

MTT RAPORTTI 49

Suunnitelma liikennebiokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla

Saija Rasi, Eeva Lehtonen, Esa Aro-Heinilä, Jukka Höhn, Hannu Ojanen,
Kaisa Manninen, Erja Heino, Nea Teerioja, Ville Pyykkönen, Saana Ahonen,
Sanna Marttinen, Sanna Pitkänen, Maarit Hellstedt ja Jukka Rintala



**Suunnitelma
liikennebiokaasun
tuotannon ja käytön
edistämiseksi Turun, Salon
ja Kymenlaakson seuduilla**

From Waste to Traffic Fuel

**Saija Rasi, Eeva Lehtonen, Esa Aro-Heinilä, Jukka Höhn,
Hannu Ojanen, Kaisa Manninen, Erja Heino, Nea Teerioja,
Ville Pyykkönen, Saana Ahonen, Sanna Marttinen, Sanna
Pitkänen, Maarit Hellstedt ja Jukka Rintala**



ISBN: 978-952-487-373-4 (Painettu)
ISBN: 978-952-487-374-1 (Verkkójulkaisu)
ISSN 1798-6419 (Verkkójulkaisu)
<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti49.pdf>
Copyright: MTT

Kirjoittajat: Saija Rasi, Eeva Lehtonen, Esa Aro-Heinilä, Jukka Höhn, Hannu Ojanen, Kaisa Manninen, Erja Heino, Nea Teerioja, Ville Pyykkönen, Saana Ahonen, Sanna Marttinen, Sanna Pitkänen, Maarit Hellstedt, Jukka Rintala

Julkaisija ja kustantaja: MTT, 31600 Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2012

Kannen kuva: Saija Rasi

Suunnitelma liikennebiokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla

Saija Rasi¹, Eeva Lehtonen¹, Esa Aro-Heinilä¹, Jukka Höhn¹, Hannu Ojanen¹, Kaisa Manninen¹, Erja Heino¹, Nea Teerioja², Ville Pyykkönen¹, Saana Ahonen¹, Sanna Marttinen¹, Sanna Pitkänen¹, Maarit Hellstedt¹ ja Jukka Rintala¹

¹ MTT Bioenergia ja ympäristö, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

² Helsingin seudun ympäristöpalvelut –kuntayhtymä, Opastinsilta 6A, 00520 Helsinki, etunimi.sukunimi@hsy.fi

Tiivistelmä

W-Fuel-hankkeen tavoitteena oli edistää biokaasuntuotantoa ja biometaanin liikennekäyttöä. Hankkeessa laadittiin neljälle kohdealueelle Suomessa ja kahdelle Virossa suunnitelmat vuodelle 2020 biojätteen määrän vähentämiseksi, biokaasuntuotannon edistämiseksi ja biometaanin liikennekäytön edistämiseksi.

Hankkeen tulosten mukaan ruokajätteen vähentäminen 30 % vuoden 2009 tasosta vuoteen 2020 mennessä vähentäisi Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä yli 100 000 tonnia hiilidioksidiekvivalentteina ilmaistuna (CO₂-ekv) ja säästäisi jätteen tuottajien rahaa noin 230 €/asukas vuonna 2020. Tulokset osoittavat, että jätteen synnyn ehkäisy hillitsee ilmastonmuutosta ja on myös taloudellisesti kannattavaa.

Turun, Salon ja Kymenlaakson alueilla biomassasta voitaisiin tuottaa yhteensä noin 2,8 TWh biokaasuenergiaa. Tämä vastaa noin 250 000 henkilöauton vuosikulutusta. Paikkatietojärjestelmän perusteella tehdyn biomassojen paikannuksen ja laitokseen optimoinnin perusteella alueille voitaisiin rakentaa lähes 50 biokaasulaitosta, joiden kapasiteetti on 2,1–8,4 MW. Laitokset voisivat tuottaa energiaa noin 1,9 TWh, joka vastaa lähes 40 % alueiden henkilöautoliikenteen kulutuksesta.

Toteuttamalla kaikki suunnitellut biokaasulaitokset ja tuottamalla niistä liikenteen polttoainetta voidaan kasvihuonekaasupäästöjä vähentää Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla noin 430 000 tonnia CO₂-ekv. Sama määrä kasvihuonekaasupäästöjä vähennettäisiin poistamalla noin 100 000 fossiilista polttoainetta käyttävää henkilöautoa liikenteestä.

Tulokset osoittavat myös, että biometaanin tuotanto jättemateriaaleista on taloudellisesti kannattavaa, ja joissain tapauksissa biometaanin tuotanto voidaan kattaa raaka-aineesta saatavilla porttimaksuilla. Suurin biokaasun tuotantopotentiaali on maatalouden biomassoilla. Hankkeen tulosten mukaan maatalousmateriaaleista tuotetun biometaanin tuotantokustannus on alle 96 €/MWh_{th}. Se tarkoittaa, että biometaanin tuotanto maatalousmassoista on kannattavaa, jos kaasuautoilu alkaa yleistyä ja biometaanille on tarpeeksi kysyntää. Biometaanin tuotanto lisääisi myös alueen työllisyyttä.

Avainsanat:

biometaanin, biokaasu, liikennepolttoaine, joukkoliikenne, kasvihuonekaasut

Biogas production and its use as transport fuel in Turku, Salo and Kymenlaakso regions

Saija Rasi¹, Eeva Lehtonen¹, Esa Aro-Heinilä¹, Jukka Höhn¹, Hannu Ojanen¹, Kaisa Manninen¹, Erja Heino¹, Nea Teerioja², Ville Pyykkönen¹, Saana Ahonen¹, Sanna Marttinen¹, Sanna Pitkänen¹, Maarit Hellstedt¹ and Jukka Rintala¹

¹ MTT (Agrifood Research Finland) Bioenergy and Environment, FI-31600 Jokioinen, firstname.lastname@mtt.fi

² Helsinki Region Environmental Services Authority, Opastinsilta 6A, FI-00520 Helsinki, firstname.lastname@hsy.fi

Abstract

The main objective of the project was to promote biogas production and its use as transport fuel. The aims in the four Finnish and two Estonian case areas were to reduce the amount and improve the sustainable use of waste and sludge, to promote biogas production, to start biogas use as transport fuel and to provide tools for implementing the aims.

The results of this study show that achieving the food waste prevention target (-30% from the 2009 biowaste amount) will decrease greenhouse gas emissions by 100 000 CO₂-eq tons and result in monetary savings for the waste generators amounting to almost 230 €/capita on average in Turku, Salo and Kymenlaakso case regions in 2020. The results show that waste prevention should be the first priority in waste management and the use of waste materials as feedstock for energy production the second priority.

In total 2.8 TWh energy could be produced from available biomass in the Turku, Salo and Kymenlaakso regions. This corresponds to the fuel consumption of about 250 000 passenger cars. When a Geographical Information System (GIS) was used to identify suitable biogas plant site locations with particular respect to the spatial distribution of available biomass, it was found that a total of almost 50 biogas plants with capacity varying from 2.1 to 8.4 MW could be built in the case regions. This corresponds to 1.9 TWh energy and covers almost 40% of the passenger car fuel consumption in these regions.

Using all produced biogas (2.2 TWh energy) for transport fuel GHG emissions would lead to a 450 000 t CO₂-eq reduction. The same effect on emissions would be gained if more than 100 000 passenger cars were to be taken off the roads. On average, the energy consumed by biogas plants represents approximately 20% of the produced energy.

The results also show that biomethane production from waste materials is profitable. In some cases the biomethane production costs can be covered with the gained gate fees. The cost of biomethane production from agricultural materials is less than 96 €/MWh_{th}, meaning that biomethane production from agricultural materials is profitable after the biomethane demand has become established. It is also notable that if the trend in biomethane consumption follows a 10% growth path, employment could increase.

Keywords:

biomethane, biogas, transport fuel, public transport, greenhouse gases

Alkusanat

Jätteestä liikennepolttoaineeksi -hankkeen eli W-Fuel-hankkeen tavoitteena oli edistää biojätteen ja lietteen synnyn ehkäisyä, biokaasun tuottamista ja sen liikennekäyttöä. Hankkeessa tuotettiin suunnitelmat jätteiden ja lietteiden synnyn ehkäisemiseksi, biokaasun tuottamiseksi biojätteistä lietteistä, lannasta ja peltobiomassoista sekä biokaasun käyttämiseksi liikennepolttoaineena neljälle kohdealueelle Suomessa ja kahdelle alueelle Virossa. Suomessa kohdealueet ovat Turun ja Salon seudut, pääkaupunkiseutu sekä Kymenlaakso, ja Virossa Harjun ja Lääne-Virun maakunnat. Lisäksi verrattiin hankkeen suunnitelmien toteuttamisen taloudellisia sekä alue- ja ympäristövaikutuksia vuonna 2020 tilanteeseen, jossa käytössä ovat nykyiset ja jo päätetyt menetelmät ja käsittelytavat. W-Fuel-hankkeen rahoittajia ovat EU:n Central Baltic -ohjelma sekä Varsinais-Suomen liitto. Hankkeeseen osallistuivat Suomesta Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Turun seudun Jätehuolto Oy, Rouskis OY, Liikelaitos Salon Vesi Oy, Kymenlaakson Jäte Oy, Kymen Vesi Oy ja Suomen Biokaasuyhdistys ry.

Tässä raportissa käsitellään Turun, Salon ja Kymenlaakson alueiden tuloksia. Laskuissa käytetyt lähtöarvot ja aineisto on kuvattu tarkemmin hankkeen loppuraportissa. Helsingin seudun sekä Viron alueiden tulokset sekä biojätteen ja lietteen synnyn ehkäisyn suunnitelma on käsitelty erillisissä raporteissa. Lisäksi Helsingin seudun jätteen vähentämisen ympäristö- ja talousvaikutuksia on käsitelty HSY:n julkaisussa 'Elintarvikejätteen synnyn ehkäisy. Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ja jätteen tuottajan kohtaamiin kustannuksiin sekä keinoja määrän vähentämiseen.' (HSY 2012). Kaikki hankkeen raportit ovat saatavissa hankkeen nettisivuilta www.wfuel.info.

Sisällys

1	Johdanto	7
1.1	Hankkeen tavoitteet.....	7
1.2	Biokaasun tuotanto ja liikennekäyttö	8
1.3	Jätteen synnyn ehkäisy.....	8
2	Biometaanin tuotantosuunnitelman perusteet.....	9
3	Elintarvikejätteen määrän vähentämisen vaikutus.....	10
4	Biokaasuntuotannon alueellinen suunnitelma	12
4.1	Biokaasuntuotannon raaka-aineet	12
4.2	Biometaanin tuotantosuunnitelma Turun ja Salon seudulle	14
4.2.1	Biokaasulaitokset.....	14
4.2.2	Perus- ja metaaniskenaarion ympäristövaikutukset.....	14
4.2.3	Biokaasulaitosten talous.....	16
4.3	Kymenlaakso	18
4.3.1	Biokaasulaitokset.....	18
4.3.2	Biokaasulaitosten ympäristövaikutukset.....	19
4.3.3	Biokaasulaitosten talous.....	19
4.4	Biometaanin tuotannon alueelliset talous- ja työllisyysvaikutukset	21
5	Ohjaukeinoja biojätteen määrän vähentämiseksi ja biometaanin tuotannon edistämiseksi.....	22
5.1	Biojätteen synnyn ehkäisyn ohjaukeinoja.....	22
5.2	Biometaanin tuotannon ja käytön edistäminen	22
5.2.1	Yhteiskunnalliset ja taloudelliset ohjaukeinot	22
5.2.2	Muut ohjaukeinot	23
6	Biokaasulaitosten raaka-ainetoimittajien sopimuskäytännöt	24
6.1	Yleistä sopimuskäytännöistä	24
6.2	Sopimukset lannan toimittamisesta sekä käsittelyjäännöksen vastaanottamisesta.....	24
6.3	Energiakasvien sopimustuotanto.....	24
7	Johtopäätökset	25
8	Kirjallisuus	26

1 Johdanto

EU:n tavoite on nostaa uusiutuvien liikennepolttoaineiden määrä 10 % loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä (2009/28/EY). Uusiutuvien polttoaineiden käytön aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen on oltava vähintään 35 % pienemmät kuin fossiilisten vertailupolttoaineiden päästöt. Vuonna 2017 tuotannon aloittavien laitosten tuotaman polttoaineen päästöjen tulee olla vähintään 50 % pienemmät ja vuodesta 2018 eteenpäin 60 % pienemmät kuin fossiilisen vertailupolttoaineen. Tutkimusten mukaan jätteistä ja kasveista tuotettu biokaasu saavuttaa myös vuoden 2018 tavoitteet (Adelt ym. 2011). Suomen tavoite on nostaa uusiutuvien liikennepolttoaineiden määrä 20 %:iin vuoteen 2020 mennessä (L 30.12.2010/ 1420).

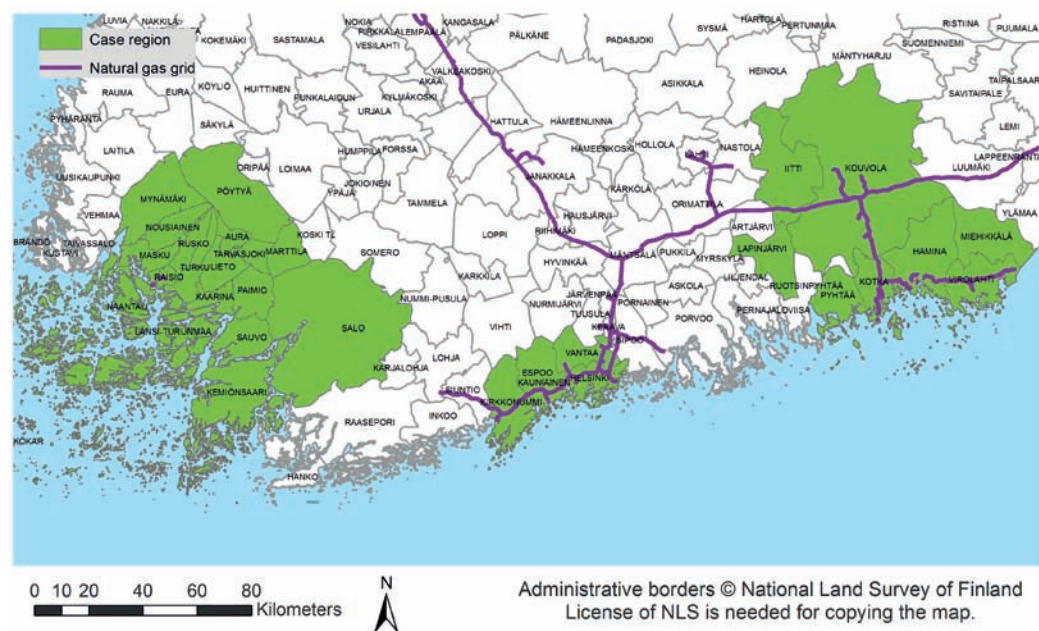
Biokaasun tuotanto on yksi ympäristöystävällisimmistä ja energiatehokkaimmista tavoista tuottaa liikenteen polttoainetta (Persson ym. 2006). Biokaasun päästöt liikennekäytössä ovat merkittävästi alhaisemmat kuin fossiilisten polttoaineiden päästöt. Lisäksi biokaasun käyttö vähentää liikenteen melu- ja hajupäästöjä. Etenkin raskaan liikenteen hiukkaspäästöjä voitaisiin vähentää käyttämällä kaasua ajoneuvojen polttoaineena.

Biokaasuntuotannossa käytetään raaka-aineina jätteitä, lantaa ja energiakasveja. Biokaasun tuotantopotentiaaliin vaikuttaa mm. raaka-aineiksi soveltuvien jätteiden määrä ja kasvien tuotantoon käytettävissä oleva peltopinta-ala. Toisaalta vältettävissä olevien jätteiden tuottamisen ei tule olla tarkoituksellista, ja esimerkiksi EU on jätedirektiivissä (2008/98/EY) asettanut jätteen synnyn ehkäisyn jätehuollon ensisijaiseksi tavoitteeksi. Myös jätelaki (L 17.6.2011/646) velvoittaa sitovasti kunnallisia jätelaitoksia ja jätettä tuottavia toiminnanharjoittajia pyrkimään ensisijaisesti jätteen määrän vähentämiseen.

1.1 Hankkeen tavoitteet

Tämän hankkeen tavoitteena oli ensisijaisesti edistää biokaasun tuotantoa ja liikennekäyttöä sekä biojätteiden ja lietteiden kestävä hyödyntämistä, ja toisaalta vähentää jätteiden muodostumista sekä tuottaa työkaluja tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteena oli myös lisätä tietoisuutta liikennekäytön ympäristö-, talous- ja alueellisista vaikutuksista.

Tässä raportissa tarkastellaan hankkeen kohdealueista Turun ja Salon sekä Kymenlaakson seutuja (Kuva 1). Turun seutu kattaa 14 kuntaa, Salon seutu 4 ja Kymenlaakson seutu 8 kuntaa. Peltopinta-alan osuus kohdealueiden pinta-aloista on noin 16–26 %, mikä osoittaa karkeasti energiakasvien viljelypotentiaalinalueilla (Taulukko 1).



Kuva 1. Hankkeen kohdealueisiin kuuluvat Turun, Salon, Helsingin ja Kymenlaakson alueet.

Taulukko 1. Turun ja Salon seutujen sekä Kymenlaakson väkiluvut vuonna 2009, väkilukuennuste vuodelle 2020 sekä alueiden peltopinta-alat.

	Turun seutu	Salon seutu	Kymenlaakso
Väkiluku 2009	325 600	75 600	185 500
Väkilukuennuste 2020	344 200	80 800	182 000
Pinta-ala km ²	4 000	3 200	5 900
Peltopinta-ala v. 2009 ha	98 400	84 000	95 300
Peltopinta-alan osuus kok. pinta-alasta %	25	26	16

Hankkeessa muodostettiin vuodelle 2020 kaksi skenaariota, perus- ja metaaniskenaario. Metaaniskenaariossa oletettiin, että biokaasuntuotantoon käytetään biojäte, jätevedenpuhdistamoiden lietteet, maatalouden sivuvirrat sekä energiakasvit, joita voidaan viljellä osana peltojen kasvukuntoa ylläpitäviä viljelykiertoja häiritsemättä nykyistä elintarviketuotantoa. Perusskenaariossa oletettiin, että käytössä on biomassojen nykyiset (2009) ja jo päätetyt menetelmät ja käsittelytavat. Skenaarioiden avulla arvioitiin biokaasuntuotannon ja biometaanin liikennekäytön ympäristö-, talous- ja alueelliset vaikutukset. Myös jätteesynnyksen ehkäisyn ympäristö- ja talousvaikutukset arvioitiin. Kaikille kohdealueille tehtiin biojätteen ja lietteen synnyksen ehkäisy-suunnitelma sekä biokaasuntuotannon ja biometaanin liikennekäytön suunnitelma.

1.2 Biokaasun tuotanto ja liikennekäyttö

Biokaasua voidaan tuottaa lannasta, energiakasveista ja kasvijätteistä (olki) sekä yhdyskuntien ja teollisuuden orgaanisista jättemateriaaleista, kuten biojätteestä ja jätevedenpuhdistamoiden lietteistä. Biokaasua voidaan hyödyntää energiantuotannossa lämpönä, sähköinä tai liikenteen polttoaineena. Biokaasun tuotanto perustuu anaerobiseen eli hapettomaan prosessiin, jossa mikrobit hajottavat orgaanista ainesta metaaniksi ja hiilidioksidiksi. Biokaasu sisältää myös mm. rikkiyhdisteitä, ammoniakkia ja kosteutta. Anaerobisessa prosessissa orgaanisten materiaalien sisältämät ravinteet (typpi ja fosfori) säilyvät ja ne voidaan kierrättää ja hyödyntää lannoitteena tai maanparannusaineena. Biokaasua muodostuu myös kaatopaikoilla.

Biokaasun käyttö liikennepolttoaineena edellyttää korkeampaa energiasisältöä ja puhtausvaatimuksia kuin sähkön ja/tai lämmöntuotanto, minkä vuoksi biokaasu jalostetaan liikennepolttoaineeksi sopivaksi biometaaniksi. Liikennepolttoaineena käytettävältä kaasulta edellytetään useissa maissa yli 95 %:n metaanipitoisuutta (Persson ym. 2006). Lisäksi kaasussa ei saa esiintyä kosteutta, rikkiyhdisteitä, partikkeleita tai muita haitallisia yhdisteitä. Biokaasun jalostukseen on olemassa useita eri tekniikoita, kuten fysikaalinen tai kemiallinen absorptio (absorptionesteenä voidaan käyttää vettä, alkoholiameineja, glykoleita tai emäksisiä liuoksia), adsorptio kiinteään aineeseen (aktiivihiili, molekyyliuseula) tai kalvosuodatus.

Kaasukäyttöisiä ajoneuvoja on maailmassa yli 14 miljoonaa, joista Euroopassa yli miljoona. Suomessa kaasukäyttöisiä autoja on lähes 1 000, joista busseja on noin 80 (NGVA 2011). Lähes kaikkia automerkkejä valmistetaan myös kaasukäyttöisinä. Useat fossiilista polttoainetta käyttävät henkilöautot voidaan myös muuntaa kaasukäyttöisiksi jälkiasentamalla niihin kaasulaitteisto.

1.3 Jätteen synnyksen ehkäisy

Jätteen synnyksen ehkäisy tarkoittaa jätteen määrää ja haitallisuutta sekä materiaalien ja tuotteiden haitallisten aineiden pitoisuuksia vähentäviä toimenpiteitä, jotka toteutetaan ennen kuin materiaalista tai tuotteesta tulee jätettä.

Biojätteistä osa on syötäväksi aiottuja elintarvikkeita, osa muuta ruokajätettä. Elintarvikkeet aiheuttavat elinkaarensa aikana ympäristövaikutuksia alkutuotannossa ja jalostuksessa, kuljetuksissa, ruoanvalmistuksessa ja säilytyksessä. Biojätteisiin päätyvästä elintarvikkeesta aiheutuu ympäristövaikutuksia myös jätehuollossa. Suomessa ravinnon osuus kuluttajan kokonaiskulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä on noin neljännes (Seppälä ym. 2009). Suurin osa ruoan aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä puolestaan aiheutuu alkutuotannossa (Virtanen ym. 2009, Saarinen ym. 2011). Turhaan tuotettu elintarvike aiheuttaa ympäristövaikutusten lisäksi kustannuksia elinkaarensa kaikissa vaiheissa. Jätteen tuottajalle eli esimerkiksi kotitaloudelle tai ravintolalle elintarvikejätteistä aiheutuvat kustannukset koostuvat turhasta hankintakustannuksesta, valmistus- ja säilytyskustannuksesta sekä jättemaksuista. Esimerkiksi kotitalouksien menoista noin 12–18 % kuluu ruoan hankintaan (Ahlqvist & Ylitalo 2009, Seppälä ym. 2009). Jätteeksi päätyvät elintarvikkeet aiheuttavat yhteiskunnassa kustannuksia myös esimerkiksi turhien tuotantokustannusten ja jätteenkäsittelykustannusten muodossa.

2 Biometaanin tuotantosunnitelman perusteet

Biometaanin tuotannon edistämistä tarkasteltiin tekemällä kaksi skenaariota eli metaani- ja perusskenaario vuodelle 2020. Lisäksi jätteiden synnyn ehkäisyn vaikutusten arvioimiseksi tehtiin tavoiteskenaario. Metaaniskenaario on suunnitelma alueen biomassojen hyödyntämisestä biometaanin tuottamiseksi liikennepolttoaineeksi (Taulukko 2). Tavoiteskenaariossa tarkastellaan jätteensynnyn ehkäisyn ympäristö- ja talousvaikutuksia. Metaani- ja tavoiteskenaariossa oletettiin, että kotitalouksissa ja palveluissa biojätettä syntyy 30 % vähemmän kuin vuonna 2009. Biojätteen synnyn ehkäisy kohdistettiin pääosin syömäkelpoisiin elintarvikkeisiin. Lisäksi oletettiin, että eri biojätejakeiden erilliskeräystä on tehostettu merkittävästi. Skenaarioissa erilliskeräyksen osuus syntyvän biojätteen määrästä on kotitalouksissa 65 %, kaupoissa 100 %, yksityisissä ja julkisissa palveluissa 80 % ja teollisuudessa 90 %. Perusskenaario on tilanne, jossa käytössä on biomassojen nykyiset (vuoden 2009) ja jo päätetyt menetelmät ja käsittelytavat (Taulukko 2), eikä jätteen synnyn ehkäisyn ja biojätteiden erilliskeräyksen tehostamista ole toteutettu.

Metaaniskenaariossa biokaasun ja biometaanin raaka-aineina tarkasteltiin kotitalouksien, julkisten ja yksityisten palveluiden sekä teollisuuden biojätteitä sekä yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoiden lietteitä, eläinten lantoja, maatalouden sivuvirtoja sekä energiakasveja. Biokaasulaitoksilla muodostuva jäännös oletettiin käytettäväksi lannoitteena kasvintuotannossa (Taulukko 2).

Metaani- ja perusskenaarioiden ympäristö- ja talousvaikutukset arvioitiin, jolloin biokaasun liikennekäytön aiheuttamia ympäristö- ja talousvaikutuksia voitiin verrata tilanteeseen, jossa biomassa käsitellään perusskenaarioiden mukaisesti. Lisäksi elintarvikejätteen 30 % vähentämistavoitteen toteutumista voitiin verrata tilanteeseen, jossa jätteensynnyn ehkäisyn toimenpiteitä ei ole toteutettu.

Elinkaaritarkastelu sisältää kaikki vaiheet, jotka vaikuttavat tuotteen syntymiseen ja käytöstä poistamiseen. Metaaniskenaariossa biokaasun elinkaaritarkastelu sisälsi energiakasvien tuottamisen, raaka-aineiden jalostamisen biokaasuksi ja liikennepolttoaineeksi, materiaalin varastoinnin eri vaiheissa, tuotteen jakelun ja käytön sekä prosessissa syntyneiden sivutuotteiden käsittelyn. Lisäksi arvioinnissa huomioitiin tuotetulla biometaanilla korvattavan fossiilisen polttoaineen määrä ja vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin.

Elintarvikejätteen ympäristövaikutusten elinkaaritarkastelu sisälsi päästöjen tarkastelun alkutuotannosta kaupan hyllylle sekä käyttövaiheen ja jätehuollon aiheuttamat päästöt, kun taas talousvaikutuksia tarkasteltiin jätteen tuottajien näkökulmasta huomioiden elintarvikkeen hankinnasta, käytöstä ja jätemaksuista koostuvat kustannukset.

Metaaniskenaariossa laskettiin biokaasun käyttötavan (lämmön- ja sähköntuotanto tai biometaani liikennepolttoaineeksi) ja biometaanin käytön lisääntymisen vaikutus biokaasulaitosten talouteen. Biometaanin tuotannon arvioitiin etenevän vaiheittain 10 vuoden aikana kaasua käyttävän autokannan kasvun myötä. Alueellisesta autokannasta oletettiin 1,5 % tai 10 % käyttävän biometaanina 10 vuoden kuluttua. Loput biokaasulaitosten tuottamasta biokaasusta oletettiin käytettävän sähköksi ja lämmöksi. Liikennepolttoaineen (biometaanin) myyntihinnaksi oletettiin 100 €/MWh. Turun ja Salon seudulla loppu biokaasusta oletettiin menevän sähkön- ja lämmöntuotantoon ja Kymenlaaksossa myytävän kaasuverkkoon 40 €/MWh hinnalla. Turun ja Salon seutuja käsiteltiin yhtenä markkina-alueena, sillä merkittävä määrä alueen potentiaalisista biometaanin käyttäjistä sijaitsee Turun seudulla. Kymenlaakson markkina-alueena käytettiin hankkeessa rajattua aluetta (Kuva 1), mutta on huomioitava, että todellisuudessa markkina-alue on huomattavasti suurempi, sillä biometaani voidaan injektoida maakaasuputkeen ja siirtää siten laajalle alueelle.

Taulukko 2. Biomassat ja niiden käsittely tms. metaani- ja perusskenaariossa. Metaaniskenaariossa biokaasu ohjataan liikennepolttoainekäyttöön.

Biomassa	Perusskenaario 2020	Metaani- ja tavoiteskenaario 2020
Kotitalouksien, palveluiden ja teollisuuden biojätteet	Biojätteen keräysprosentti Turussa 28 %, Salossa 25 % ja Kymenlaaksossa 34 %. Erilliskerätty biojäte käsitellään tai kuten suunniteltu vuonna 2009. Loppu biojäte muun jätteen seassa polttolaitokselle.	Biojätteen ehkäisytaavoite 30% (muille kuin teollisuuden jätteille). Tehostettu biojätteen erilliskeräys, käsittely biokaasulaitoksella. Loppu biojäte muun jätteen seassa polttolaitokselle.
Yhdyskuntalietteet	Käsittely biokaasulaitoksella. Tuotettu kaasu sähkön- ja lämmöntuotantoon.	Käsittely biokaasulaitoksella.
Teollisuuden lietteet	Polttaminen.	Käsittely biokaasulaitoksella.
Lannat	Varastointi ja käyttö pelloilla.	Käsittely biokaasulaitoksella.
Energiakasvit	Ei energiakasvien viljelyä.	Energiakasvien viljely. Käsittely biokaasulaitoksella.
Maatalouden sivutuotteet	Ei hyödynnetä energiantuotannossa.	Käsittely biokaasulaitoksella.

3 Elintarvikejätteen määrän vähentämisen vaikutus

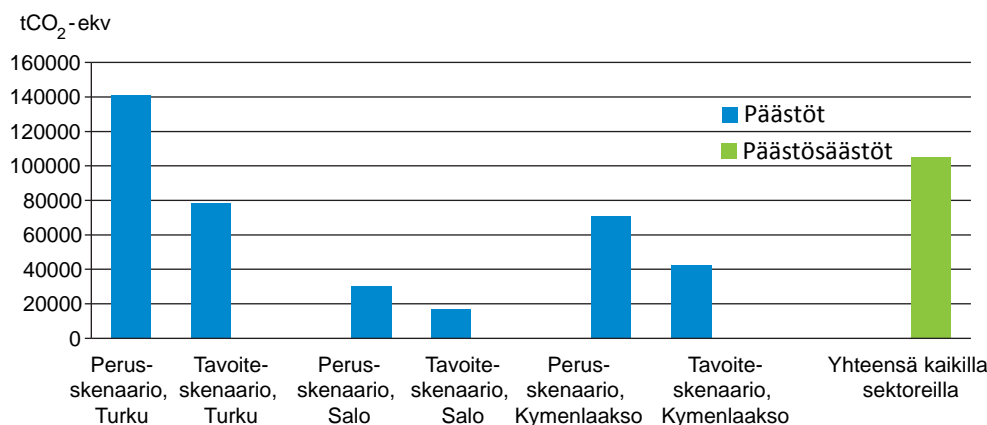
Perusskenaariossa bio- ja elintarvikejätteen määrät kasvavat hankkeen eri alueilla keskimäärin 1,1–9,5 % vuodesta 2009 vuoteen 2020 mennessä. Metaani- ja tavoiteskenaariossa biojätteen vähennystavoite vuoden 2009 määrästä oli 30 %. Jätteensynnyn ehkäisyn vaikutuksia tutkittiin elintarvikejätteen osalta vertailemalla elintarvikejätteen määrää näissä kahdessa eri skenaariossa vuonna 2020. Tavoiteskenaariossa elintarvikejätettä syntyy kolmella kohdealueella yhteensä 22 750 t vähemmän vuonna 2020 verrattuna perusskenaarioon, mikä vastaa 33–40 kg vähemmän elintarvikejätettä asukasta kohden (Taulukko 3).

Tavoiteskenaariossa ruokajätteen määrän vähentämisellä saavutettava kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen on perusskenaarioon verrattuna Turun, Salon ja Kymenlaakson seudulla 14 000–63 000 tCO₂-ekv. Päästövähennykset kohdealueilla ovat yhteensä yli 100 000 tCO₂-ekv/a (Kuva 2).

Päästövähennyksiä yli 90 % saavutetaan välttämällä turhaa ruoan tuottamista (Kuva 3), jolloin vähennetään myös ruoan jalostamista ja toimittamista loppukäyttäjien saataville. Päästövähennyksestä suurin osa saavutetaan kotitaloksissa, joissa myös syntyy eniten elintarvikejätettä.

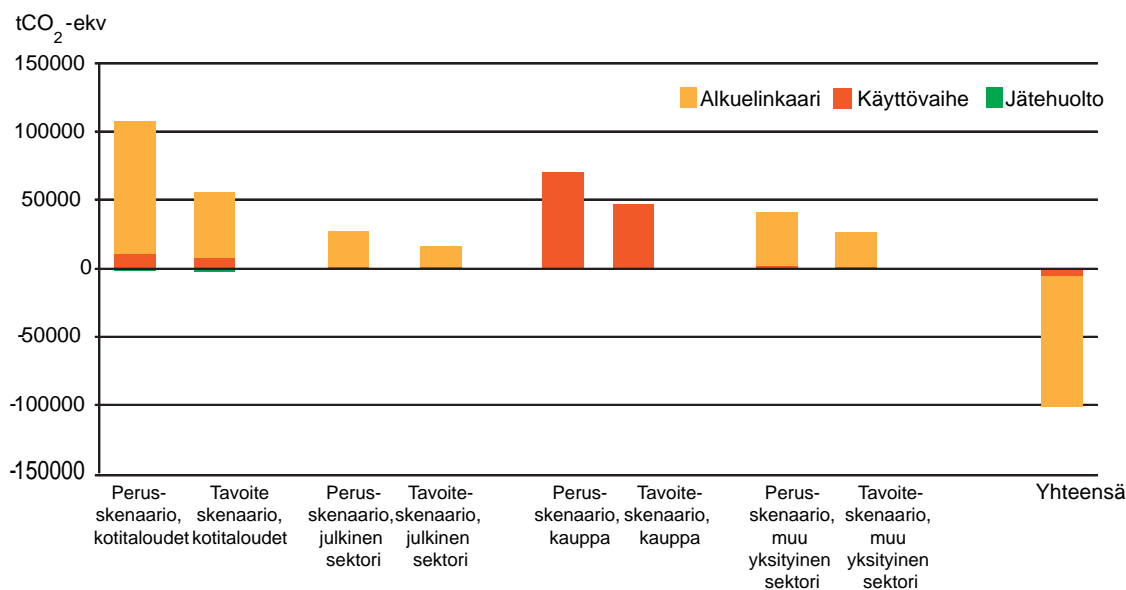
Taulukko 3. Elintarvikejätteen määrät ja niiden välinen erotus perus- ja tavoiteskenaarioiden välillä vuonna 2020.

	Kotitaloudet	Julkinen sektori	Kauppa	Muu yksityinen sektori	Yhteensä	
	t	t	t	t	t	kg/asukas
Turun seutu						
Perusskenaario	20 900	3 700	7 400	5 500	37 500	110
Tavoiteskenaario	13 600	2 300	4 800	3 100	23 900	69
Erotus	7 200	1 500	2 600	3 400	13 700	40
Salon seutu						
Perusskenaario	4 900	750	1 800	780	8 250	102
Tavoiteskenaario	3 170	450	1 170	420	5 200	64
Erotus	1 700	300	650	360	3 050	38
Kymenlaakso						
Perusskenaario	11 100	1 600	4 160	2 250	19 100	105
Tavoiteskenaario	7 800	1 000	2 900	1 360	13 100	72
Erotus	3 300	570	1 240	900	6 000	33



Kuva 2. Ruokajätteen kasvihuonekaasupäästöt kohdealueilla perus- ja tavoiteskenaarioissa sekä päästövähennykset tCO₂-ekv vuonna 2020.

Elintarvikejätteen vähentämisen taloudelliset vaikutukset arvioitiin jätteen tuottajien näkökulmasta vertaamalla ruoan hankinnan, käytön ja jätemaksujen kustannuksia perusskenaariossa ja tavoiteskenaariossa määritetyille ruokajättemäärille. Kun huomioidaan sekä kotitaloudet että julkiset ja yksityiset palvelut, elintarvikejätteen vähentäminen säästää keskimäärin 230 €/asukas vuonna 2020 (Taulukko 4). Säästöstä suuri osa (noin 66 %) tulee ruoanhankinnasta, koska biojätteen synnyn ehkäisy kohdistettiin pääasiassa syömäkelpoisen elintarvikejätteen synnyn ehkäisyyn.



Kuva 3. Ruokajätteen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain jaettuna eri elinkaarivaiheisiin vuonna 2020. Kaupan päästöt kuvaavat alkuelinkaaren ja käyttövaiheen päästöjä yhteensä.

Taulukko 4. Ruokajätteen kustannukset vuonna 2020 perus- ja tavoiteskenaarioissa sekä ruokajätteen vähentämisellä saavutetut säästöt.

	Turun seutu		Salon seutu		Kymenlaakso		Yhteensä	
	M€	€/asukas	M€	€/asukas	M€	€/asukas	M€	€/asukas
Perusskenaario	204	591	43	532	100	549	347	572
Tavoiteskenaario	120	348	25	310	63	347	208	343
Elintarvikejätteen vähentämisestä aiheutuvat säästöt yhteensä	84	243	18	222	37	202	139	229

4 Biokaasuntuotannon alueellinen suunnitelma

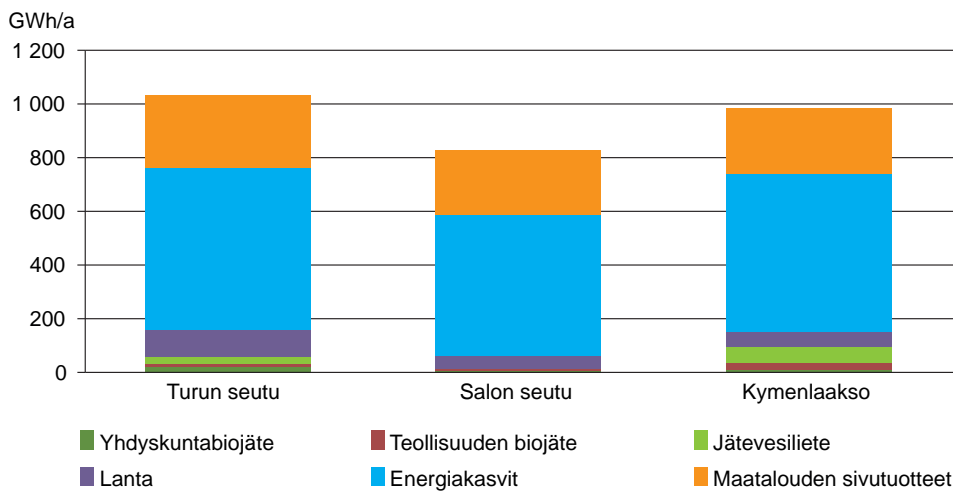
4.1 Biokaasuntuotannon raaka-aineet

Biokaasuntuotantoon soveltuvien biomassojen määrät selvitettiin (Taulukko 5) sekä niistä tuotettavan biokaasun määrä laskettiin (Kuva 4). Kohdealueilla on potentiaalista biomassaa biokaasuntuotantoon 1,1 miljoonaa t kuiva-ainetta (TS)/a, josta biojätettä ja lietettä noin 71 000 tTS/a. Energiakasvien osuus kokonaismäärästä on Turun seudulla 94 %, Salon seudulla 98 % ja Kymenlaaksossa 91 %. Hankkeessa tarkastelluista biomassoista voitaisiin kohdealueilla tuottaa polttoainetta yli 250 000 henkilöauton käyttöön (Taulukko 6).

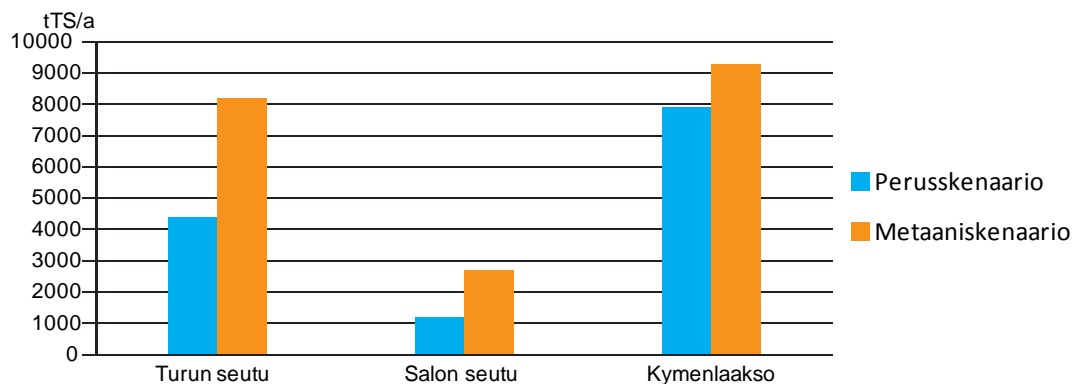
Metaaniskenaariossa käytettiin biojätteen määrän arvioinnissa vuodelle 2020 kahta oletusta: yhdyskuntabiojätteen määrä vähenee, mutta erilliskerätyn biojätteen määrä kasvaa. Perusskenaariossa oletuksena oli, että biojätteen määrä kasvaa väkimääräennusteen mukaisesti ja erilliskeräys pysyy vuoden 2009 tasolla (Kuva 5).

Taulukko 5. Metaaniskenaarion mukaiset biokaasuntuotantoon soveltuvien biomassojen määrät (tTS/a) vuonna 2020.

	Turun seutu	Salon seutu	Kymenlaakso	Yhteensä
Biomassa	tTS/a			
Yhdyskuntabiojäte	6 200	1 400	3 400	11 000
Teollisuuden biojäte	2 000	1 300	5 900	9 200
Yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesiliete	12 000	1 600	43 600	57 200
Lanta	54 300	26 600	38 100	120 000
Energiakasvit	201 400	176 500	197 000	575 200
Maatalouden sivutuotteet	126 000	112 100	117 200	355 400
Yhteensä	402 000	320 000	405 000	1 127 000



Kuva 4. Biokaasuntuotantoon soveltuvien biomassojen energiapotentiaali (GWh/a) metaaniskenaariossa.



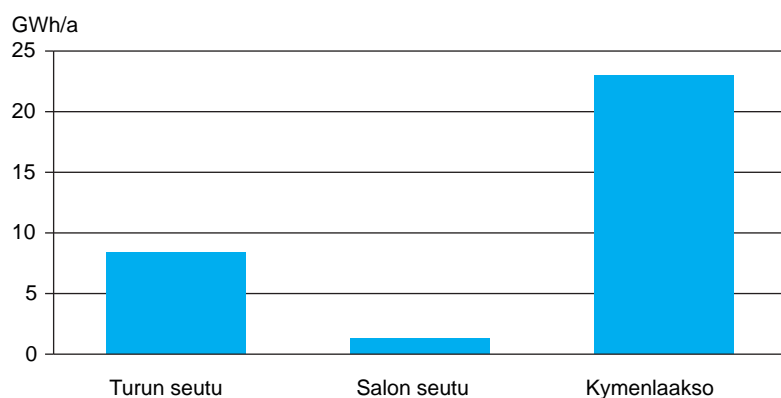
Kuva 5. Erilliskerätyn biojätteen määrä Turun, Salon ja Kymenlaakson seudulla vuonna 2020 perus- ja metaaniskenaarioissa.

Kaatopaikoilla muodostuu biokaasua, ja vaikka kaasuntuoton arvioidaan laskevan vuoteen 2020 mennessä, kerätyn kaasun määrän oletettiin pysyvän uusien kaasunkeräysjärjestelmien johdosta vuoden 2009 tasolla myös vuonna 2020 (Kuva 6). Pitkällä aikavälillä kaatopaikkakaasun määrä kuitenkin laskee kaatopaikoille päätyvän biojätteen määrän vähentyessä.

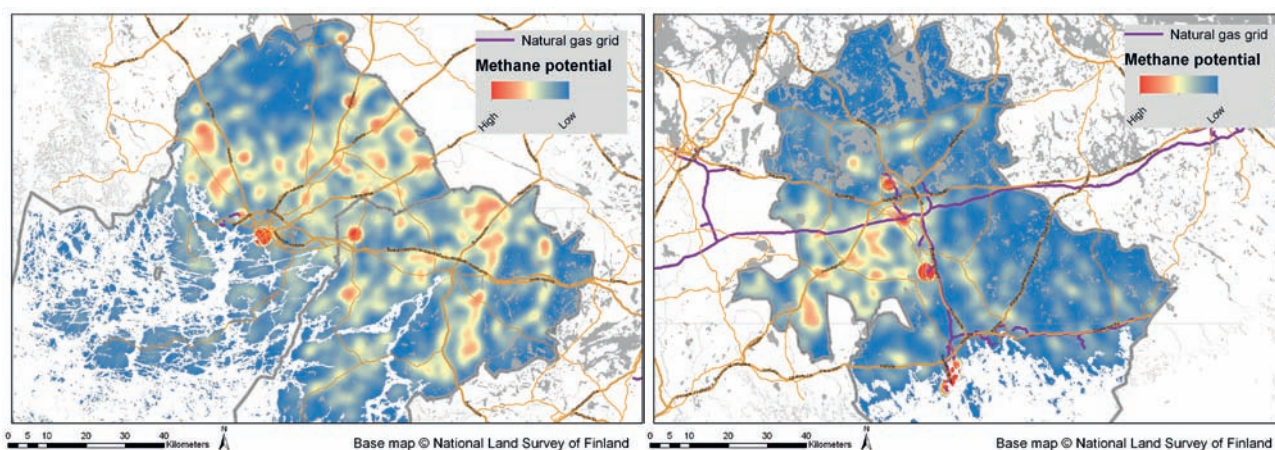
Biomassojen sijainti määritettiin paikkatietojärjestelmän avulla. Biomassojen määrien, ominaisuuksien ja sijainnin perusteella määritettiin alueet, jotka metaanintuottopotentiaalinsa mukaan olisivat mahdollisia alueita biokaasulaitokselle. Kuva 7 esittää Turun, Salon ja Kymenlaakson biomassojen metaanipotentialin tihentymät.

Taulukko 6. Metaaniskenaarion biomassat ja niiden metaanipotentiali sekä mahdollisten biokaasulaitosten (4 MW) ja biometaania käyttävien henkilöautojen lukumäärä.

	Biomassa tTS/a	Metaanipotentiali GWh/a	4 MW biokaasulaitosten lukumäärä	Biometaania käyttävien henkilöautojen lukumäärä
Turku	402 000	1 030	32	104 200
Salo	319 500	830	25	83 500
Kymenlaakso	420 800	990	31	100 500



Kuva 6. Kaatopaikoilla kerätyn ja hyödynnetyn kaasun määrä vuonna 2009 (ja 2020).



Kuva 7. Metaanipotentialin jakautuminen Turun, Salon ja Kymenlaakson kohdealueilla. Punaiset ja oranssit alueet kuvaavat korkeita metaanipotentialiaaleja.

4.2 Biometaanin tuotantosuunnitelma Turun ja Salon seudulle

4.2.1 Biokaasulaitokset

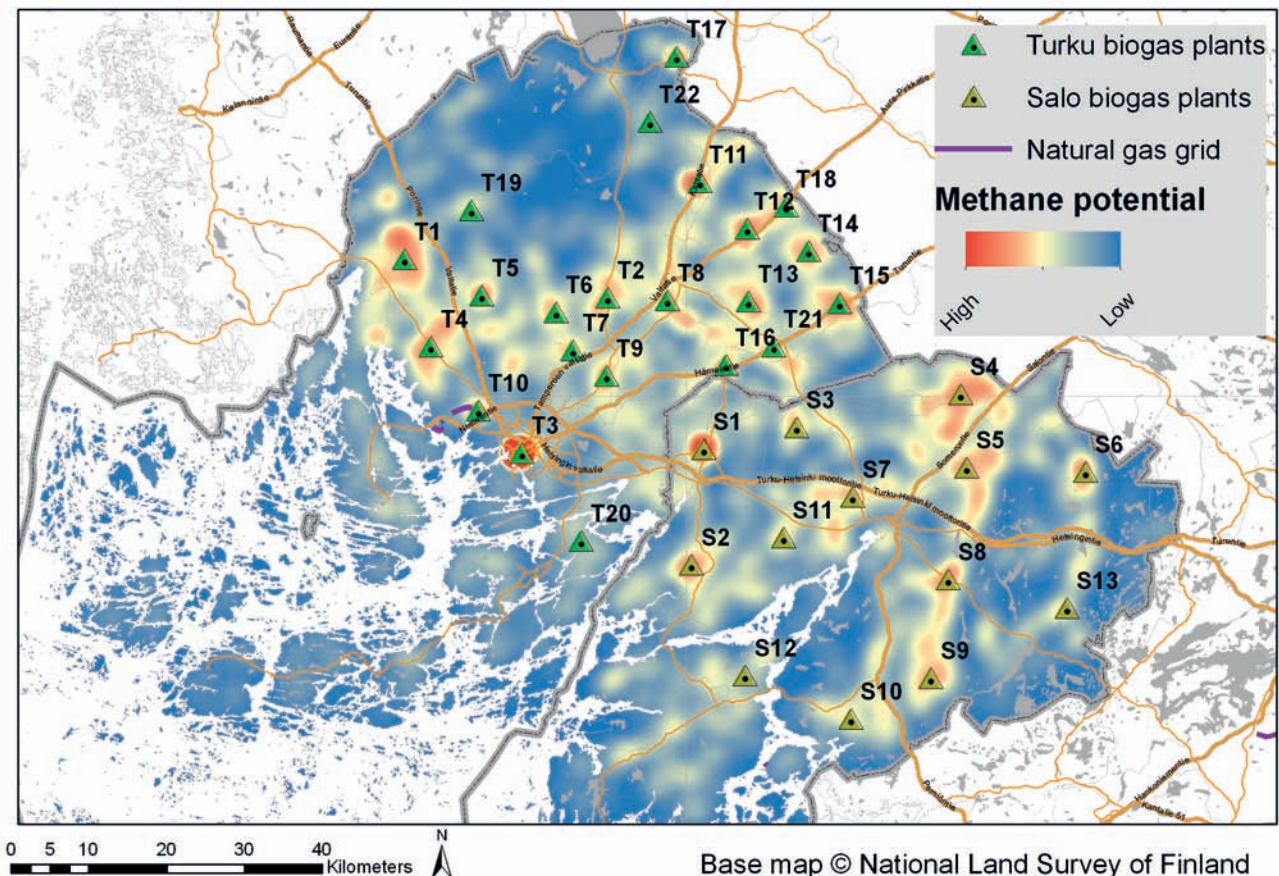
Biokaasulaitosten mahdollisia sijaintipaikkoja raaka-aineen sijainnin perusteella on Turussa 22 ja Salossa 13 (Kuva 8). Niissä käytettävät biomassamäärät ja laituskoot on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Turun ja Salon seudun biokaasun kokonaispotentiaali on noin 42 % alueen liikennepolttoaineenkulutuksesta. Turun biokaasulaitokset (Taulukko 7) käyttävät noin 76 % ja Salon laitokset (Taulukko 8) 72 % alueidensa potentiaalisista biomassoista. Biokaasulaitosten tuottama biometaani riittäisi kattamaan noin 25 % alueiden liikennepolttoaineenkulutuksesta.

4.2.2 Perus- ja metaaniskenaarion ympäristövaikutukset

Toteuttamalla kaikki suunnitellut biokaasulaitokset voidaan kasvihuonekaasupäästöjä vähentää Turun seudulla noin 170 000 tonnia CO₂-ekv. Salon seudulla päästövähennykset olisivat noin 130 000 t CO₂-ekv (Taulukko 9). Kokonaispäästöihin on huomioitu biomassan eri käsittelyistä aiheutuva energiankulutus ja sen päästöt. Metaaniskenaariorissa energiankulutus on suurempi, koska skenaariorissa käsitellään suurempi määrä raaka-aineita kuin perusskenaariorissa (kuten energiakasvit ja maatalouden sivutuotteet).

Metaaniskenaarion suurimmat päästövähennykset saadaan, kun fossiilisia polttoaineita korvataan liikenteessä bio-metaanilla (Kuva 9). Biokaasulaitosten tarvitseman energian tuotannon päästöt laskettiin Suomen keskimääräisen sähkön- ja lämmöntuotannon mukaan. Biokaasun tuotantovaiheen päästöjä voidaan vähentää käyttämällä laitoksen energianlähteenä joko laitoksen itse tuottamaa tai muuta uusiutuvaa energiaa. Raaka-aineiden hankinnasta aiheutuvat päästöt ovat suuremmat metaaniskenaariorissa kuin perusskenaariorissa johtuen suuremman biomassan käsittelystä metaaniskenaariorissa. Kokonaispäästöt metaaniskenaariorissa ovat kuitenkin merkittävästi pienemmät kuin perusskenaariorissa, koska metaaniskenaariorissa tuotetulla energialla voidaan korvata fossiilista energiaa liikenteessä.



Kuva 8. Turun (22 kpl) ja Salon (13 kpl) seutujen biokaasulaitosten sijainnit.

Taulukko 7. Turun seudun biokaasulaitokset, laitoskoot, raaka-ainemäärät ja raaka-aineen koostumus.

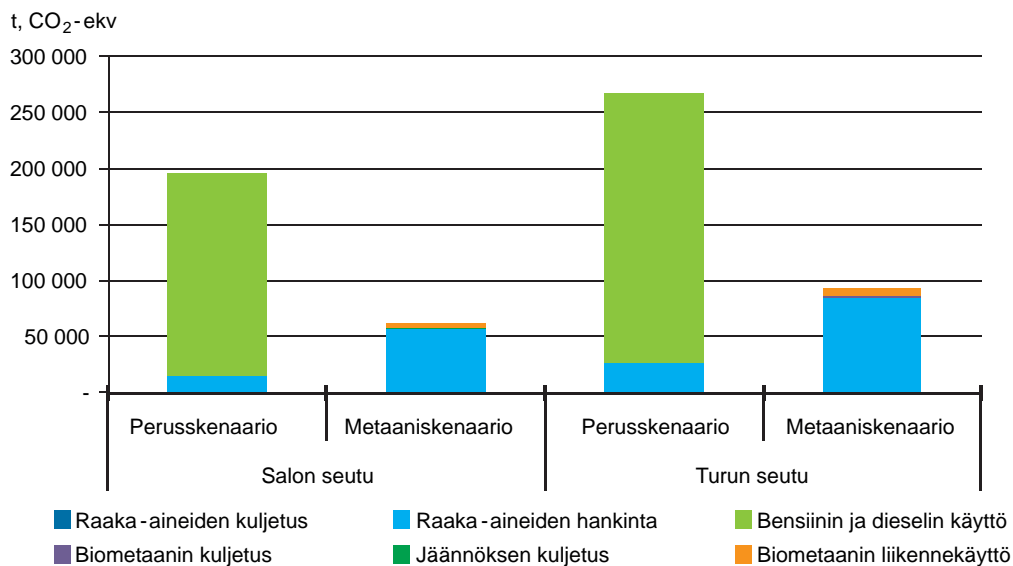
Laitos	Laitos koko (MW)	Raaka-ainemäärä (tTS/a)	Raaka-aineiden koostumus (% kuiva-painosta)			
			Biojäte	Liete	Lanta	Peltobiomassa
T1	7,0	22 000	0	0	19	81
T2	4,5	13 900	0	0	6	94
T3	7,4	23 100	20	52	2	26
T4	7,1	21 800	1	0	12	87
T5	5,7	17 900	0	0	16	83
T6	3,8	11 900	0	0	10	90
T7	3,1	9 300	1	0	1	98
T8	6,7	21 300	1	0	20	79
T9	6,2	19 100	1	0	10	89
T10	2,6	7 000	23	0	3	74
T11	5,9	19 100	0	0	31	69
T12	4,2	13 200	0	0	22	78
T13	3,2	10 100	0	0	16	84
T14	3,2	9 800	0	0	8	93
T15	4,8	14 900	0	0	9	91
T16	2,7	8 500	0	0	19	81
T17	2,1	7 000	0	0	39	61
T18	2,7	8 400	0	0	13	87
T19	3,4	10 900	0	0	24	76
T20	2,8	8 600	2	0	3	94
T21	5,8	18 000	0	0	11	89
T22	2,8	9 000	0	0	19	81
Yhteensä	97,7	305 000				

Taulukko 8. Salon seudun biokaasulaitokset, laitoskoot, raaka-ainemäärät ja raaka-aineen koostumus.

Laitos	Laitos koko (MW)	Raaka-ainemäärä (tTS)	Raaka-aineiden osuudet (% kuivapainosta)			
			Biojäte	Liete	Lanta	Peltobiomassa
S1	6,7	19 500	7	0	10	83
S2	6,3	19 300	0	0	10	90
S3	4,3	13 600	0	0	19	81
S4	8,4	25 900	0	0	6	94
S5	8,1	25 200	0	0	8	92
S6	5,4	17 000	0	0	16	84
S7	6,6	20 300	3	7	4	86
S8	6,5	19 900	1	0	5	94
S9	4,7	14 400	0	0	2	98
S10	5,0	15 400	0	0	13	87
S11	4,5	14 000	0	0	9	91
S12	4,2	12 800	0	0	4	96
S13	4,0	12 300	0	0	2	98
Yhteensä	74,6	230 000				

Taulukko 9. Vuosittaiset CO₂-ekv päästöt perus- ja metaaniskenaariossa vuonna 2020.

	Perusskenaario	Metaaniskenaario
Turun seutu		
Kokonaispäästöt tCO ₂ -ekv	266 200	92 880
Kokonaisenergiankulutus MWh	3 760	171 940
Päästövähennys tCO ₂ -ekv		173 320
Salon seutu		
Kokonaispäästöt tCO ₂ -ekv	195 520	62 260
Kokonaisenergiankulutus MWh	1 650	108 340
Päästövähennys tCO ₂ -ekv		133 260



Kuva 9. Perus- ja metaaniskenaarion kokonaispäästöt vuonna 2020 jaettuna eri elinkaarivaiheisiin.

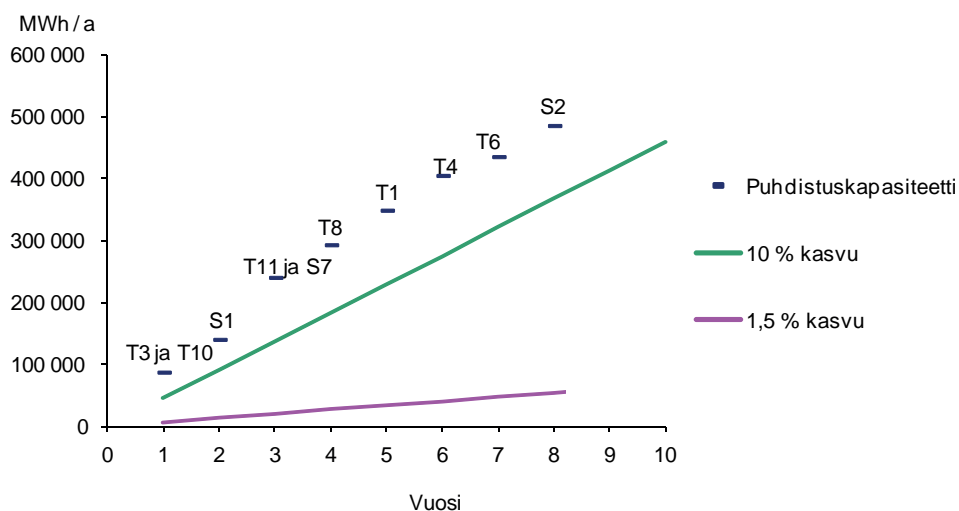
4.2.3 Biokaasulaitosten talous

Turun ja Salon alueilla biokaasuntuotantoon soveltuva biomassa vastaa biometaaniksi jalostettuna 42 % alueen liikennepolttoaineesta. Biometaanin tuotannon taloustarkastelu tehtiin kasvupolkuihin, joissa 1,5 % ja 10 % alueen ajoneuvoista siirtyy biometaanin käyttöön seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kasvupoluissa laitoskantaa rakennetaan tulevaa kysyntää ennakoiden.

Ensimmäisessä kasvupolussa (1,5 % autokannasta vuonna 2020) Turun ja Salon seudulla riittää yksi 7,4 MW biometaanin tuottava laitos. Se käsittelee pääosin alueen biojätteitä ja lietteitä ja on hankkeessa tutkituista laitoksista taloudellisesti kannattavin laitoksen operoijan näkökulmasta Turussa (Taulukko 7, laitos T3). Kaasumäärä vastaa Turun alueen paikallisbussien liikennepolttoaineen kulutusta.

Toinen kasvupolku (10 % autokannasta vuonna 2020) edellyttää yhdeksää biometaanin tuottavaa laitosta (Kuva 10, Taulukko 10). Ne on valittu hankkeessa tutkituista laitoksista (Taulukko 7 ja 8) kannattavuusjärjestyksessä. Laitoksissa voidaan tuottaa biometaanin lisäksi esimerkiksi noin puolelle alueen jäteautoista ja takseista. Biometaanin riittäisi vielä noin 15 %:iin alueen henkilöautoista.

Yhdeksän biokaasulaitoksen, kaasun jalostuslaitosten ja siirto- sekä jakeluinfrastruktuurin rakentaminen maksaisi 170–185 miljoonaa euroa. Kannattavuuslaskelmissa investoinnille arvioitiin 30 % investointituki. Laitosten raaka-aineista (porttimaksu, ostettu raaka-aine) riippuen myyntihinta, joka kattaisi tuotantokulut, on 0–96 €/MWh. Jokaisen laitoksen liikennebiometaanin myynnin oletettiin kasvavan kysynnän kasvun mukaan vaiheittain 10 vu-



Kuva 10. Biokaasulaitosten metaanintuottokapasiteetin tarve ajan funktiona verrattuna Turun ja Salon seutujen kahden kasvupolun mukaisen metaanikäyttöisten ajoneuvojen yleistymiseen 10 vuoden kuluessa (vuonna 2020).

den aikana täyteen tuotantokapasiteettiin. Loppuosa biokaasusta käytetään CHP-tuotantoon sähkön tuottajahinnalla 45 €/MWh_{el} ja lämmön tuottajahinnalla 30 €/MWh_{th}. Lämmöntuotannon käytettävyyden on oletettu olevan 30 % vuodesta. Liikennekäyttöön myydyin biometaanin myyntihinnaksi oletettiin 100 €/MWh_{th}, mikä vastaa dieselin hintaa noin 100 snt/l. Kun laitoksen koko kapasiteetti saadaan hyödynnettyä, eli kaikki tuotettu biokaasu myydään biometaanina liikennekäyttöön, biometaanin tuotantokustannukset vähenevät 17–36 €/MWh_{th} laitoksessa käytettävästä raaka-aineesta riippuen.

Taulukko 10. Turun ja Salon seudun taloudellisimmat biometaanilaitokset kasvupoluissa, joissa 1,5 % ja 10 % alueen autokannasta käyttää biometaania vuonna 2020.

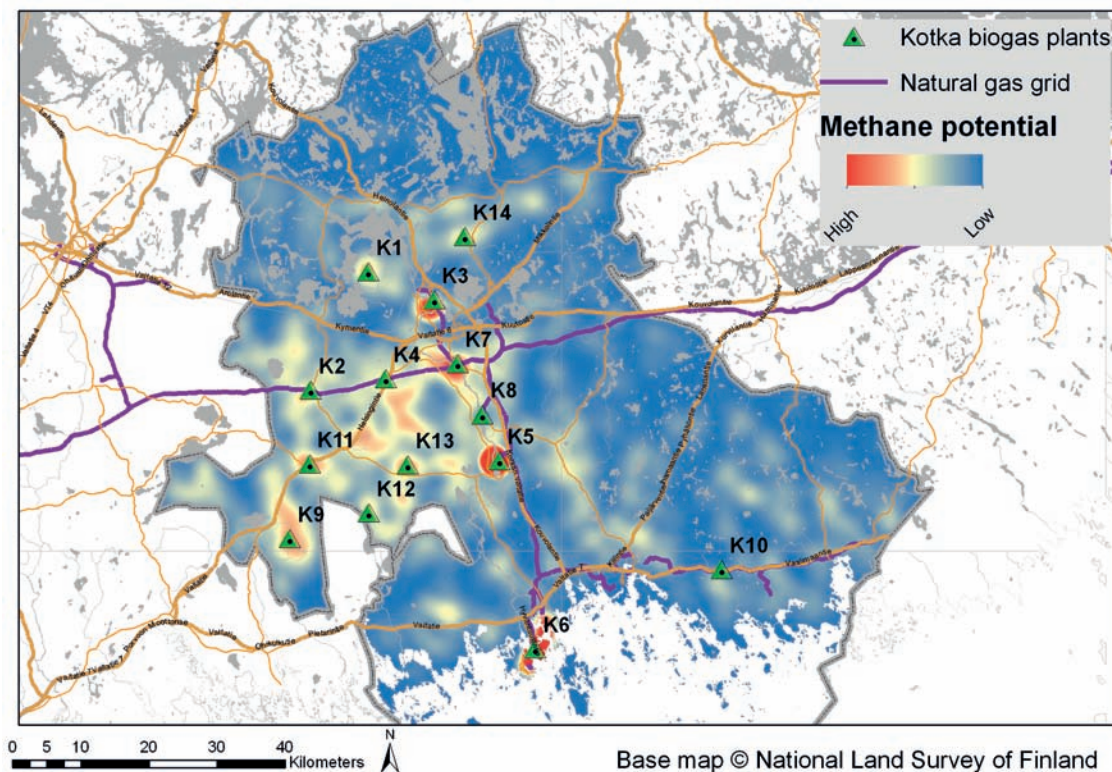
TURKUN JA SALON SEUDUT													
	1.5 % autokannan kehitys		10 % autokannan kehitys										
	Laitos	T3 ja Topinojan kaatopaikka	T10	T11	T8	T1	T4	T6	Yhteensä (TURKU)	S1	S7	S2	Yhteensä (SALO)
Tuotannon mittakaava	MW	8.2	2.8	5.8	6.6	7.0	7.0	3.8	41	6.6	6.5	6.3	19
Tuotantopotentiaali 100%	GWh th/a	66	22	47	53	56	56	30	330	53	52	50	155
Biometaanin tuotantopotentiaali 55%	GWh th/a	36	12	26	29	31	31	17	177	29	29	28	85
Raaka-aineet	1000 t/a	91	18	57	62	72	63	43	407	60	58	68	185
Biojäte	%	18	30		1		1			6	4		
Liete	%	65									13		
Lanta	%	3	6	47	39	35	21	42		26	12	28	
Peltobiomassa	%	15	64	53	60	65	78	57		67	72	72	
Investointi													
Biokaasun tuotanto	Milj. €	9.4	2.8	6.3	7.2	7.6	7.6	3.9	45	6.7	7.5	6.8	21
Jalostus	Milj. €	3.1	1.5	2.3	2.5	2.6	2.6	1.8	16	2.5	2.5	2.4	7
Biometaanin jakelu	Milj. €	3.3	1.1	2.4	2.7	2.8	2.8	1.5	17	1.3	1.3	1.3	4
CHP	Milj. €	1.6	0.6	1.2	1.3	1.4	1.4	0.8	8	2.7	2.6	2.5	8
Yhteensä		16.9	5.9	12.2	13.6	14.4	14.4	8.0	86	13.2	13.9	13.0	40
Tuotantotuki, 30%	Milj. €	5.1	1.8	3.6	4.1	4.3	4.3	2.4	26	4.0	4.2	3.9	12
Kulut													
Biomassa	Milj. €/a	-0.2	-0.2	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.4	-3.3	-0.6	-0.7	-0.6	-1.9
Biokaasun tuotanto	Milj. €/a	-2.2	-0.5	-1.4	-1.5	-1.6	-1.6	-0.8	-9.6	-1.4	-1.5	-1.4	-4.3
Jakostus ja jakelu	Milj. €/a	-1.2	-0.4	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-0.6	-5.8	-0.9	-0.9	-0.9	-2.8
CHP	Milj. €/a	-0.3	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-1.9	-0.3	-0.3	-0.3	-0.9
Yhteensä	Milj. €/a	-3.8	-1.3	-3.0	-3.4	-3.6	-3.6	-2.0	-20.7	-3.3	-3.4	-3.3	-10.0
Tulot													
Porttimaksut	Milj. €/a	4.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	5.2	0.3	0.6	0.1	1.0
Biometaani	Milj. €/a	3.6	1.2	2.6	2.9	3.1	3.1	1.7	17.7	2.9	2.9	2.8	8.5
Sähkö	Milj. €/a	0.5	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	2.6	0.4	0.4	0.4	1.3
Lämpö	Milj. €/a	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3
Yhteensä	Milj. €/a	7.9	1.7	3.2	3.6	3.8	3.8	2.1	26.0	3.8	3.9	3.4	11.1
Tuotot(+) / Häviöt (-)	Milj. €/a	4.10	0.46	0.18	0.16	0.16	0.19	0.08	5.3	0.51	0.48	0.12	1.1
Tarvittava biometaanin hinta kattamaan tuotantokustannukset	€/MWh th	-24	57	93	94	95	94	95	70	83	83	96	87

4.3 Kymenlaakso

4.3.1 Biokaasulaitokset

Kymenlaaksossa on 14 biokaasulaitosten potentiaalista sijaintipaikkaa (Kuva 11). Niissä käsiteltävät biomassamäärät ja laitoskoot on esitelty Taulukossa 11.

Kymenlaakson biokaasun kokonaispotentiaali on noin 48 % alueen liikennepolttoaineen kulutuksesta. Kymenlaakson biokaasulaitokset (Taulukko 11) käyttävät noin 56 % alueensa potentiaalisista biomassoista. Biokaasulaitosten tuottama biometaanii riittäisi noin 29 % alueen liikennepolttoaineen kulutuksesta.



Kuva 10. Kymenlaakson biokaasulaitosten (14 kpl) sijainnit.

Taulukko 11. Kymenlaakson biokaasulaitokset, laitoskoot, raaka-ainemäärät ja raaka-aineen koostumus.

Laitos	Laitos koko (MW)	Raaka-ainemäärä (tTS)	Raaka-aineiden osuudet (% kuivapainosta)			
			Biojäte	Liete	Lanta	Peltobiomassa
K1	2,6	8 100	0	0	9	91
K2	6,0	18 500	0	0	2	97
K3	3,8	19 600	8	59	2	30
K4	7,4	23 300	0	0	9	91
K5	7,0	27 200	0	55	2	42
K6	5,9	21 600	24	70	0	6
K7	3,6	10 600	9	18	2	71
K8	4,8	15 300	1	0	13	86
K9	4,8	15 000	0	0	9	90
K10	2,5	8 200	0	0	17	83
K11	6,4	20 200	0	0	11	89
K12	3,3	10 600	0	0	13	87
K13	7,4	23 300	0	0	8	92
K14	3,8	12 400	0	0	15	85
Yhteensä	69,2	234 000				

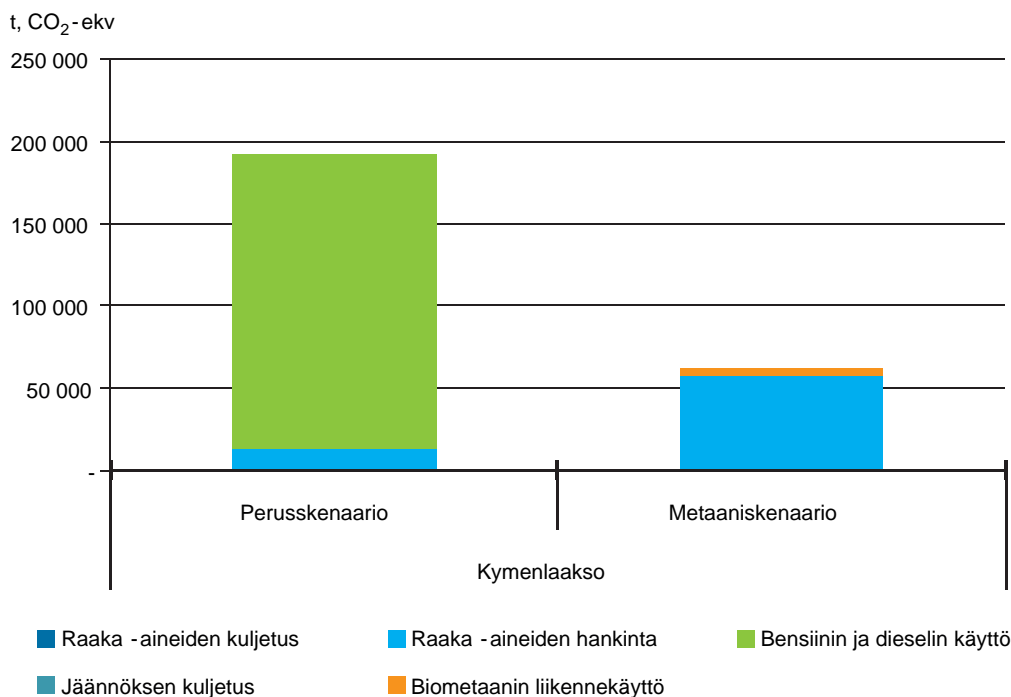
4.3.2 Biokaasulaitosten ympäristövaikutukset

Toteuttamalla kaikki suunnitellut biokaasulaitokset voidaan Kymenlaakson seudulla vähentää kasvihuonekaasupäästöjä noin 130 000 tonnia CO₂-ekv (Taulukko 12). Kokonaispäästöihin on huomioitu biomassan eri käsittelyistä aiheutuva energiankulutus ja sen päästöt. Metaaniskenaariossa energiankulutus on suurempi, koska skenaariossa käsitellään suurempi määrä raaka-aineita kuin perusskenaariossa (kuten energiakasvit ja maatalouden sivutuotteet).

Metaaniskenaarion suurimmat päästövähennykset saadaan, kun fossiilisia polttoaineita korvataan liikenteessä (Kuva 12). Biokaasulaitosten tarvitseman energian päästöt laskettiin Suomen keskimääräisen sähkön- ja lämmöntuotannon mukaan. Biokaasun tuotantovaiheen päästöjä voidaan vähentää käyttämällä laitoksen energianlähteenä joko laitoksen itse tuottamaa tai muuta uusiutuvaa energiaa. Raaka-aineiden hankinnasta aiheutuvat päästöt ovat suuremmat metaaniskenaariossa kuin perusskenaariossa johtuen suuremman biomassan käsittelystä metaaniskenaariossa. Kokonaispäästöt metaaniskenaariossa ovat kuitenkin merkittävästi pienemmät kuin perusskenaariossa, koska metaaniskenaariossa tuotetulla energialla voidaan korvata fossiilista energiaa liikenteessä.

Taulukko 12. Vuosittaiset CO₂-ekv päästöt perus- ja metaaniskenaariossa vuonna 2020.

Kymenlaakso	Perusskenaario	Metaaniskenaario
Kokonaispäästöt t CO ₂ -ekv	192 220	62 890
Kokonaisenergiankulutus MWh	9 640	109 540
Päästövähennys t CO ₂ -ekv		129 330



Kuva 12. Perus- ja metaaniskenaarion kokonaispäästöt vuonna 2020 jaettuna eri elinkaarivaiheisiin.

4.3.3 Biokaasulaitosten talous

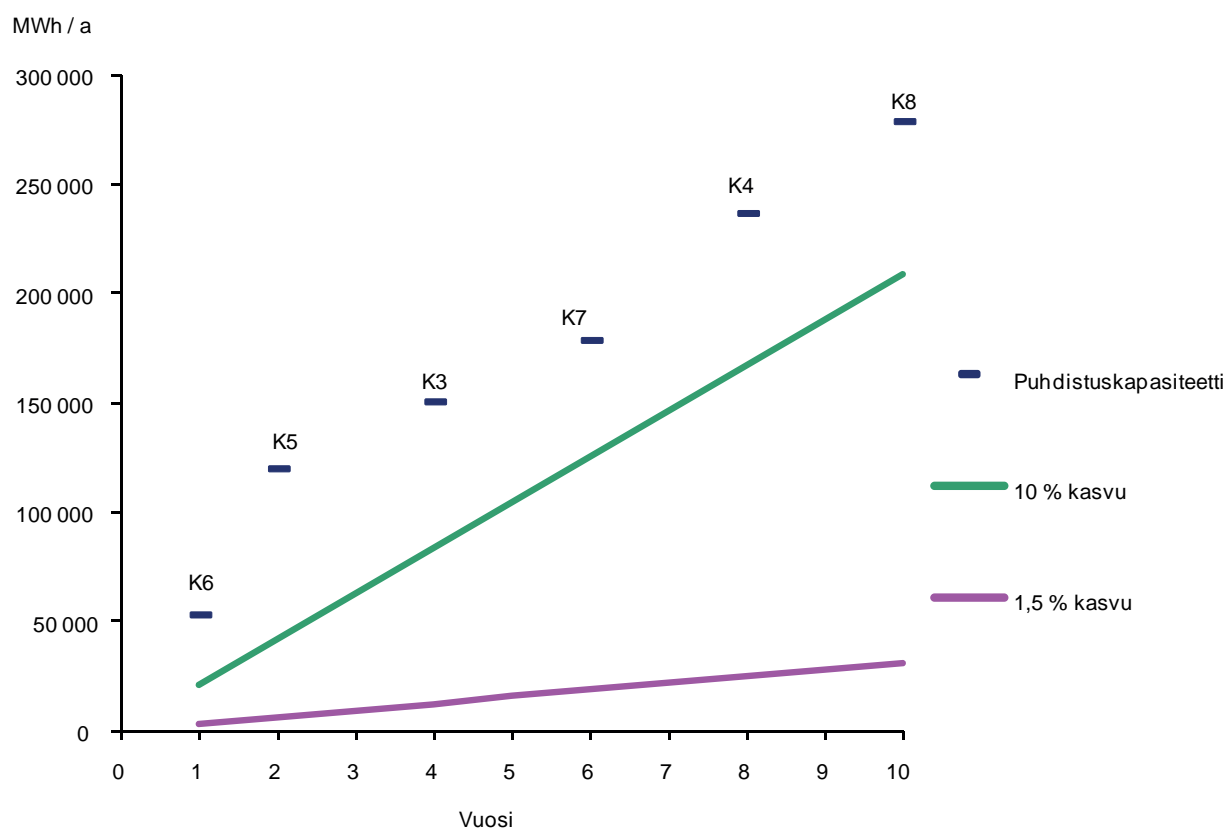
Kymenlaakson alueella biokaasuntuotantoon soveltuva biomassa vastaa biometaaniksi jalostettuna 48 % alueen liikennepolttoaineesta. Biometaanin tuotannon taloustarkastelu tehtiin kasvupolkuihin, joissa 1,5 % ja 10 % alueen ajoneuvoista siirtyy biometaanin käyttöön seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kasvupoluissa laitostantaa rakennetaan tulevaa kysyntää ennakoiden.

Ensimmäisessä kasvupolussa (1,5 % autokannasta) Kymenlaaksossa riittää yksi 5,9 MW biometaanin tuottava laitos, joka hyödyntäisi myös Heinisuon kaatopaikkakaasun (yht. 6,7 MW). Se käsitelisi pääosan alueen biojätteistä ja lietteistä ja on hankkeessa tutkituista laitoksista taloudellisesti kannattavin laitoksen operoijan näkökulmasta (Taulukko 11, laitos K6). Tämä kaasumäärä riittäisi paikallisbussien kulutuksen lisäksi esimerkiksi noin puolelle jäteautoista ja takseista sekä noin 10 % muulle raskaalle liikenteelle sekä 3 % alueen henkilöautoista.

Toinen kasvupolku (10 % autokannasta) edellyttää kuutta biometaaniantuottavaa laitosta (Kuva 13, Taulukko 13). Ne on valittu hankkeessa tutkituista laitoksista (Taulukko 11) kannattavuusjärjestyksessä. Laitoksissa voidaan tuottaa Kymenlaakson paikallisbussien lisäksi biometaaniantuotteen lisäksi biometaaniantuotteen lisäksi noin puolelle alueen jäteautoista ja takseista. Biometaaniantuotteen riittäisi vielä noin 10 % alueen muusta raskaasta liikenteestä sekä 24 % alueen henkilöautoista.

Näiden kuuden biokaasulaitoksen, kaasun jalostuslaitosten ja siirto- sekä jakeluinfrastruktuurin rakentaminen maksaisi noin 70 miljoonaa euroa. Kannattavuuslaskelmissa investoinnille arvioitiin 30 % investointituki. Laitosten raaka-aineista (porttimaksu, ostettu raaka-aine) riippuen myyntihinta, joka kattaisi tuotantokulut, on 0–74 €/MWh. Jokaisen laitoksen liikennebiometaaniantuotteen myynnin oletettiin kasvavan kysynnän kasvun mukaan vaiheittain 10 vuoden aikana täyteen tuotantokapasiteettiin. Loppuosa biokaasusta myydään maakaasuverkkoon tuottajahinnalla 40 €/MWh_{th}. Liikennekäyttöön myydyin biometaaniantuotteen myyntihinnaksi oletettiin 100 €/MWh_{th}, mikä vastaa dieselin hintaa noin 100 snt/l. Kun laitoksen koko kapasiteetti saadaan hyödynnettyä, eli kaikki tuotettu biokaasu myydään biometaaniantuotteen liikennekäyttöön, biometaaniantuotteen tuotantokustannukset vähenevät noin 6 €/MWh_{th}.

Kymenlaaksossa tuotettu biometaaniantuotteen voidaan syöttää maakaasuverkkoon riippumatta siitä, miten kaasun liikennekäyttö alueella edistyy. Liikennepolttoaineesta saatavat tuotot ovat yleensä paremmat kuin myytävän kaasun tuotot, joten ylikapasiteetin tuottaminen on kallista.



Kuva 13. Biokaasulaitosten metaanintuotokapasiteetin tarve ajan funktiona verrattuna Kymenlaakson kahden kasvupolun mukaisen metaanikäyttöisten ajoneuvojen yleistymiseen 10 vuoden kuluessa (vuonna 2020).

Taulukko 13. Kymenlaakson seudun taloudellisimmat biometaanilaitokset kasvupoluissa, joissa 1,5 % ja 10 % alueen autokannasta käyttää biometaania vuonna 2020.

KYMENLAAKSO		10 % autokannan kehitys						
		1,5 % autokannan kehitys						
		K6 + Heinsuon kaatopaikka	K5 + Keltakangas kaatopaikka	K3 + Karhukan-gas kaatopaikka	K7	K4	K8 + Sulento ja Sammalsoo kaa-topaikat	Yhteensä
	Laitos							
Tuotannon mittakaava	MW	6.7	8.4	3.8	3.5	7.3	5.3	34.9
Tuotantopotentiaali 100%	GWh th/a	54	67	31	28	58	42	280
Biometaanin tuotantopotentiaali 55%	GWh th/a	30	37	17	15	32	23	154
Raaka-aineet	1000 t/a	70	82	57	30	64	44	349
Biojäte	%	14		6	11		1	
Liete	%	82	61	67	31			
Lanta	%		7	4	3	26	33	
Peltobiomassa	%	4	32	23	55	74	66	
Investointi								
Biokaasun tuotanto	Milj. €	8.4	9.5	7.0	4.4	7.9	5.3	42.5
Jalostus	Milj. €	2.5	3.1	1.9	1.7	2.7	2.2	14.1
Kaasuverkkoon kytkentä ja tankkaus	Milj. €	2.7	3.4	1.6	1.4	2.9	2.1	14.2
Yhteensä		13.6	15.9	10.5	7.6	13.5	9.6	70.8
			0.41	0.41	0.41	0.41		
Tuotantotuki, 30%	Milj. €	4.1	4.8	3.1	2.3	4.1	2.9	21.2
Kulut								
Biomassa	Milj. €/a	-0.0	-0.4	-0.2	-0.3	-0.8	-0.5	-2.3
Biokaasun tuotanto	Milj. €/a	-2.0	-2.0	-1.5	-0.8	-1.6	-1.1	-9.0
Jalostus ja jakelu	Milj. €/a	-0.9	-1.2	-0.6	-0.5	-1.0	-1.0	-5.3
Yhteensä	Milj. €/a	-3.0	-3.6	-2.4	-1.7	-3.5	-2.6	-16.6
Tulot								
Porttimaksut	Milj. €/a	2.8	1.6	1.4	0.7	0.1	0.1	6.7
Biometaani, liikennepolttoaine	Milj. €/a	3.0	3.7	1.7	1.5	3.2	2.3	15.4
Biometaani, muu käyttö	Milj. €/a	1.0	1.2	0.6	0.5	1.0	0.8	5.0
Yhteensä	Milj. €/a	6.8	6.4	3.6	2.8	4.3	3.2	27.1
Tuotot(+) / Häviöt (-)	Milj. €/a	3.78	2.84	1.28	1.08	0.89	0.61	10.49
Tarvittava biometaanin hinta kattamaan tuotantokustannukset	€/MWh th	-28	23	24	30	72	74	32

4.4 Biometaanin tuotannon alueelliset talous- ja työllisyysvaikutukset

Perus- ja metaaniskenaariossa tarkasteltiin myös alueille kohdentuvia tulo- ja menovirtoja sekä työllisyysvaikutusta. Edullisin tapa käsitellä biojätettä on biometaanin tuotanto liikenteen polttoaineeksi. Olettaen, että metaaniskenaarion mukaisesti tuotettu biometaanin saadaan myytyä polttoaineeksi 100 €/MWh:n hinnalla, hyöty biojätetonnin kohden on noin 70–90 € verrattuna perusskenaarioon jätteenkäsittelytavoista riippuen. Henkeä kohden laskettu nettovaikutus on vastaavasti 13–20 €/a.

Lietteiden käsittelyn ja kaatopaikkakaasujen osalta skenaarioiden väliset erot käsittelymenetelmien kustannuksissa ovat vähäiset. Tämä johtuu siitä, että lietteitä ja kaatopaikkakaasuja hyödynnetään jo useimmissa kohteissa sähkön- ja lämmöntuotantoon, jolloin sähkö- ja lämpöenergian korvaaminen muilla energianlähteillä vähentää biometaanista saatavaa hyötyä.

Biometaanin tuotanto maatalousperäisistä raaka-ainesta työllistää aiempaa enemmän viljelijän sijaan urakoitsijoita (joina voi toimia viljelijätkin). Peltojen käytössä biometaanin tuotanto tarkoittaisi, että viljan kotimaisen ylituotannon sijaan tuotettaisiin nurmia biokaasukäyttöön. Perusskenaariossa pääasiallinen lopputuote on ylijäämäinen vilja, joka viedään ulkomaille. Metaaniskenaarion lopputuote on biometaanin, joka kulutetaan alueen sisällä. Biometaanin tuotannon alueellinen nettoarvo on 615 €/ha korkeampi kuin viljan ylituotannon.

5 Ohjaukeinoja biojätteen määrän vähentämiseksi ja biometaanin tuotannon edistämiseksi

Jätteiden määrän vähentämistä, biokaasuntuotantoa ja biometaanin liikennekäyttöä voidaan edistää erilaisilla ohjaukeinoilla. Ohjaukeinot voivat olla yhteiskunnallisia, taloudellisia ja/tai tiedon ja koulutuksen välittämistä.

5.1 Biojätteen synnyn ehkäisyn ohjaukeinoja

Jätteen määrän vähentämiseksi tarvitaan riittävän korkeita määrällisiä tavoitteita. Ne voidaan asettaa joko valtakunnantasolla jäteasetuksella tai aluetasolla. Tavoitteiden asettamista puolustaa muun muassa tässä hankkeessa osoitetut ruokajätteen määrän vähentämisen ympäristöhyödyt ja taloudelliset säästöt jätteen tuottajille. Valtio voi kannustaa jätteen määrän vähentämiseen taloudellisilla ohjaukeinoilla, joita ovat muun muassa erilaiset verot ja tuet. Verot voivat olla luonteeltaan luonnonvarojen tehokkaaseen käyttöön ohjaavia.

Koska jätevero vaikuttaa vain vähän jätteen määrään (Ympäristöministeriö 2005), tulisi tarkastella mahdollisuutta enenevästi muilla veroilla ohjata luonnonvarojen kulutuksen vähentämiseen.

Kotitaloudet ja muut elintarvikejätteen tuottajat voivat vaikuttaa jätteen määrään paremmalla elintarvikkeiden hankinnan suunnittelulla. Myös tiedotuksella ja viestinnällä voidaan vaikuttaa kuluttajan ostotottumuksiin. Tiedon jakaminen ja koulutuksen lisääminen jätteen määrän vähentämisen ympäristö- ja talousvaikutuksista luo pohjaa kulutustottumusten muuttamiselle. On esitetty, että neuvonta ja siihen tarvittavat resurssit tulisi keskittää ja siirtää seututasolla kunnallisilta jäteyhtiöiltä neuvontakeskuksille, jotka edistävät materiaalitehokkuutta ja jätteiden synnyn ehkäisyä (Pirkanmaan ympäristökeskus 2009).

5.2 Biometaanin tuotannon ja käytön edistäminen

Biometaani on useiden tutkimusten mukaan yksi ympäristöystävällisimmistä liikenteen polttoaineista (Persson ym. 2006). Liikenne perustuu useimmissa maissa, myös Suomessa, nestemäisten polttoaineiden jakeluun ja käyttöön. Kaasumaisen polttoaineen markkinoiden muodostumista voidaan edistää erilaisilla ohjaukeinoilla sekä ohjaamalla tukia biometaanin tuotannolle ja käytölle.

5.2.1 Yhteiskunnalliset ja taloudelliset ohjaukeinot

Esimerkki yhteiskunnallisesta ohjauksesta on EU:n direktiivi (2003/30/EY) biopolttoaineiden liikennekäytön edistämistä, jonka mukaan jakelutavoite Suomessa on 6 % vuosina 2011–2014 ja 20 % vuonna 2020. Myös julkiset hankinnat ovat tehokas keino edistää kaasujoneuvojen ja biometaanin käyttöä. Direktiivi 2009/33/EY puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämistä otettiin kansalliseen lainsäädäntöön lailla: ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa (1509/2011). Lain mukaan hankinnassa tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat ajoneuvojen käytöstä aiheutuvat energia- ja ympäristövaikutukset: energiankulutus, hiilidioksidipäästöt, typenoksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöt. Hankinnassa voidaan näiden lisäksi ottaa huomioon myös melu ja päästöjen paikalliset vaikutukset sekä muut ympäristövaikutukset. Lainsäädäntö mahdollistaa kilpailutuksen rajaamisen vain sellaisiin ajoneuvoihin, joissa biopolttoaineen käyttäminen on mahdollista. Myös pisteytystä voidaan painottaa niin, että päästöt ja energiatehokkuus ovat kilpailutuksessa merkittävämmässä roolissa kuin esimerkiksi hankintahinta. Ruotsissa on eräissä kunnissa otettu käyttöön myös pisteytys, jolla voidaan mitata biokaasun liikennekäytön rahallista hyötyä kun puhutaan sosiaalisista ja ympäristövaikutuksista (Lampinen 2011).

Biometaanin tuotannon taloudellinen kannattavuus riippuu polttoaineen yleistymisestä liikenteessä. Kun kysyntä laajenee ja markkinat ovat kehittyneet, biometaani on myös taloudellisesti kilpailukykyinen nestemäisten fossiilisten polttoaineiden kanssa. Alkuvaiheessa taloudellinen tuki on kuitenkin tärkeää kysynnän laajenemisen mahdollistamiseksi. Biometaanin taloudellinen tuki voisi olla biokaasun sähkön- ja lämmöntuotannon syöttötariffin muotoista, vertailukelpoista edistämistukea. Tuen antaminen vain lämmön- ja sähköntuotantoon vääristää markkinoita. Tavoitteena tulisi olla tuotantomuodon ennakoitavuuden edistäminen ja investointeihin sekä teknologian kehittämiseen liittyvien riskien vähentäminen.

Taloudellisia ohjaukeinoja ovat mm. tariffit, tuotantotuet sekä maataloustuet. Jos halutaan noudattaa saastuttaja maksaa -periaatetta, voidaan erilaisilla tariffeilla luoda markkinat biometaanin liikennekäytölle. Tariffit voidaan si-

toa biometaanin kulutukseen, jolloin tuki kohdentuu biometaanin tuotantoon raaka-ainelähteestä riippumatta ja tekee biojätteen käsittelystä erittäin kilpailtua.

Tuotantotuen rahoitus voidaan järjestää joko verovaroihin perustuvana tai liikennepolttoainemarkkinoilta kerättävänä tariffina. Verovaroihin perustuva järjestelmä on vastaava kuin biokaasusähkön syöttötariffiehdotus. Liikennepolttoainemarkkinoilta kerättävän tariffin kustannusvaikutus kohdentuu saastuttaja maksaa -periaatteen mukaisesti polttoaineen kulutuksen perusteella. Tariffi voidaan kerätä suoraan öljy-yhtiöltä polttoaineverotuksen yhteydessä. Kompromissina näistä on polttoaineveroista maksettava tariffi. Se on helpoiten hyväksyttävä ja kohdentuu saastuttaja maksaa -periaatteen mukaisesti. Polttoaineverotusta on jo kehitetty ympäristöperusteiseksi, mutta biometaanin tukeminen polttoaineveroilla kannustaisi autoilijoita myös siirtymään biometaanin käyttöön.

Kolmas vaihtoehto on muun energiatuotteen hintaa sidottu ehdollinen tariffi, joka on tietävästi käytössä ainoastaan Suomessa (kivihiilen ja / tai maakaasun hintaan sidottu turpeen syöttötariffi Suomessa 2007–2010: Laki (322/2007) polttoturpeesta lauhdutusvoimalaitoksissa tuotetun sähkön syöttötariffista). Biometaanin osalta hinta voitaisiin sitoa öljyn hintaan, eli öljyn hinnan noustessa riittävän ylös tukea ei enää maksettaisi. Öljyn hinnan laskiessa tuen määrä kasvaisi niin, että polttoaineiden välinen hintasuhte pysisi ennallaan.

5.2.2 Muut ohjauskeinot

Biometaanin tuotannon, jakelun ja käytön kehittämiseksi samanaikaisesti on tarpeen luoda alueellisia yhteistyörakenteita, joihin eri tahot sitoutuvat. Alkuvaiheessa merkittävässä roolissa ovat suhteellisen pienellä alueella toimivat, mutta paljon polttoainetta kuluttavat toimijat kuten paikallisbussit, jäteautot ja taksit sekä muut kuljetusliikkeet. Kaupungit voivat näyttää esimerkkiä siirtymällä käyttämään ajoneuvoissaan ympäristöystävällistä polttoainetta.

Euroopan maissa on käytetty erilaisia ohjauskeinoja kaasumaisen polttoaineen käytön edistämiseksi. Italiassa kansallinen autoteollisuus on investoinut ympäristöystävällisten autojen kehittämiseen ja tuottamiseen. Ohjauskeinoja Italiassa ovat olleen verovähennykset sekä tuet ympäristöystävällisen ajoneuvon hankintaan.

Ruotsissa biopolttoaineen käytöstä ja ympäristöystävällisistä yritysautoista on ollut mahdollista saada verovähennyksiä. Yhteiskunnallisena ohjauskeinona on käytetty myös lainsäädäntöä, jolla biopolttoaineiden jakelu polttoaineen jakeluasemilla on tehty pakolliseksi. Ruotsissa on myös tuettu vähäpäästöisen ajoneuvon hankintaa ja eri kaupungeissa ympäristöystävällisen ajoneuvon omistajat ovat saaneet parkkimaksujen tai tietullien alennuksia.

6 Biokaasulaitosten raaka-ainetoimittajien sopimuskäytännöt

6.1 Yleistä sopimuskäytännöistä

Biokaasulaitokset pyrkivät raaka-aineen saamiseksi tekemään jätehuoltoyritysten ja teollisuuden kanssa pitkiä sopimuksia, mutta kuitenkin niin, että sopimukseen on kirjattu tarkistusmahdollisuus. Esimerkiksi porttimaksun suuruus voidaan tarkistaa, jos biokaasulaitoksen tuotantotuet muuttuvat tai laitokselle toimitettavalle jätteelle tulee muita (kilpailevia) hyödyntämistapoja. Suomessa yhdyskuntajätteitä käsittelevien biokaasulaitosten ei tällä hetkellä kannata tehdä sopimuksia porttimaksuttomista syötteistä, kuten energiakasveista (Juvonen 2012; Isotalo 2012). Pelkästään maatalouden syötteitä käsittelevät biokaasulaitokset ja viljelijät saattavat päästä nykytilanteessakin molempia osapuolia hyödyttäviin sopimuksiin, etenkin jos kyseessä ovat sivutuotteet (esim. olki ja heikkolaatuinen rehu), joiden kysyntä on vähäistä tai olematonta (Seppälä ym. 2011; Ylhäinen 2011).

6.2 Sopimukset lannan toimittamisesta sekä käsittelyjäännöksen vastaanottamisesta

Suomessa biokaasulaitokset eivät maksa lannasta, jos saatavissa on porttimaksullisia jätteitä tai teollisuuden sivutuotteita. Lannan toimitussopimukset voivat olla joustavia osakassopimuksia, jolloin toimitusmäärät on sidottu osakkeisiin, ja lannasta peritään porttimaksu tai biokaasulaitoksen osakkaat voivat maksaa urakoitsijalle lannan kuljetuksesta. Osakastiloille toimitetaan vastaava määrän käsittelyjäännöstä pelloilleen lannoitteeksi (Isotalo 2012, Suontausta 2012).

Biokaasulaitokset toimittavat käsittelyjäännöksen ensisijaisesti osakastiloilleen. Biokaasulaitosten käsittelyjäännöksestä ei oleteta tällä hetkellä saatavan tuloa vaan se toimitetaan yleensä ilmaiseksi. Yleensä toimituksista pyritään tekemään pitkäaikaiset sopimukset (Isotalo 2012, Juvonen 2012). Tukipolitiikan muuttuessa ja väkilannoitteiden hinnan noustessa käsittelyjäännöksen arvo saattaa nousta.

6.3 Energiakasvien sopimustuotanto

Nurmisäilörehu on potentiaalinen energiakasvi biokaasuntuotantoon (Seppälä ym. 2011). Tärkeimpiä säilörehun tuotantosopimukseen sisällytettäviä asioita ovat viljelytoimien vastuunjako, hinnoitteluperuste (riippuu vastuunjaosta) ja maksaminen, sopimuksen kesto ja irtisanominen, tavoiteltava satotaso ja/tai laatu (riippuvat vastuunjaosta) sekä erimielisyyksien sovittelu. Sopimukset suositellaan tehtäväksi vähintään yhden viljelykierron mittaisiksi (yleensä 4–5 vuotta) ja niissä tulisi sopia myös hinnoitteluperusteen muutoksista ajan mittaan (Pyykkönen ym. 2011). Viljelytoimien vastuunjaon perusteella Pyykkönen ym. (2011) ovat ehdottaneet säilörehun sopimustuotannolle neljää toimintamallia ja niihin sopivia hinnoitteluperusteita (Taulukko 14).

Biokaasun tuotannossa toimintamalli, jossa ostaja vastaa nurmen lannoituksesta ja korjuusta (pystykauppa B) mahdollistaisi urakoitsijoiden tehokkaan hyödyntämisen ja nurmirehun tuotannon tehostamisen. Säilörehun hinta riippuisi erityisesti urakointitaksoista. Suuret tuotantovolyymit ja rehuvarastot alentaisivat yksikkökustannusta (Kässi & Seppälä 2012; Seppälä ym. 2012).

Taulukko 14. Säilörehun sopimustuotannon toimintamallit ja hinnoitteluperusteet (Pyykkönen ym. 2011) sekä mallien sovelluksia biokaasualalle.

Toimintamalli	Hinnoitteluperuste	Sovelluksia biokaasualalle
1. Myyjä myy rehun varastosta (myyjä vastaa pellon kasvukunnosta ja kaikista viljelytoimista)	snt/kg ka + sovittu laatutaso (poikkeamat laatutasosta muuttavat hintaa). Hinnan viitteenä vaihtoehtoistuotto (rehuohra) tai rehuntuotantokustannus	Laatutaso määräytyy metaanintuotto-potentiaalin tai siitä viitteitä antaviin analyysien (kemiallinen koostumus, D-arvo) perusteella
2. Pystykauppa A (ostaja korjaa sadon)	snt/kg ka + sovittu tavoitesatotaso (ostaja määrää laadun)	Biokaasulaitos määrää itse laadun valitsemalla korjuuajankohdan
3. Pystykauppa B (ostaja lannoittaa ja korjaa sadon)	€/ha (ostaja määrää satotason ja laadun)	Kuten edellinen + biokaasulaitos hyötyy oman käsittelyjäännöksen lannoitekäytöstä
4. Myyjä saa vain viljelytuet	Ei ole todennäköisesti kannattava myyjälle	Kuten edellinen

7 Johtopäätökset

Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla on runsaasti biomassaa, jota hyödyntämällä voitaisiin tuottaa liikenteen polttoainetta vuosittain jopa 250 000 henkilöauton käyttöön. Paikallisesti tuotettu liikenteen polttoaine vähentäisi erityisesti liikenteestä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä noin 430 000 tonnia CO₂-ekv. Biometaanin tuotanto lisäisi myös alueen työllisyyttä.

Biometaanin tuotto jättemateriaaleista on taloudellisesti kannattavaa, ja joissain tapauksissa biometaanin tuotanto voidaan kattaa raaka-aineesta saatavilla porttimaksuilla. Suuren mittakaavan biometaanintuotanto vaatisi kuitenkin maatalousbiomassojen käyttöönottoa, jolloin biometaanin tuotannon taloudellisuus on vahvasti riippuvainen metaanikäyttöisten ajoneuvojen yleistymisestä. Kysynnän ja tarjonnan samanaikainen kehittyminen onkin tuotannon taloudellisuuden kannalta tärkeää ja alkuvaiheessa tarvitsee erityisesti yhteiskunnallisia ohjauskeinoja. Esimerkiksi julkiset hankinnat ovat tehokas keino edistää kaasuajoneuvojen ja biometaanin käyttöä. Paikallisliikenteen siirtymisen käyttämään biometaanin takaisi biometaanin tuottajalle taloudellisen vakauden kaasun tuotantoon ja samalla toisi tarjontaa yksityisille kuluttajille. Biometaanille tulisi harkita myös syöttötariffin muotoista ja vertailukelpoista edistämistukea. Esimerkki tuesta on muun energiatuotteen hintaan sidottu ehdollinen tariffi, joka voitaisiin sitoa öljyn hintaan. Öljyn hinnan noustessa riittävän ylös tukea ei enää maksettaisi. Öljyn hinnan laskiessa tuen määrä kasvaisi niin, että polttoaineiden välinen hintasuhde pysyisi ennallaan.

Hankkeen tulokset osoittavat myös, että elintarvikejätteen määrän pienentäminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja on taloudellisesti kannattavaa. Ruokajätteen vähentäminen 30 % vuoden 2009 tasosta vuoteen 2020 mennessä vähentäisi Turun, Salon ja Kymenlaakson seuduilla kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä yli 100 000 tonnia CO₂-ekv ja säästäisi jätteen tuottajien rahaa noin 230 €/asukas vuonna 2020. Elintarvikejätteen syntyä ehkäisy tulisi siis olla jätehuollon ensisijainen tavoite. Tämän hankkeen mukaisen jätteen syntyä ehkäisyn saavuttaminen edellyttää kuitenkin konkreettisia toimia niin yhteiskunnalta kuin jätteen tuottajiltakin.

8 Kirjallisuus

- Adelt, M., Wolf, D. & Vogel, A. 2011. LCA of biomethane. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 3: 646-650.
- Ahlqvist, K. & Ylitälo, M. Kotitalouksien kulutus 1985–2006. 2009. Tilastokeskus, Tulot ja kulutus.
- 2003/30/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 8.5.2003 liikenteen biopolttoaineiden ja muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä. EYVL Nro L 123, 17.5.2003.
- 2009/28/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 23.4.2009 uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä sekä direktiivien 2001/77/EY ja 2003/30/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. EYVL Nro L 140, 5.6.2009.
- 2009/33/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviannettu 23.4.2009 puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä. EYVL Nro L 120, 15.5. 2009.
- HSY 2012. Elintarvikejätteen synnyn ehkäisy. Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ja jätteen tuottajan kohtamiin kustannuksiin sekä keinoja määrän vähentämiseen. Saatavilla internetissä: <http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaistus/7_2012_elintarvikejätteen_synnyn_ehkaisy.pdf>.
- Kässi, P. & Seppälä, A. 2012. Production cost of excess silage for bioenergy in Finnish cattle farms. Submitted to International Silage Conference 2012 (Hämeenlinna July 2–4 2012).
- Lampinen 2011. Kilpailutusohje kunnille ja muille julkisen sektorin organisaatioille biokaasuajoneuvojen ja biokaasukäyttöisten kuljetuspalveluiden hankintaan. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshankkeen julkaisuja 1/2011, Joensuu 7.1.2011, 35 s.
- L 30.3.2007/322. Laki polttoturpeesta lauhdutusvoimalaitoksissa tuotetun sähkön syöttötariffista. Annettu Helsingissä 30.3.2007. Suomen Säädöskokoelma 53/2007: 1018-1022. Saatavilla internetissä: <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070322>>.
- L 30.12.2010/1420. Laki biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain muuttamisesta. Annettu Helsingissä 30.12.2010. Suomen Säädöskokoelma 191/2010: 4725-4727. Saatavilla internetissä: <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101420>>.
- L 17.6.2011/646. Jätelaki. Annettu Helsingissä 17.6.2011. Suomen Säädöskokoelma 646/2011: 1–41. Saatavilla internetissä: <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>>.
- L 29.12.2011/1509. Laki ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa. Annettu Helsingissä 29.12.2011. Suomen Säädöskokoelma 1509:2011: 1–3. Saatavilla internetissä: <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20111509>>.
- Persson, M., Jönsson, O. & Wellinger, A. 2006. Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection. IEA Bioenergy Task 37.
- Pirkanmaan ympäristökeskus 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2020. Suomen ympäristö 43/2009
- Pyykkönen, P., Seppälä T. & Yrjölä T. 2011. Rehun sopimustuotannon mahdollisuudet Kainuussa. PPT työpapereita 130. Pellervon taloustutkimus PPT. Helsinki
- Saarinen, M., Kurppa, S., Nissinen, A. & Mäkelä, J. 2011. Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä. ConsEnv-hankkeen loppuraportti. Suomen Ympäristö 14/2011.
- Seppälä, A., Ojala, N., Kässi, P., Aro-Heinilä, E. & Paavola, T. 2012. Nurmirehun hankinta biokaasulaitoksen syötemateriaaliksi. Maataloustieteen päivät 2012.
- Seppälä, A., Kässi, P. & Paavola, T. 2011. Nurmen mahdollisuudet polttoaineen lähteenä ovat kasvussa. Maaseudun Tiede -liite 3/2011: nro 68. Maaseudun Tulevaisuus 24.10.2011. Saatavilla internetissä: <http://issuu.com/mttelo/docs/maaseudun_tiede_3-2011?mode=window&viewMode=doublePage>.
- Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J-M., Härmä, T., Korhonen, M-R., Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaaliavirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Suomen ympäristö 20/2009, 134s. Suomen ympäristökeskus (SYKE).
- Virtanen, Y., Hyvärinen, H., Katajajuuri, J-M., Kurppa, S., Nousiainen, J., Saarinen, M., Sinkko, T., Usva, K., Virtanen, J., Voutilainen, P., Ekholm, P., Grönroos, J., Koskela, S., Väänänen, S. & Mäenpää, I. 2009. Elintarvikeketjun ympäristövastuun taustaraportti. MTT/ SYKE/ Oulun yliopiston Thule-instituutti.
- Ylhäinen, A. 2011. Olki on edullisin polttoaine. Käytännön maamies 8/2011. Saatavilla internetissä: <<http://kaytannon-maamies.fi/arkisto/km-911/olki-on-edullisin-polttoaine>>.
- Ympäristöministeriö 2005. Jäteveron vaikuttavuuden arviointi. Raportti 1907-C5430, 2.6.2005. Suunnittelukeskus Oy.

Julkaisemattomat/suulliset lähteet

- Isotalo, M. 2012. Biovakka Suomi Oy. Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköpostiviesti 29.3.2012
- Juvonen, M. 2012. Biokymppi Oy. Henkilökohtainen tiedonanto. Puhelinhaastattelu 23.3.2012
- Suontausta, M. 2012. Juvan Bioson Oy. Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköpostiviesti 27.2.2012.

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -julkaisusarjassa julkaistaan maatalous -ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

