin selvittämään teemahaastattelussa kysymyksillä ``Paljonko tuotatte biokaasua/sähköä/lämpöä?`` ja ``Mihin tuotettu biokaasu/sähkö/lämpö käytetään?``.

Asiantuntija A:n mukaan BioSairila Oy tuottaa tällä hetkellä noin 975 000 kg biometaanina vuodessa, joka myydään kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemille, mistä sitä tankataan liikennekäyttöön. Metsäsairila Oy tuottaa tällä hetkellä noin 200 MWh sähköä ja 250 MWh lämpöä vuodessa, jotka menevät kokonaisuudessaan omaan käyttöön Metsäsairilan ja BioSairilan alueella.

Asiantuntija B:n mukaan BioHauki Oy tuottaa tällä hetkellä 700 000 kg biometaanina vuodessa. Biometaanin myydään kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemille, mistä sitä tankataan liikennekäyttöön.

Asiantuntija C:n mukaan Juvan Bioson Oy tuottaa tällä hetkellä noin 900 MWh sähköä ja 1200 MWh lämpöä. Sähkö- ja lämpöenergia myydään Turakkalan Puutarhalle ja käytetään Turakkalan Puutarhalla lämmöntuotannossa ja valaistuksessa.

Taulukossa 2 esitetään Etelä-Savon kaikki biokaasun tuottajat, biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta, sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta, lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta, missä tuotanto käytetään ja mikä on Etelä-Savossa biokaasulla tuotettavan biometaanin-, sähkön- ja lämmön tuotanto yhteensä vuodessa.

Taulukko 2. Biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa

Biokaasun tuottaja	Biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta	Sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta	Lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta	Missä tuotanto käytetään
BioSairila Oy	975 000 kg	0	0	Liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla.
Metsäsairila Oy	0	200 MWh	250 MWh	Sähkö- ja lämpö käytetään Metsäsairilan ja BioSairilan alueella
BioHauki Oy	700 000 kg	0	0	Liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla.
Juvan Bioson Oy	0	900 MWh	1200 MWh	Sähkö- ja lämpö käytetään Turakalan Puutarhalla
Nykytuotanto yhteensä vuodessa Etelä-Savossa	1 675 000 kg	1100 MWh	1450 MWh	

Biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa on siis 1 675 000 kg biometaania vuodessa sekä 1100 MWh sähköä vuodessa ja 1450 MWh lämpöä vuodessa. Biometaani käytetään kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla ja tuotettu sähkö- ja lämpö Turakalan Puutarhalla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella.

Diplomityön ensimmäisen tutkimuskysymyksen vastauksen selvittämistä tuettiin myös kysymyksillä ``Paljonko syötteitä tarvitaan ja mistä ne tulevat?`` ja ``Mihin lopputuotteet menevät?``.

Asiantuntija A:n mukaan BioSairila Oy:n syötteet tulevat Mikkelin talousalueen biojätteistä ja jätevesilietteistä. Syötteitä on kapasiteettia ottaa 19 500 t vuodessa. Laitoksessa on 3 reaktoria, joista 2 on biojätteelle ja 1 jätevesilietteelle. Biojätelinjaston toisen reaktorin

ylösajo on aloitettu vasta helmikuussa 2022, joten toimintaa on syötteidenkin osalta vasta noin 75 % maksimikapasiteetista, eli noin 14 625 t. BioSairilan lopputuotteet menevät lannoite- ja maanparannustuotteiksi paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käyttöön. Biojätelinjastoista tuleva mädäte on luomukelpoista, mutta jätevesilinjastoista ei.

Asiantuntija B:n mukaan BioHauki Oy:n syötteet tulevat tällä hetkellä paikallisten maatalousyrittäjien sivuvirroista, pääosin lehmänlannasta, mutta myös kanankakasta, heinästä ja nurmijätteestä. Vastaanotettava syötteiden määrä on kapasiteetiltaan 14 000 t vuodessa ja laitos toimii tällä hetkellä täydellä kapasiteetillaan. BioHauki Oy:n lopputuotteena syntyvä mädäte siirretään erilliseen rakennukseen, jossa siitä erotellaan ruuvilla neste ja kuiva-aine. Kuiva-aine käytetään luomulannoitteena paikallisten viljelijöiden käytössä.

Asiantuntija C:n mukaan Juvan Bioson Oy syötteet tulevat tällä hetkellä paikallisilta viljelijöiltä ja elintarviketeollisuudelta. Laitoksen syötteitä ovat lietelanta, kanan kuivalanta, vihannejäte, viherrehu, rasvanerotuskaivojen liete ja leipomojäte. Syötteitä käsitellään tällä hetkellä noin 16 000 t vuodessa laitoksen 19 500 t kapasiteetista. Juvan Bioson Oy:n biokaasutuksesta jäljelle jäävä mädäte varastoidaan ja kuljetetaan takaisin paikallisille syötteitä toimittaneille viljelijöille hyödynnettäväksi. Syntyvä lannoite soveltuu myös luomuviljelyyn.

Taulukossa 3 esitetään Etelä-Savon kaikki syötteistä biokaasua tuottavat biokaasulaitokset, niiden syötteiden käyttö vuodessa, syötteiden vastaanottokapasiteetti vuodessa, käytettävät syötteet, biokaasulaitoksissa syntyvän mädätteen sijoitus sekä syötteiden käyttö ja vastaanottokapasiteetti yhteensä vuodessa Etelä-Savossa.

Taulukko 3. Syötteiden käytön nykytila Etelä-Savossa

Biokaasulaitos	Syötteiden käyttö vuodessa	Syötteiden vastaanottokapasiteetti vuodessa	Käytettävät syötteet	Mädätteen sijoitus
BioSairila Oy	14 625 t	19 500 t	Mikkelin talousalueen biojätteet ja jätevesilietteet	Lannoite- ja maanparannustuotteiksi paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käyttöön
BioHauki Oy	14 000 t	14 000 t	Lehmänlanta, kananpöytä, heinä ja nurmijäte	Lannoitteeksi paikallisten viljelijöiden käyttöön
Juvan Bioson Oy	16 000 t	19 500 t	Lietelanta, kananpöytä, vihannejäte, viherrehu, rasvanerotuskaivojen liete ja leipomojäte	Lannoitteeksi syötteitä toimittaneille paikallisille viljelijöille
Syötteiden käyttö ja vastaanottokapasiteetti yhteensä vuodessa Etelä-Savossa	44 625 t	53 000 t		

Syötteiden käytön nykytila Etelä-Savossa on siis 44 625 t vuodessa ja syötteiden vuosittainen vastaanottokapasiteetti Etelä-Savossa on 53 000 t vuodessa. Biokaasutuotannon lopputuotteena syntyvät mädätteet käytetään lannoite- ja maanparannustuotteina paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

5.3.2. Biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa

Diplomityön tutkimuskysymystä ``Mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa?``, selvitettiin teemahaastatteluissa kysymyksillä ``Paljonko biokaasun/sähkön/lämmön tuotanto voisi olla tulevaisuudessa?``, ``Mitkä ovat mielestänne tärkeimpiä edistäviä tekijöitä ja haasteita biokaasun tuottamiselle ja käytölle Etelä-Savossa?`` ja ``Suomen tavoitteena on nelinkertaistaa kotimaisen biokaasun tuotanto vuoteen 2030 mennessä. Tuleeko mielestänne tuotanto nelinkertaistumaan myös Etelä-Savossa?``.

Diplomityön toisen tutkimuskysymyksen vastauksen selvittämistä tuettiin myös kysymyksillä ``Mikä on mielestänne biokaasutoimialaa koskevan ohjelmityön merkitys?`` ja ``Missä syötteissä on mielestänne suurimmat potentiaalit?``.

Asiantuntija A:n mukaan BioSairilan tai Metsäsairilan biokaasun tuotantoa ei ole suunnitelmia laajentaa lähitulevaisuudessa. BioSairila on tarkoitus saada tuottamaan 1 300 000 kg biometaanin kapasiteettiaan muutaman vuoden sisällä, mutta sen isompia suunnitelmia ei ole. Metsäsairilan kaatopaikkakaasun määrä taas ei ole kasvamassa, sillä kaatopaikoille ei enää mene samalla tavalla materiaalia, josta kaasua voisi syntyä.

Haasteena biokaasun tuottamisen laajentamiselle Asiantuntija A koki sen kannattavuuden. BioSairila saa kannattavuutensa pääasiassa biokaasulaitokseen käsiteltäväksi tuotavan biologisesti hajoavan jätteen porttimaksuilla. Hyviä porttimaksullisia syötteitä ei ole tarpeeksi laajentamiseen ja esimerkiksi porttimaksuttoman lannan käyttäminen syötteenä voi olla haastavaa tehdä kannattavasti, ilman että sitä aletaan tukemaan valtion taholta.

Biokaasun tuotantoa edistäviä tekijöitä voisivatkin olla erilaiset valtion tuet investointituen lisäksi. Tällä hetkellä biokaasulaitoksen investointia tuetaan, mutta itse kaasuntuotantoon ei saa tukea. Asiantuntija A ei ole varma tuleeko biokaasun tuotanto nelinkertaistumaan Etelä-Savossa tai koko Suomessa vuoteen 2030 mennessä kannattavuusongelmien vuoksi. Metsäsairilan ja BioSairilan osalta tuotanto ei ainakaan luultavimmin tule lähitulevaisuudessa

kasvamaan niiden nykyistä maksimipotentialia isommaksi, eikä Asiantuntija A ole kuullut muista uusista alueelle tulevista toimijoista, kuin Pieksämäen Biokaasulaitoksesta. Asiantuntija A näkee suurimmat potentiaalit niissä syötteissä, mitä tullaan tukemaan Euroopan unionin ja Suomen valtion toimesta.

BioHauki Oy:lla ei ole myöskään laajentamissuunnitelmia lähitulevaisuudessa Asiantuntija B:n näkemyksen mukaan. Biohauen biokaasunjalostamo toimii nyt täydellä kapasiteetilla ja lähitulevaisuuden tuotantomäärä on pysymässä samana. Asiantuntija B uskoo, että tärkeimmät haasteet biokaasun tuotannon laajenemiselle liittyvät syötteisiin ja niiden kannattavuuteen. Biokaasupotentiaaliltaan hyvissä jätepuolen raaka-aineissa ei Asiantuntija B:n mukaan Etelä-Savossa ole kasvatettavaa, mutta esimerkiksi maatalouden sivuvirroissa olisi. Niihin liittyy kuitenkin omat haasteensa, kuten esimerkiksi lannan pieni biokaasupotentiaali biomassan ollessa kerran syötyä. Asiantuntija B:n mukaan myöskään esimerkiksi rehun kasvatamisessa biokaasutuotantoa varten ei saisi kilpailla ruoantuotannon eikä eläimille tuotettavan rehun kanssa maankäytöstä.

Tärkeimpänä tulevaisuuden edistävänä tekijänä Asiantuntija B näkee erilaiset tukitoimet, kuten tuen biokaasulaitoksille lannasta tuottamiseen. Tuki tarvitaan tekemään lannan käsittely biokaasulaitoksella kilpailukykyiseksi peltovetyksen kanssa. Asiantuntija B uskoo syötteiden potentiaalın olevan lannassa ja vihermassassa, mutta ajattelee tuotannon kasvun Suomessa olevan riippuvainen valtion tukitoimista.

Asiantuntija C:n mukaan Juvan Bioson Oy:n tuotannossa ei tällä hetkellä ole laajentamissuunnitelmia. Bioson voi kuitenkin lähitulevaisuudessa taas tuottaa maksimikapasiteettinsa, jossa vuosittainen tuotantomäärä nettona on noin 1400 MWh sähköä ja noin 2000 MWh lämpöenergiaa. Asiantuntija C kokee haasteeksi kaasun tuottamiselle sen, ettei kaasun tuottaminen ole kannattavaa, sillä energian hinta on yleisesti niin alhaalla. Myöskään hyviä paikallisia syötteitä ei ole enempää tarjolla. Jos kaasulle tulisi kovempi hinta ja jos tulisi lisää hyviä syötteitä, niin Biosonissa voitaisiin nostaa tuotantoa. Asiantuntija C toteaa ravinteiden hinnan olevan tällä hetkellä huipussa ja sen, ettei maatalojen ole järkeä tuoda esimerkiksi lantaa biokaasulaitoksille, kun sen voi levittää ilmaiseksi pellolle. Asiantuntija C seuraa

biokaasutoimialaa koskevaa ohjelmatyötä tarkasti ja odottaa uusia biokaasualaa koskevia päätöksiä ja tukiratkaisuja.

Asiantuntija D:n mukaan Etelä-Savon Energialla ei ole ajatuksia laajentaa tuotantoa, ainakaan ennen kuin kannattavuus paranee. Asiantuntija D uskoo, että syötteet ja biokaasun tuotantomäärät ovat tällä hetkellä hyvässä tasapainossa Etelä-Savossa ja että uudet laitosinvestoinnit vaatisivat lisää syötteitä.

Asiantuntija D kokee tärkeimmäksi edistäväksi tekijäksi tulevaisuuden biokaasun tuotannolle jonkun tukijärjestelmän, millä kaasuntuotantoa tuettaisiin. Biokaasun syötteet ovat hyvin vähäenergisiä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna ja Asiantuntija D:n mukaan niitä vastaan kilpaileminen ei toimi, jos biokaasun tuotantoa ei tueta. Asiantuntija D näkee tavoitteet Suomen kotimaisen biokaasun nelinkertaistamisesta hyvinä tavoitteina, mutta ajattelee niiden toteutumiseksi tarvittavan vielä monia konkreettisia toimenpiteitä ja tukia. Hän on kuitenkin toiveikas tulevaisuuden suhteen, sillä kokee kotimaisen kaasun olevan hyvässä huurossa sen ympäristökuormaa vähentävien ja huoltovarmuutta parantavien ominaisuuksien vuoksi. Hän myös uskoo uusien innovaatioiden voivan lisätä biokaasun tuotantoa, kuten uusiutuvaa metaania ja vihreää vetyä tuottavan power-to-gas -menetelmän. Suurimman potentiaalinen Asiantuntija D näkee syötteissä mitä tullaan tukemaan tulevaisuudessa, sillä niistä voi tuottaa kannattavasti biokaasua.

Asiantuntija E on optimistinen Suomen kotimaisen biokaasun tuotannon nelinkertaistamistavoitteen suhteen vuoteen 2030 mennessä. Asiantuntija E:n mukaan biokaasun mahdollisuudet on tunnistettu Suomessa sekä Euroopassa ja sitä pidetään merkittävänä energiantuotantomuotona. Uusia biokaasuun liittyviä investointisuunnitelmia tulee Suomessa jatkuvasti ja myös synteettisen metaanin tuotantolaitoksista on alkanut tulla investointisuunnitelmia.

Asiantuntija E:n mukaan tuotanto tulee nelinkertaistumaan joka puolella Suomea. Esimerkiksi Lapin maakunnassa tuotannon ollessa nyt olematon, ei nelinkertaistuminen vaadi kuin yhden laitoksen, jollainen on nyt tulossa Lapin maakunnan Tervolaan. Asiantuntija E näkee

lyhyellä tähtämellä haasteeksi sen, miten uudet laitokset saavat ympäristölupia, turvallisuus- ja kemikaaliviraston lupia ja mädätteen jalostukseen liittyviä ruokavirastojen lupia. Näihin kaikkiin on olemassa pitkät jonot. Biokaasuohjelmaa hän pitää tärkeänä, sen tarjotessa tarvittavia toimenpiteitä haasteiden ratkaisemiseksi. Keskipitkällä ja pitkällä tähtämellä Asiantuntija E näkee olennaiseksi erilaiset investointituet ja niiden jatkuvuuden. Erilaiset tukiratkaisut ovat tärkeitä biokaasutuotannon kasvattamiseksi, ja niitä pitää kehittää jatkuvasti eri ministeriöiden toimesta. Laitokset ovat investointeina kalliita, takaisinmaksuaika on pitkä ja kysynnässä on epävarmuutta. Asiantuntija E:n mukaan tälläkin hetkellä on olemassa pitkään vireillä olleita hankkeita, mitä ei ole viety loppuun, koska ei ole löytynyt tarpeeksi ostajia valmiille tuotteelle.

Biokaasun käyttöä tulevaisuuden liikenteessä selvitettiin kysymyksillä ``Miten näette kaasuautoilun tulevaisuuden henkilöautojen/raskaan kaluston autojen/tankkausverkoston osalta?`` ja ``Mitkä ovat mielestänne tärkeimpiä edistäviä tekijöitä ja haasteita kaasuautoilulle?``.

Asiantuntija D näkee kaasuautoilun tulevaisuuden epävarmana. Hän kokee suurimman kysynnän olevan kevyessä raskaassa liikenteessä, kuten jätehuollossa ja linja-autoliikenteessä. Henkilöautojen osalta epävarmuutta tuo se, ettei uusia kaasuautoja juurikaan enää tehdä. Asiantuntija D uskoo raskaassa liikenteessä olevan potentiaalia, mutta pitää senkin tulevaisuutta vielä kysymysmerkinä.

Kaasuautoilun tulevaisuutta edistävinä tekijöinä Asiantuntija D pitää erinäisiä sille myönnettäviä tukia ja yleistä kielteisempää asennetta fossiilisia polttoaineita kohtaan. Asiantuntija D kokee myös jakeluvetoisuuden edistäväksi tekijänä sen lisätessä biojakeiden kysyntää, mikä on biokaasun tuottajille hyvä asia. Tällä hetkellä Asiantuntija D:n mukaan kaikki tuotettu biometaani saadaan myydyksi E-kaasuasemilla ja kysyntää on myös nykytuotannon yli. Haasteena Asiantuntija D pitää kannattavuutta, esimerkiksi tankkausasemien investointien ollessa isoja ja epävarmoja. Aika harvat energiantuottajat Suomessa ovat lähteneet biokaasuun juuri epävarmuuden takia. Tuet voivat auttaa investoinneissa, mutta toiminnan pitäisi olla kannattavaa myös investoinnin jälkeen.

Asiantuntija D näkee Euroopan unionin avainasemassa Suomen biokaasun tulevaisuudessa lainsäädännön tullessa sieltä. Suomi voi yrittää vaikuttaa sen tulevaisuuteen, mutta se on kuitenkin vain pieni pala Euroopan unionia. Asiantuntija D:n mukaan jotain pitää tehdä, että päästään eroon fossiilisista polttoaineista ja hän odottaa mielenkiinnolla minkä energian tuotantoa halutaan tukea tulevaisuudessa. Asiantuntija D näkee kaasun liikenteessä ainakin hyvänä väliajan helpotuksena täyssähköön siirryttäessä ja uskoo kaasulla aina olevan kysyntää, on se sitten liikenteessä tai jossain muualla.

Asiantuntija E:llä on vakaa usko siihen, että liikenteessä tullaan käyttämään etenevässä määrin biometaania. Hän pitää Suomen 2030 vuoden tavoitteita kaasukäyttöisten henkilöautojen, kaasukäyttöisten raskaan kaluston autojen ja liikenteessä käytettävän biokaasun osalta realistisina. Tavoitteissa on Asiantuntija E:n mukaan otettu hyvin huomioon kysyntä ja tarjonta ja hän uskoo kasvun olevan samanlaista joka puolella Suomea. Yhtenä haasteena hän näkee sen, ettemme saisi kotimaisen biokaasun tuotantoa nostettua tarpeeksi saadaksemme riittävästi biometaania.

Biokaasutoimialaa koskevan ohjelmityön osalta Asiantuntija E pitää fossiilittoman liikenteen tiekarttaa ja siihen liittyvää periaatepäätöstä tärkeänä. Jakeluvaihtoehdon osalta ei kuulemma voida vielä sanoa tarkkoja mielipiteitä, sillä ei vielä tiedetä kuinka hyvin se tulee toimimaan. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma taas tuo epävarmuuksia kaasuhenkilöautojen tulevaisuuteen siinä olevien päästötavoitteiden takia, sillä kaasuauto eivät yllä niihin pakoputken päästä tapahtuvien päästömittausten takia. Euroopan komissio kuitenkin suhtautuu erittäin myönteisesti biokaasun ja biometaanin tuotantoon ja Asiantuntija E uskoo, että kaasuautoilua koskevaan sääntelyyn on vielä tulossa lisää myönteisiä muutoksia.

Asiantuntija F näkee kaasuautoilun tulevaisuuden epämääräisenä. Henkilöautopuolella Asiantuntija F ei näe tulevaisuutta ainakaan pitkällä aikavälillä, sillä lähes kukaan autonvalmistaja ei enää valmista kaasuautoja ja Suomessa konvertoitavaksi sopivia autoja on vain rajallisesti. Keskipitkällä aikavälillä hän näkee kaasussa tulevaisuutta raskaan kaluston autoissa,

mutta uskoo sielläkin siirryttävän täyssähköön ja vetyyn. Asiantuntija F sanoo vedyn kilpaillevan suoraan biometaanin kanssa ja uskoo vedyn olevan biometaanin korvaava energiamuoto 2030-luvulla.

Asiantuntija F näkee biokaasun perimmäisenä ongelmana sen, että se syntyy väärässä paikassa logistiikka- ja liikennevirtoihin nähden. Biokaasu syntyy maaseudulla haja-asutusalueilla ja sen kuljetuskustannukset ovat niin suuret, että se pitää käyttää mahdollisimman lähellä tuotantopaikkaa. Asiantuntija F pitää biokaasuna hyvänä energiamuotona, sillä siinä säästetään maataloudessa syntyviä metaanipäästöjä ja sillä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita. Hän ajattelee, että Suomessa ehkä voitaisiinkin tuottaa biometaania omiin tarpeisiin, mutta muualla Euroopassa tilanne ei ole sama ja ketään autovalmistajaa ei kiinnosta mitä Suomessa tehdään.

Kaiken kaikkiaan Asiantuntija F pitää biokaasua Suomessa hyvänä vaihtoehtona, mutta pitää sen tuotantopotentiaalia liioiteltuna. Asiantuntija F:n mukaan Suomalaiselle biokaasulle löytyy varmasti ottajia, mutta se on epätodennäköistä, että ottajat olisivat liikennesektorilla ainakaan pitkällä aikavälillä. Asiantuntija F ei pidä kuitenkaan mitään varmana Euroopan unionin mannerlaattojen ollessa liikkeessä Venäjän hyökkäyksen Ukrainaan sekä koronapandemian takia. Asiantuntija F:n mukaan Euroopan unioni saattaa myös tehdä täyskäännöksen biometaanin suhteen ja alkaa edistämään sen tuottoa ja käyttöä erilaisilla tukiratkaisuilla.

5.4. Tulevaisuusarviot biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa

Tässä osiossa tehdään kaksi eri tulevaisuusarviota biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa vuonna 2030. Tulevaisuusarviot tehdään kirjallisuuskatsauksesta ja teemahaastattelusta saatujen tulosten perusteella.

5.4.1. Tulevaisuusarvio 1 vuodelle 2030

Tulevaisuusarvio 1 olisi se, että alueella jatkaisi ainoastaan siellä tällä hetkellä olevat toimijat, sekä kesällä 2022 toimintansa aloittava Pieksämäen Biokaasulaitos. Nykyiset toimijat nostaisivat nykytuotannon laitosten maksimikapasiteetteihin teemahaastatteluissa kuultujen tavoitteiden mukaan. Teemahaastattelut puoltaisivat tätä skenaariota, sillä yhdelläkään paikallisella toimijalla ei ollut tarkoitus laajentaa toimintaansa lähitulevaisuudessa nykyistä maksimikapasiteettia isommaksi. Kukaan paikallisista toimijoista ei ollut myöskään kuullut, että alueelle olisi tulossa uusia toimijoita Pieksämäen Biokaasulaitoksen lisäksi.

Tässä vuoden 2030 tulevaisuusarviossa BioSairila Oy tuottaisi maksimikapasiteettinsa 1 300 000 kg biometaania vuodessa käyttäen 19 500 t syötteitä. Metsäsairila tuottaisi saman määrän kaatopaikkakaasua, millä tuotettaisiin 200 MWh sähköä ja 250 MWh lämpöä vuodessa. BioHauki Oy jatkaisi maksimikapasiteettinsa tuottamista, eli 700 000 kg biometaania vuodessa käyttäen 14 000 t syötteitä. Juvan Bioson Oy tuottaisi maksimikapasiteettinsa, eli 1400 MWh sähköä ja 2000 MWh lämpöä käyttäen 19 500 t syötteitä. Myös Pieksämäen Biokaasulaitos olisi aloittanut toimintansa ja tuottaisi maksimikapasiteettinsa 672 MWh sähköä ja 400 MWh lämpöä käyttäen 15 000 t syötteitä.

Taulukossa 4 esitetään tulevaisuusarvio 1:n Etelä-Savon kaikki biokaasun tuottajat vuonna 2030, biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta, sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta, lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta, syötteiden käyttö vuodessa, missä tuotanto käytetään vuonna 2030, syötteiden käyttö yhteensä vuodessa vuonna 2030 ja mikä on Etelä-

Savossa biokaasulla tuotettavan biometaanin-, sähkön- ja lämmön tuotanto yhteensä vuodessa vuonna 2030.

Taulukko 4. Tulevaisuusarvio 1 biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa

Biokaasun tuottajat vuonna 2030	Biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta	Sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta	Lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta	Syötteiden käyttö vuodessa	Missä tuotanto käytetään vuonna 2030
BioSairila Oy	1 300 000 kg	0	0	19 500 t	E-kaasuasemilla
Metsäsairila Oy	0	200 MWh	250 MWh		Metsäsairilan ja BioSairilan alueella
BioHauki Oy	700 000 kg	0	0	14 000 t	E-kaasuasemilla
Juvan Bioson Oy	0	1400 MWh	2000 MWh	19 500 t	Turakkalan Puutarhalla
Pieksämäen Bio-kaasulaitos	0	672 MWh	400 MWh	15 000 t	Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamolla
Tuotanto ja syötteiden käyttö yhteensä vuodessa Etelä-Savossa vuonna 2030	2 000 000 kg	2272 MWh	2650 MWh	68 000 t	

Tulevaisuusarvio 1 mukaan vuonna 2030 Etelä-Savossa tuotettaisiin 2 000 000 kg biometaania vuodessa sekä 2272 MWh sähköä vuodessa ja 2650 MWh lämpöä vuodessa. Tuotettu biometaani käytettäisiin kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla. Asiantuntija D:n mukaan kaikki tuotettu biometaani saadaan myydyksi tällä hetkellä E-kaasuasemilla ja kysyntää on myös nykytuotannon yli, joten vuonna 2030 saataisiin varmasti myös pieni tuotannon määrän kasvu myytyä. Myös esimerkiksi Asiantuntija E:n mielipide tukisi tätä, hänen pitäessään Suomen 2030 vuoden tavoitteita kaasukäyttöisten henkilöautojen, kaasukäyttöisten raskaan kaluston autojen ja liikenteessä käytettävän biokaasun osalta realistisina.

Tuotettu sähkö ja lämpö käytettäisiin Turakkalan Puutarhalla, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamolla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella.

Tässä tulevaisuusarviossa Etelä-Savon biokaasulaitokset käyttäisivät maksimikapasiteettinsa syötteitä mikä on yhteensä 68 000 t vuodessa. Etelä-Savon nykyiset biokaasulaitokset käyttäisivät samoja syötteitä, kun tälläkin hetkellä ja Pieksämäen Biokaasulaitos käyttäisi Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon puhdistamolietettä sekä mahdollisesti samalla tontilla toimivan Jätekuikko Oy:n nestemäisiä jätejakeita, kuten rasvakaivolietettä. Lisäänntyneen tuotannon aiheuttama pieni mädätteen määrän kasvu, voitaisiin sekkin käyttää lannoite- ja maanparannustuotteina samojen paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

5.4.2. Tulevaisuusarvio 2 vuodelle 2030

Tulevaisuusarvio 2 olisi se, että Etelä-Savon tämänhetkinen biokaasun tuotanto nelinkertaisuisi vuoteen 2030 mennessä Suomen tuotantotavoitteiden mukaan. Suomen biokaasun tuotanto on tällä hetkellä 1 TWh vuodessa ja Suomen hallitus on asettanut vuoden 2030 biokaasun tuotantotavoitteeksi 4 TWh (Valtioneuvosto 2022a).

Etelä-Savon paikallisten toimijoiden teemahaastattelut eivät puoltaisi tätä tulevaisuusarviota, sillä yhdelläkään paikallisella toimijalla ei ollut tarkoitus laajentaa toimintaansa lähitulevaisuudessa nykyistä maksimikapasiteettia isommaksi. Kukaan paikallisista toimijoista ei ollut myöskään kuullut, että alueelle olisi tulossa uusia toimijoita Pieksämäen Biokaasulaitoksen lisäksi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö alueelle voisi tulla uusia toimijoita vuoteen 2030 mennessä tai etteikö nykyiset paikalliset toimijat voisi muuttaa mielipidettään esimerkiksi uusien kaasuntuotannon tukien myötä.

Asiantuntija E:n mielipide puolsi tämän tulevaisuusarvion toteutumista. Asiantuntija E on optimistinen Suomen kotimaisen biokaasun tuotannon nelinkertaistamistavoitteen suhteen vuoteen 2030 mennessä ja hänen mukaansa tuotanto voi hyvin tulla nelinkertaistumaan joka

puolella Suomea. Asiantuntija E:n mukaan Suomessa tulee jatkuvasti uusia biokaasun- ja synteettisen metaanin tuotantoon liittyviä investointisuunnitelmia. Myös Asiantuntija D näki potentiaalia synteettisen metaanin tuotannossa ja uskoo uusien innovaatioiden voivan lisätä kaasun tuotantoa lähitulevaisuudessa.

Biokaasun tuotantoa edistävät tekijät veisivät Etelä-Savon lähemmäs tätä tulevaisuusarviota. Tärkeimpinä edistävinä tekijöitä biokaasun tuottamiselle pidettiin erilaisia valtion tukia itse kaasutuotantoon investointituen lisäksi. Esimerkiksi biokaasun tuottamiseen lannasta tarvittaisiin tuki, että lannan käsittely biokaasulaitoksella tulisi kilpailukykyiseksi peltolevityksen kanssa. Asiantuntija D koki myös jakeluvaihtoehdon edistävänä tekijänä sen lisätessä biojakeiden kysyntää, mikä on biokaasun tuottajille hyvä asia. Asiantuntija E:n mielestä biokaasuohjelma ja fossiilittoman liikenteen tiekartta olivat edistäviä tekijöitä niiden tarjotessa tarvittavia toimenpiteitä haasteiden ratkaisemiseksi.

Suurimpina haasteina taas biokaasun tuottamiselle nähtiin sen kannattavuus ja hyvien paikallisten lisäyötteiden puute. Myös esimerkiksi biokaasuohjelma tukee näitä näkemyksiä. Biokaasuohjelman mukaan merkittävimmät haasteet biokaasutuotannossa liittyvät sen heikkoon kannattavuuteen ja kannattavuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi investointikustannuksia ja maataloussyötteistä aiheutuvia kustannuksia alentamalla (Valtioneuvosto 2020).

Asiantuntija A ja D näkevät suurimmat potentiaalit niissä syötteissä, mitä tullaan tukemaan Euroopan unionin ja Suomen valtion toimesta. Asiantuntija B uskoo syötteiden potentiaalin olevan lannassa ja vihermassassa, mutta ajattelee tuotannon kasvun olevan riippuvainen valtion tukitoimista. Asiantuntija B:n mukaan biokaasupotentiaaliltaan hyvissä jätepuolen raaka-aineissa ei Etelä-Savossa ole kasvatettavaa. Myös Maa- ja metsätalousministeriön mukaan biokaasutuotannon suurimmat raaka-ainepotentiaalit Suomessa ovat maatalouden biomassoissa kuten nurmessa ja lannassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry on laatinut erilaisia biokaasuskenaarioita vuodelle 2030, miten Suomi voisi päästä haluttuun 4 TWh tuotantoon. Niissä tuotantotavoitteen

mahdollistamiseksi on ajateltu, että maataloudesta ja teollisuudesta saatavilla syötteillä voitaisiin tuottaa biokaasua erikokoisissa biokaasulaitoksissa nykyisen 1 TWh sijaan 3 TWh, joka olisi 75 % tuotantotavoitteesta. Tämän lisäksi uudet tekniikat ja syötteet, kuten synteettinen metaani toisi tuotantoon 1 TWh eli 25 % lisäyksen mahdollistaen täten 4 TWh tuotannon vuonna 2030. (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2022c.)

Biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa on tällä hetkellä 1 675 000 kg biometaania vuodessa sekä 1100 MWh sähköä vuodessa ja 1450 MWh lämpöä vuodessa. Tuotannon nelinkertaistumisen myötä Etelä-Savossa voitaisiin siis tuottaa esimerkiksi 6 700 000 kg biometaania vuodessa sekä 4400 MWh sähköä vuodessa ja 5800 MWh lämpöä vuodessa. Tulevaisuusarvio 2:n toteutumiseksi tarvittaisiin Etelä-Savoon ainakin uusia toimijoita ja mahdollisesti myös nykyisten paikallisten toimijoiden tuotannon laajentamista. Tuotannon kasvun pitäisi tulla maatalouden syötteistä, teollisuuden syötteiden ollessa pääosin jo käytössä Etelä-Savossa. Etelä-Savossa suurin syötepotentiaali onkin karjanlannassa, mitä syntyy noin 550 000 t vuodessa (Kahiluoto & Kuisma 2010, 31). Maataloussyötteissä, kuten karjanlannassa on hyvin pieni biokaasupotentiaali orgaanisen aineen ollessa jo kerran syötyä. Karjanlannan käyttöä syötteenä pitäisikin alkaa tukemaan sen kannattavuuden parantamiseksi. Tämän lisäksi uudet tekniikat ja syötteet, kuten synteettinen metaani, voisivat tuoda osan tuotannon kasvusta.

Tulevaisuusarvio 2:ssa, Suomen Biokierto ja Biokaasu ry biokaasuskenaarioiden tapaan, 75 % tuotetusta biokaasusta syntyisi erikokoisissa biokaasulaitoksissa, eli Etelä-Savon nykyisissä tuotantolaitoksissa, kesällä 2022 aloittavassa Pieksämäen Biokaasulaitoksessa sekä alueelle tulevissa uusissa biokaasulaitoksissa. Loput 25 % tuotetusta kaasusta syntyisi uusien tekniikoiden, kuten synteettinen metaanin avulla. Etelä-Savon nykyiset tuotantolaitokset ja kesällä 2022 aloittava Pieksämäen Biokaasulaitos tuottaisivat maksimikapasiteettinsa taulukko 4:n mukaan, eli yhteensä 2 000 000 kg biometaania vuodessa sekä 2272 MWh sähköä vuodessa ja 2650 MWh lämpöä vuodessa. Taulukko 4:n mukaan tähän tarvittaisiin yhteensä 68 000 t syötteitä vuodessa. Uudet biokaasulaitokset alueella tuottaisivat karjanlannasta 3 025 000 kg biometaania vuodessa sekä 1028 MWh sähköä vuodessa ja 1700 MWh lämpöä vuodessa. Tähän tarvittaisiin noin 280 000 t karjanlantaa Luonnonvarakeskuksen

biokaasulaskurin mukaan (Luonnonvarakeskus 2022). Uusilla tekniikoilla, kuten synteettisellä metaanilla, tuotettaisiin 1 675 000 kg biometaanina vuodessa sekä 1100 MWh sähköä vuodessa ja 1450 MWh lämpöä vuodessa.

Taulukossa 5 esitetään tulevaisuusarvio 2:n Etelä-Savon kaikki biokaasun tuottajat vuonna 2030, biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta, sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta, lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta, syötteiden käyttö vuodessa, missä tuotanto käytetään vuonna 2030, syötteiden käyttö yhteensä vuodessa vuonna 2030 ja mikä on Etelä-Savossa biokaasulla tuotettavan biometaanin-, sähkön- ja lämmön tuotanto yhteensä vuodessa vuonna 2030.

Taulukko 5. Tulevaisuusarvio 2 biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa

Biokaasun tuottajat vuonna 2030 Etelä-Savossa	Biometaanin tuotanto vuodessa biokaasusta	Sähkön tuotanto vuodessa biokaasusta	Lämmön tuotanto vuodessa biokaasusta	Syötteiden käyttö vuodessa	Missä tuotanto käytetään vuonna 2030
Etelä-Savon nykyiset tuotantolaitokset + Pieksämäen Biokaasulaitos	2 000 000 kg	2272 MWh	2650 MWh	68 000 t	E-kaasuasemat, Turakkalan Puutarha, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamo, Metsäsairilan ja BioSairilan alue
Uudet biokaasulaitokset	3 025 000 kg	1028 MWh	1700 MWh	n. 280 000 t	Liikenne, paikalliset toimijat, paikallinen kaukolämpöverkko ja sähköverkko
Uudet tekniikat, kuten synteettinen metaani	1 675 000 kg	1100 MWh	1450 MWh	0 t	Liikenne, paikalliset toimijat, paikallinen kaukolämpöverkko ja sähköverkko
Tuotanto ja syötteiden käyttö yhteensä vuodessa vuonna 2030	6 700 000 kg	4400 MWh	5800 MWh	n. 348 000 t	

Tuotannon nelinkertaistaminen olisi siis mahdollista esimerkiksi karjanlannan hyödyntämisen syötteenä ja uusien tekniikoiden, kuten synteettisen metaanin avulla. Tulevaisuusarvio 2 mukaan vuonna 2030 Etelä-Savossa tuotettaisiin 6 700 000 kg biometaania vuodessa sekä 4400 MWh sähköä vuodessa ja 5800 MWh lämpöä vuodessa.

Lisääntynyt biometaanin tuotanto voitaisiin käyttää liikenteessä. Jakelua helpottamaan voitaisiin rakentaa uusia jakeluasemia. Asiantuntija D:n mukaan kaikki tuotettu biometaani saadaan myydyksi tällä hetkellä E-kaasuasemilla ja kysyntää on myös nykytuotannon yli, joten se on mahdollista, että kysyntä tulisi kasvamaan paljonkin. Myös esimerkiksi Asiantuntija E:n mielipide tukisi tätä, hänen pitäessään Suomen 2030 vuoden tavoitteita kaasukäyttöisten henkilöautojen, kaasukäyttöisten raskaan kaluston autojen ja liikenteessä käytettävän biokaasun osalta realistisina. Tavoitteissa on Asiantuntija E:n mukaan otettu hyvin huomioon kysyntä ja tarjonta ja hän uskoo kasvun olevan samanlaista joka puolella Suomea.

Asiantuntija F ei taas näe tulevaisuutta biometaanin kysynnän kasvussa Suomessa, ainakaan pitkällä aikavälillä. Lähes kukaan autonvalmistaja ei enää valmista kaasukäyttöisiä henkilöautoja ja Suomessa konvertoitavaksi sopivia autoja on vain rajallisesti. Keskipitkällä aikavälillä hän näkee tulevaisuutta kaasukäyttöisissä raskaan kaluston autoissa, mutta uskoo sieläkin siirryttävän täyssähköön ja vetyyn. Asiantuntija F sanoo vedyn kilpailevan suoraan biometaanin kanssa ja uskoo vedyn olevan biometaanin korvaava energiamuoto 2030-luvulla. Asiantuntija F:n mukaan Suomalaiselle biokaasulle löytyy varmasti ottajia, mutta se on epätodennäköistä, että ottajat olisivat liikennesektorilla. Saattaisi siis olla, että Etelä-Savossa tulisi ylitarjontaa biometaanin osalta. Asiantuntija F ei pidä kuitenkaan mitään varmana Euroopan unionin mannerlaattojen ollessa liikkeessä Venäjän hyökkäyksen Ukrainaun sekä koronapandemian takia. Euroopan unioni saattaa myös tehdä täyskäännöksen biometaanin suhteen ja alkaa edistämään sen tuottoa ja käyttöä uusilla tukiratkaisuilla.

Kaikki tuotettu sähkö ja lämpö voitaisiin myydä Turakkalan Puutarhan, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueen lisäksi muille paikallisille toimijoille, paikalliseen kaukolämpöverkkoon tai sähköverkkoon.

Tässä tulevaisuusarviossa Etelä-Savossa käytettäisiin yhteensä noin 348 000 t syötteitä vuodessa. Etelä-Savon nykyiset biokaasulaitokset käyttäisivät samoja syötteitä, kun tälläkin hetkellä ja Pieksämäen Biokaasulaitos käyttäisi Pieksämäen Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon puhdistamolietettä sekä mahdollisesti samalla tontilla toimivan Jätekuikko Oy:n nestemäisiä jätejakeita, kuten rasvakaivolietettä. Uudet biokaasulaitokset käyttäisivät karjanlantaa, Etelä-Savon suurimman syötepotentiaalin ollessa siinä (Kahiluoto & Kuisma 2010, 31). Lisääntyneen tuotannon aiheuttama mädätteen määrän kasvu, voitaisiin sekin käyttää lannoite- ja maanparannustuotteina paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

6. Johtopäätökset

Tässä luvussa käydään läpi työn tuloksena syntyneet johtopäätökset sekä vastataan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Työn ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa. Tähän etsittiin vastauksia perehtymällä kirjallisuuteen ja tekemällä teemahaastattelut alueen tärkeimmille toimijoille.

Biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa on 1 675 000 kg biometaanina vuodessa sekä 1100 MWh sähköä vuodessa ja 1450 MWh lämpöä vuodessa. Tuotettu sähkö ja lämpö käytetään Turakkalan Puutarhalla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella. Biometaanin käytetään kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla. Kun henkilöautolla ajetaan Suomessa keskimäärin noin 14 000 kilometriä vuodessa ja kaasuhenkilöautojen keskimääräinen kulutus on noin 4,5 kg biometaanina 100 kilometriä kohden (Tilastokeskus 2019), vastaa 1 675 000 kg biometaanina noin 2659 kaasuhenkilöauton vuotuista kulutusta.

Myös syötteiden käytöstä ja biokaasutuotannon lopputuotteiden sijoituksesta Etelä-Savossa tehtiin arvio. Syötteiden käytön nykytila Etelä-Savossa on noin 44 625 t vuodessa ja syötteiden vuosittainen vastaanottokapasiteetti Etelä-Savossa on 53 000 t vuodessa. Biokaasulaitoksissa syntyvä mädäte käytetään lannoite- ja maanparannustuotteina paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

Työn toisena tutkimuskysymyksenä oli selvittää, mikä on biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa. Teemahaastattelut paikallisille toimijoille sekä biokaasun tuotannon ja kaasuliikenteen asiantuntijoille, olivat kantava osa tähän tutkimuskysymykseen vastaamista. Koska diplomityö on luonteeltaan laadullinen ja kysymys on tulevaisuudesta, on tulokset tähän tutkimuskysymykseen vain suuntaa antavia.

Tulevaisuuden arvioimiseksi tehtiin kaksi eri tulevaisuusarviota biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa vuonna 2030. Tulevaisuusarviot tehtiin kirjallisuuskatsauksesta ja teemahaastatteluista saatujen tulosten perusteella.

Tulevaisuusarvio 1 mukaan, alueella jatkaisi ainoastaan siellä tällä hetkellä olevat toimijat, sekä kesällä 2022 toimintansa aloittava Pieksämäen biokaasulaitos. Nykyiset toimijat nostaisivat nykytuotannon laitosten maksimikapasiteetteihin. Etelä-Savossa tuotettaisiin 2 000 000 kg biometaania vuodessa sekä 2272 MWh sähköä vuodessa ja 2650 MWh lämpöä vuodessa. Tuotettu biometaani käytettäisiin kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla. Tuotettu sähkö- ja lämpö käytettäisiin Turakkalan Puutarhalla, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamolla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella. Syötteitä Etelä-Savon biokaasulaitokset käyttäisivät yhteensä 68 000 t vuodessa. Lopputuotteena syntyvät mädätteet käytettäisiin lannoite- ja maanparannustuotteina paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

Tulevaisuusarvio 2 mukaan Etelä-Savon tämänhetkinen biokaasun tuotanto nelinkertaistuisi vuoteen 2030 mennessä Suomen tuotantotavoitteiden mukaan. Etelä-Savossa tuotettaisiin 6 700 000 kg biometaania vuodessa sekä 4400 MWh sähköä vuodessa ja 5800 MWh lämpöä vuodessa. Lisäännytynyt biometaanin tuotanto voitaisiin käyttää liikenteessä. Jakelua helpottamaan voitaisiin rakentaa uusia jakeluasemia E-kaasuasemien lisäksi. Tuotettu sähkö- ja lämpö voitaisiin myydä Turakkalan Puutarhan, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueen lisäksi muille paikallisille toimijoille, paikalliseen kaukolämpöverkkoon tai sähköverkkoon. Syötteitä Etelä-Savon biokaasulaitokset käyttäisivät yhteensä noin 348 000 t vuodessa. Lopputuotteena syntyvät mädätteet käytettäisiin lannoite- ja maanparannustuotteina paikallisten viljelijöiden ja maanrakennusyrittäjien käytössä.

Ei ole varmaa mikä tulevaisuusarvioista toteutuu ja biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa voi olla jotain näiden kahden tulevaisuusarvion väliltä. Mielestäni tulevaisuusarvio 1 on kuitenkin suuntaa antavampi, jos itse kaasuntuotantoon ei keksitä uusia tukiratkaisuja. Teemahaastattelut puoltaisivat tätä skenaariota, sillä yhdelläkään paikallisella

toimijalla ei ollut tarkoitus laajentaa toimintaansa lähitulevaisuudessa nykyistä maksimikapasiteettia isommaksi eikä kukaan paikallisista toimijoista ollut kuullut, että alueelle olisi tulossa uusia toimijoita Pieksämäen Biokaasulaitoksen lisäksi.

Jos kuitenkin esimerkiksi biokaasun tuottamista maataloussyötteistä aletaan tukemaan ja siitä tulee kannattavaa yritystoimintaa, saattaa pitkällä aikavälillä Etelä-Savon biokaasun tuotanto jopa kymmenkertaistua. Etelä-Savossa on valtavasti raaka-ainepohjaista potentiaalia, vuonna 2010 jo pelkkää karjanlantaa syntyi 550 000 t vuodessa, kesantobiomassaa 81 000 t vuodessa ja sadonkorjuujätettä 57 000 vuodessa (Kahiluoto & Kuisma 2010, 31). Myös koko Suomessa teknistaloudellisen potentiaalin on arvioitu olevan yli 10 TWh ja teoreettisen raaka-ainepohjaisen potentiaalin yli 20 TWh nykyisen 1 TWh sijaan (Suomen Biokierto ja Biokaasu ry 2020).

Tällä hetkellä mannerlaatat ovat liikkeessä biokaasun tukemisen suhteen. Syinä tähän ovat Venäjän hyökkäys Ukrainaan, ilmastonmuutos sekä koronapandemia. Biokaasun tuotanto lisää Euroopan ja Suomen omaa huoltovarmuutta sekä vähentää kasvihuonekaasujen tuotantoa. Eurooppa ei halua olla riippuvainen Venäläisestä energiasta ja saattaa olla, että biokaasun tuotantoa halutaan alkaa kohta tukemaan täysin uudella kapasiteetilla.

7. Yhteenveto

Tämän diplomityön tarkoitus oli tehdä nykytilaselvitys ja tulevaisuusarvio biokaasun tuotannosta ja käytöstä Etelä-Savossa. Tutkimuksessa tehtiin kirjallisuuskatsaus ja Etelä-Savon alueen toimijahaastattelu, joiden perusteella saatiin käsitys biokaasun nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä. Toimijahaastattelujen ja kirjallisuuskatsauksen perusteella myös arvioitiin biokaasutoimialaa koskevan ohjelmatyön merkitystä ja saatiin arvio syötteiden ja biokaasutuotannon lopputuotteiden käytöstä Etelä-Savossa.

Biokaasun tuottamisen nykytila Etelä-Savossa on 1 675 000 kg biometaania vuodessa sekä 1100 MWh sähköä vuodessa ja 1450 MWh lämpöä vuodessa. Biometaani käytetään kokonaisuudessaan liikennebiokaasuna E-kaasuasemilla ja tuotettu sähkö ja lämpö Turakkalan Puutarhalla sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueella.

Tulevaisuusarviosta riippuen biokaasua tuotetaan Etelä-Savossa vuonna 2030 joko 2 000 000 kg biometaania vuodessa sekä 2272 MWh sähköä vuodessa ja 2650 MWh lämpöä vuodessa tai 6 700 000 kg biometaania vuodessa sekä 4400 MWh sähköä vuodessa ja 5800 MWh lämpöä vuodessa. Lisääntynyt biometaanin tuotanto käytetään liikenteessä ja tuotettu sähkö ja lämpö voidaan myydä Turakkalan Puutarhan, Pieksämäki Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon sekä Metsäsairilan ja BioSairilan alueen lisäksi muille paikallisille toimijoille, paikalliseen kaukolämpöverkkoon tai sähköverkkoon.

Ei ole varmaa kumpi tulevaisuusarvioista toteutuu ja biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa voi olla jotain näiden kahden tulevaisuusarvion väliltä. Teemahaastattelut puoltaisivat tulevaisuusarviota 1, sillä yhdelläkään paikallisella toimijalla ei ollut tarkoitus laajentaa toimintaansa lähitulevaisuudessa nykyistä maksimikapasiteettia isommaksi eikä kukaan paikallisista toimijoista ollut kuullut, että alueelle olisi tulossa uusia toimijoita Pieksämäen Biokaasulaitoksen lisäksi. Mannerlaatat ovat kuitenkin liikkeessä biokaasun tukemisen suhteen ja saattaa olla, että biokaasun tuotantoa halutaan alkaa kohta tukemaan

täysin uudella kapasiteetilla. Silloin Etelä-Savon biokaasun tuotanto saattaa jopa kymmenkertaistua raaka-ainepohjaisen potentiaalin ollessa Etelä-Savossa ja koko Suomessa korkea.

Paikallisesti tapahtuvat päästöt ovat merkittävä tekijä globaalissa ilmastonmuutoksessa, ja energiantuotanto on suurin yksittäinen hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja. Biokaasu on lupaava uusiutuva energia ja polttoaine, jota pidetään tehokkaana keinona vähentää kasvihuonekaasujen tuotantoa ja riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. Tämä diplomityö voi omalta osaltaan viedä Etelä-Savon askeleen lähemmäs paikallisen biokaasun käytön lisäämistä alueellaan ja auttaa Etelä-Savoa kohti hiilidioksidineutraaliutta. Diplomityö myös toivottavasti edistää isommassa kontekstissa ilmastonmuutoksen vastaista taistelua, Euroopan unionin päästötavoitteisiin pääsemistä sekä Suomen omaa tavoitetta olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.

7.1. Työn rajoitukset ja mahdolliset tulevaisuuden tutkimusaiheet

Työn rajoituksista suurin liittyi sijaintiin, sillä tämän diplomityön kirjoittaja asui muualla kuin tutkimuksen aihealueella. Tästä syystä pitkien etäisyyksien, rajoitetun aikakehyksen sekä budjetin vuoksi teemahaastattelut olivat välttämätöntä suorittaa puhelimitse ja videopuhelimitse kasvokkain haastattelemisen sijaan. Kaikilta keskeisiltä Etelä-Savon biokaasun tuotantoon tai jakeluun liittyviltä toimijoilta saatiin kuitenkin haastattelu, joten tutkimuksen aineistoa voi sanoa kattavaksi.

Tämän tutkimuksen kaltaisen kvalitatiivisen tapaustutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa kirjallisuuskatsaus ja teemahaastattelut ovat todennäköisesti toistettavissa. On kuitenkin huomioitava, että jos haastattelut tehtäisiin myöhemmin uudelleen, tulokset saattavat poiketa, sillä uusia päivitettyjä suunnitelmia tai mielipiteitä on voinut syntyä. Yleistettävyyden osalta on otettava huomioon, että tulokset ovat käytettävissä vain Etelä-Savon maakunnassa, eikä niitä voida suoraan soveltaa muualla Suomeen, jossa biokaasuntuotanto voi olla hyvin erilaista. Teemahaastatteluissa sekä kirjallisuuskatsauksessa on kuitenkin myös yleisempää tietoa, mitä on mahdollisuus soveltaa muualla Suomessa tai kansainvälisesti.

Tässä diplomityössä tehtiin nykytilaselvitys ja tulevaisuusarvio biokaasun tuotannosta sekä käytöstä Etelä-Savon maakunnassa. Biokaasun nykytila ja tulevaisuus saatiin hyvin selvitettyä kirjallisuuskatsauksen ja teemahaastattelujen avulla. Diplomityössä ei kuitenkaan perehdytty syvemmin energiatoimialan uusiin tekniikoihin, kuten synteettisen metaanin tuotantoon. Mahdollisissa tulevaisuuden tutkimuksissa voitaisiin esimerkiksi tehdä synteettisen metaanin tuotannon ja käytön tulevaisuusarvio Etelä-Savossa.

Lähteet

Aluehallintavirasto. 2021. Pieksämäen Biokaasulaitos. Saatavilla: <https://ylupa.avi.fi/api/v1/documents/attachment/10066661> (Luettu: 1 Huhtikuuta 2022).

Backman, J., Keskitalo, M., Peltonen, S. & Lindén, S. 2021. Uudistuva kasvintuotanto. Vantaa. ProAgria Keskusten Liitto.

Basu, P. 2013. Biomass gasification, pyrolysis and torrefaction practical design and theory. Amsterdam. Academic Press.

BioHauki Oy. 2022a. BioHauki Oy. Saatavilla: <https://www.biohauki.fi/> (Luettu: 5 Helmikuuta 2022).

BioHauki Oy. 2022b. BioHauki numeroina. Saatavilla: <https://www.biohauki.fi/yritys/> (Luettu: 28 Helmikuuta 2022).

BioHauki Oy. 2022c. Biokaasu. Saatavilla: <https://www.biohauki.fi/biokaasu/> (Luettu: 24 Helmikuuta 2022).

BioSairila. 2022. Mikä on BioSairila Oy?. Saatavilla: <https://biosairila.fi/> (Luettu: 10 Helmikuuta 2022).

Bioson. 2022. Bioson: Toimivaa kiertotaloutta ja puhdasta energiaa. Saatavilla: <https://www.bioson.fi/> (Luettu: 4 Huhtikuuta 2022).

Dahlquist, E. 2013. Biomass as energy source: resources, systems and applications. Boca Raton. CRC Press.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2013. Pieksämäen biokaasulaitoshanke ei tarvitse YVA-menettelyä. Saatavilla: https://www.ely-keskus.fi/tiedotarkisto/-/asset_publisher/7ROIM7O3Zwq2/content/pieksamaen-biokaasulaitoshanke-ei-tarvitse-yva-menettelya (Luettu: 10 Huhtikuuta 2022).

Energiavirasto. 2022. Jakeluvuote. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/jakeluvuote> (Luettu: 1 Joulukuuta 2021).

Etelä-Savo ennakoi. 2020. Aineistot – Hiilivapaa Etelä-Savo loppuraportti. Saatavilla: <https://www.esavoennakoi.fi/aineistot> (Luettu: 1 Joulukuuta 2021).

Etelä-Savon maakuntaliitto. 2022a. Aineistot. Saatavilla: <https://www.esavo.fi/aineistot-medialle> (Luettu: 10 Maaliskuuta 2022).

Etelä-Savon maakuntaliitto. 2022b. Etelä-Savon kunnat. Saatavilla: <https://www.esavo.fi/etela-savon-kunnat> (Luettu: 17 Helmikuuta 2022).

Euroopan komissio. 2020. 2050 – Pitkän aikavälin strategia. Saatavilla: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_fi (Luettu: 26 Tammikuuta 2022).

Euroopan komissio. 2022. Yhteinen maatalouspolitiikka. Saatavilla: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy_fi (Luettu: 21 Tammikuuta 2022).

European Commission. 2019. Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II). Saatavilla: <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii> (Luettu: 24 Tammi-kuuta 2022).

European Commission. 2020. Reducing greenhouse gas emissions: Commission adopts EU Methane Strategy as part of European Green Deal. Saatavilla: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1833 (Luettu: 20 Tammikuuta 2022).

European Commission. 2021. A European Green Deal. Saatavilla: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (Luettu: 25 Tammi-kuuta 2022).

European Commission. 2022. Delivering the European Green Deal. Saatavilla: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (Luettu: 19 Tammikuuta 2022).

E-kaasuasemat. 2022. E-kaasuasemat. Saatavilla: <https://e-kaasuasemat.fi/> (Luettu: 23 Helmikuuta 2022).

Gasum. 2022. Miten biokaasua tuotetaan? Saatavilla: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasu/miten-biokaasua-tuotetaan/> (Luettu: 26 Maaliskuuta 2022).

Hirsjärvi, S. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki. Tammi.

HSY. 2022. Kaatopaikkakaasu. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/kaatopaikkakaasun-hyodyntaminen/> (Luettu: 17 Tammikuuta 2022).

Kahiluoto, H. & Kuisma, M. 2010. Elintarvikeketjun jätteet ja sivuvirrat energiaksi ja lannoitteiksi - JaloJäte-tutkimushankkeen synteesiraportti. Jokioinen. MTT.

Keskitalo, J. 2011. Ihmiskunnan energiakriisi. Helsinki. Gaudeamus.

Korhonen, M., Pitkänen, K. & Niemistö, J. 2018. Selvitys orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutuksista. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Kougias, P. & Angelidaki, I. 2021. Biogas and its opportunities—A review. Lyngby. Higher Education Press.

Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. 2015. Biokaasuteknologia: Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Forssa. Forssa Print Oy.

Latvala, M. 2009. Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä: Paras käytettävissä oleva tekniikka. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2022. Biokaasu liikenteen ilmastotoimena. Saatavilla: <https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Pyorean-Poyta-esitys-17032022.pdf> (Luettu: 16 maaliskuuta 2022).

Luonnonvarakeskus. 2022. Biokaasulaskuri. Saatavilla: <https://maatalousinfo.luke.fi/fi/lasurit/biogas> (Luettu: 16 Huhtikuuta 2022).

Maa- ja metsätalousministeriö. 2022. Maatalous uusiutuvan energian tuottajana ja käyttäjänä. Saatavilla: <https://mmm.fi/ruoka-ja-maatalous/biokaasu> (Luettu: 31 Tammikuuta 2022).

Metsäsairila. 2020. Vuosikertomus 2020 – Ympäristövastuu. Saatavilla: <https://www.metsasairila.fi/vuosikertomus/ymparistovastuu.html> (Luettu: 1 Maaliskuuta 2022).

Metsäsairila. 2022. Yhtiö. Saatavilla: <https://www.metsasairila.fi/yhtio.html> (Luettu: 3 Maaliskuuta 2022).

Mikkeli. 2021. Uusi jätevedenpuhdistamo käynnistyi. Saatavilla: <https://www.mikkeli.fi/uutiset/uusi-jatevedenpuhdistamo-kaynnistyi> (Luettu: 15 Maaliskuuta 2022).

Miksei Mikkeli. 2022. Kaasun jakelu ja tuotanto Mikkkelissä. Saatavilla: https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2020/11/Kaasun-jakelu-ja-tuotanto_Liukkonen.pdf (Luettu: 3 Maaliskuuta 2022).

Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla. Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf (Luettu: 14 Tammikuuta 2022).

Motiva. 2021a. Maakaasu ja biokaasu. Saatavilla: <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/energialahteet/maakaasu-ja-biokaasu> (Luettu: 1 Huhtikuuta 2022).

Motiva. 2021b. Uusiutuvan energian RED II -direktiivi. Saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/uusiutuvan_energian_red_ii_-_direktiivi (Luettu: 30 Tammikuuta 2022).

Motiva. 2022. Biokaasu. Saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bio-energia/biokaasu (Luettu: 12 Tammikuuta 2022).

Mörsky, S. & Panula-Ontto-Suuronen, A. 2013. Savon ilmasto-ohjelma 2025. Mikkeli. Kopijyvä.

Omar, H. & Rohani, S. 2016. Treatment of landfill waste, leachate and landfill gas: A review. Beijing. Higher Education Press.

Plugge, C. 2017. Biogas. Microbial biotechnology. Vol.10, nro.5, s. 1128-1130.

Pullen, T. 2015. Anaerobic digestion - making biogas, making energy: the earthscan expert guide. London. Routledge cop.

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. 2016. Research methods for business students. Harlow. Pearson Education.

Seppänen, M., Kurppa, S., Rinne, M., Alakukku, L. & Kauppi, L. 2019. Ruokaa! : kestävä maatalous ja ruoantuotanto. Helsinki. Maahenki.

Sitra. 2016. Biokaasusta kasvua: Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Saatavilla: <https://www.sitra.fi/julkaisut/biokaasusta-kasvua/> (Luettu: 26 Tammikuuta 2022).

Speight, J. 2019. Biogas Production and Properties. New York, Nova.

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2020. Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030. Saatavilla: https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf (Luettu: 13 Tammikuuta 2022).

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2021. Tiedote: Biokaasu liikenteen jakeluvelvoitteessa 1.1.2022 alkaen. Saatavilla: <https://biokierto.fi/tiedote-biokaasu-liikenteen-jakeluvelvoitteessa-1-1-2022-alkaen/> (Luettu: 3 Tammikuuta 2022).

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2022a. Biokaasun tuotanto. Saatavilla: <https://biokierto.fi/biokaasu/tuotanto/> (Luettu: 3 Tammikuuta 2022).

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2022b. Tilastot. Saatavilla: <https://biokierto.fi/tilastot/> (Luettu: 31 Maaliskuuta 2022).

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. 2022c. Biokaasun tuotanto vuonna 2030. Saatavilla: <https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Arffman.pdf> (Luettu: 14 Huhtikuuta 2022).

Tilastokeskus. 2019. Tieliikenteen ajokilometreissä edelleen hienoista kasvua. Saatavilla: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/tieliikenteen-ajokilometreissa-edelleen-hienoista-kasvua/?listing=simple> (Luettu: 28 Huhtikuuta 2022).

Tilastokeskus. 2020. MK10 Etelä-Savo Väestö 31.12. Saatavilla: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vrm_vaerak/stat-fin_vaerak_pxt_11re.px/table/tableViewLayout1/?loadedQueryId=411bdf32-2e07-4468-8ce8-a09608c99dfc&timeType=item (Luettu: 18 Maaliskuuta 2022).

Tilastokeskus. 2022. Käsitteet. Saatavilla: <https://www.stat.fi/meta/kas/validiteetti.html> (Luettu: 1 Helmikuuta 2022).

Tukes. 2022. Biokaasun turvallisuusohje. Saatavilla: <https://tukes.fi/documents/5470659/63219859/Biokaasun+turvallisuusohje.pdf/50dcbd1e-66d2-3c62-0a98-610ba8e6ba7e/Biokaasun+turvallisuusohje.pdf?version=1.0&t=1614670662172&download=true> (Luettu: 25.4.2022).

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2021. Biokaasu ja sähköpolttoaineet sisällytetään liikennepolttoaineiden kansalliseen jakeluvoitteeseen. Saatavilla: <https://tem.fi/-/biopolttoaineet-ja-ke-luvelvoitteeseen> (Luettu: 15 Joulukuuta 2021).

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. EU:n uusiutuvan energian tavoitteet ja lainsäädäntö. Saatavilla: <https://tem.fi/eu-lainsaadanto> (Luettu: 20 Joulukuuta 2021).

United States Environmental Protection Agency. 2022. Global Greenhouse Gas Emissions Data. Saatavilla: <https://epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> (Luettu: 11 Tammikuuta 2022).

Valtioneuvosto. 2020. Biokaasuohjelma. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=TEM079:00/2019> (Luettu: 15 Tammikuuta 2022).

Valtioneuvosto. 2021a. Fossiilittoman liikenteen tiekartta. Saatavilla: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163258> (Luettu: 6 Maaliskuuta 2022).

Valtioneuvosto. 2021b. Lakiesitys biokaasun ja sähköpolttoaineiden lisäämisestä jakeluvelvoitteeseen eduskunnan käsittelyyn. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/lakiesitys-biokaasun-ja-sahkopolttoaineiden-lisaamisesta-jakeluvelvoitteeseen-eduskunnan-kasittelyyn> (Luettu: 6 Tammikuuta 2022).

Valtioneuvosto. 2022a. Hallitus sopi ilmastotoimien vahvistamisesta. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/hallitus-sopi-ilmastotoimien-vahvistamisesta> (Luettu: 11 Huhtikuuta 2022).

Valtioneuvosto. 2022b. Uusiutuva energia ohitti fossiilisen energian käytön ja biokaasu liitettiin osaksi jakeluvelvoitetta. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/uusiutuva-energia-ohitti-fossiilisen-energian-kayton-ja-biokaasu-liitettiin-osaksi-jakeluvelvoitetta> (Luettu: 28 Tammikuuta 2022).

Vero. 2022. Biopolttoaineiden jakeluvelvoite. Saatavilla: <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56210/biopolttoaineiden-jakeluvelvoite2/> (Luettu: 5 Tammi-kuuta 2022).

Vico, A. & Artemio, N. 2017. Biogas : Production, Applications and Global Developments. New York, Nova Science Publishers.

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehitä. Jyväskylä. PS-kustannus.

Väisänen, P. & Salmenoja, J. 2002. Biokaasun muodostuminen ja sen hallittu käsittely kaatopaikoilla. Helsinki. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry.

Yin, R. 2018. Case study research and applications : design and methods. Los Angeles. SAGE.

Ympäristöministeriö. 2021. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. Saatavilla: <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> (Luettu: 10 Tammikuuta 2022).

Ympäristöministeriö. 2022. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. Saatavilla: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka> (Luettu: 8 Tammikuuta 2022).

Zhenhong, Y. 2018. Bioenergy : principles and technologies. Beijing. Science Press.

Liite 1. Teemahaastattelun runko

Hei! Olen Alekski Kivilahti, ympäristötekniikan opiskelija Lappeenrannan-Lahden teknillisestä yliopistosta ja teen diplomityötä aiheella: Biokaasun nykytilaselvitys ja tulevaisuus Etelä-Savossa.

Suostuessanne tähän tutkimukseen annatte luvan nauhoittaa teille tehdyn haastattelun ja tekemään kirjallisia muistiinpanoja. Haastatteluista saatu materiaali käsitellään luottamuksellisesti ja tutkimus julkaistaan sähköisenä julkisessa LUTPub-verkkokirjastossa.

Kiitos osallistumisesta!

Teema 1: Yleiset

- Nimi?
- Työnimeke?
- Yritys/organisaatio, missä työskentelette?

Teema 2: Biokaasun tuottamisen ja käytön nykytila Etelä-Savossa

- Paljonko tuotatte biokaasua/sähköä/lämpöä?
- Mihin tuotettu biokaasu/sähkö/lämpö käytetään?
- Paljonko syötteitä tarvitaan ja mistä ne tulevat?
- Mihin lopputuotteet menevät?

Teema 3: Biokaasun tuottamisen ja käytön tulevaisuus Etelä-Savossa

- Paljonko biokaasun/sähkön/lämmön tuotanto voisi olla tulevaisuudessa?
- Suomen tavoitteena on nelinkertaistaa kotimaisen biokaasun tuotanto vuoteen 2030 mennessä. Tuleeko mielestänne tuotanto nelinkertaistumaan myös Etelä-Savossa?
- Missä syötteissä on mielestänne suurimmat potentiaalit?
- Miten näette kaasuautoilun tulevaisuuden henkilöautojen/raskaan kaluston autojen/tankkausverkoston osalta?

Teema 4: Edistävät tekijät ja mahdolliset haasteet

- Mitkä ovat mielestänne tärkeimpiä edistäviä tekijöitä ja haasteita biokaasun tuottamiselle ja käytölle Etelä-Savossa?
- Mitkä ovat mielestänne tärkeimpiä edistäviä tekijöitä ja haasteita kaasuautoilulle?
- Mikä on mielestänne biokaasutoimialaa koskevan ohjelmatyön merkitys?