
RAPORTTI

TYÖNUMERO 10902649

PIRKANMAAN BIOKAASUEKOSYSTEEMIN KONSEPTOINTI



FINAL

2020-04-23

SWECO

**Tarja Ojala
Nina Aarras
Harri Enwald
Eija Miettinen
Janne Hautala
Tomas Norrena**

Yhteenveto

Maatalouden biomassavirtoihin perustuvan biokaasulaitoksen liiketoiminta perustuu energian myyntiin biokaasuna, sähkönä tai lämpönä, tai energian hyödyntämiseen itse. Maatalousperäisistä raaka-aineista ei ole saatavissa porttimaksuja. Liikennebiokaasuna arvioituna lannan arvoksi tonnille saadaan käsitellyissä tapauksissa suuruusluokaltaan 10 – 35 euroa tonnilta ja peltobiomassan arvoksi 50 – 170 euroa tonnilta. Biojätteen porttimaksu on suuruusluokaltaan 50 euroa tonnilta. Samaan aikaan biojätteestä voidaan saada biokaasuna noin 80 euroa tonnilta. Kannattavan liiketoiminnan lähtökohdat lantaperäiseen biokaasutuotantoon verrattuna ovat siten varsin erilaiset.

Biokaasun tyyppisen alhaisen jalostusarvon tuotteen kohdalla logistiikka merkitsee paljon. Pienen laitoksen etuna on, että se on lähtökohtaisesti sijoitettu sinne, missä raaka-aine syntyy eli lähelle maatilaa. Mikäli biokaasu halutaan myydä liikenteeseen, se vaatii mittavat investoinnit tuotantolaitteisiin ja jakelulogistiikkaan. Suuren laitoksen etu on suuren mittakaavan tuoma tuotannon skaalaetu ja haaste on logistiikka. Raaka-aineen löytäminen kuljetuskustannuksiltaan edulliselta etäisyydeltä ei suurimmassa osaa Suomea onnistu. Kuivalannan kuljetus on taloudellisesti mahdollista noin 40 km etäisyydeltä ja liete- lannan kuljetus noin 20 km etäisyydeltä.

Pirkanmaalla on merkittävästi biokaasutuotantoon soveltuvaa maatalousperäistä biomassaa. Syntyvän lannan määrä on lähes miljoona tonnia vuodessa. Peltobiomassojakin eli peltokasvien sivuvirtoja muodostuu merkittäviä määriä. Lisäksi Pirkanmaalla muodostuu merkittäviä määriä erilaisia tuotannon sivuvirtoja, jotka on mahdollista hyödyntää biokaasun tuotannossa. Pirkanmaalla ei kuitenkaan ole sellaista varsinaista yhtä keskittymää, jonne esimerkiksi Luke laskelmissaan olisi kaavaillut suurta (esim. 100 000 t/a) biokaasulaitosta.

Pirkanmaan biokaasutuotannon edistämiseksi keskeistä onkin keskikokoisen, paikallisen biokaasutuotannon parhaiden toimintaedellytysten löytäminen ja edistäminen sekä niihin perustuvan ekosysteemin toimintaan saattaminen. Pirkanmaalta löytyy useita paikallisen biokaasulaitoksen potentiaalisia sijoituspaikkoja, joiden kapasiteetti raaka-ainemääränä mitattuna olisi noin 20 000 – 50 000 tonnia vuodessa.

Paikallinen biokaasulaitos voi menestyä, mikäli se onnistuu hyödyntämään sekä pienen että suuren biokaasulaitoksen etuja. Raaka-aine saadaan onnistuneessa tapauksessa riittävän läheltä ja pystytään riittävässä määrin hyödyntämään suuremman mittakaavan skaalaetuja. Pirkanmaalla skaalaetuja pyrittäisiin saavuttamaan myös sillä ajatuksella, että paikalliset laitokset eivät toimisi yksin vaan ainakin osittain tekisivät yhteistyötä.

Biokaasun tuotannon ja käytön maakunnalliseen edistämiseen tarvitaan aktiivinen toimijaverkosto. Verkostoon tarvitaan aktiivinen ydin, joka alkuvaiheessa aktivoi toimijoita mukaan ja auttaa eteenpäin selvityksistä investointeihin saakka ja myöhemmässä vaiheessa asettaa pitemmän ajan tavoitteet ja pyrkii edistämään tavoitteiden saavuttamista. Ydin-

toimijat olisivat puolueettomia, maakunnallisia toimijoita. Ydintoimijoiden tärkeänä tehtävänä olisi aktivoida ympärilleen aktiivinen biokaasualan liittyvä toimijajoukko julkiselta ja yksityiseltä puolelta. Ydintoimijat muodostaisivat yleisesti tunnetun biokaasualan maakunnallisen toimijan, jonka muut toimijat tunnistaisivat keskeisenä vaikuttajana ja johon voisivat olla yhteydessä Pirkanmaata koskeviin biokaasualan asioihin liittyen.

Rakenteilla olevien Pirkanmaan Jätehuollon ja Keskuspuhdistamon biokaasulaitosten lisäksi Pirkanmaalla tapahtuu paljon biokaasun ympärillä. Sastamalan seudulla on useita kyliä, joissa on maataloustoiminnan keskittymä. Hämeenkyrö on aktiivinen kunta ilmastotyössä ja selvittää biokaasun tuotantomahdollisuuksia. Lisäksi PJH:n laitos Koukkujärvellä on sijainniltaan kiinnostava Hämeenkyrön ja Sastamalan suunnasta. Sahalahden seudun biokaasupotentiaalia Saarioisten laitoksen ympärillä on selvitetty esimerkiksi BioKierto-hankkeessa. Punkalaitumelle on ollut rakenteilla biokaasulaitos jo vuodesta 2017, mutta laitostoimittajan konkurssi on keskeyttänyt rakennustyöt. Vesilahdessa on vireillä biokaasulaitoshanke.

Maatalousperäisten biokaasulaitosten perustamiseksi toiminta tulisi saada maatalousyrittäjille houkuttelevaksi. Paikallisessa usean toimijan laitoksessa investointikustannukset ja riskit ovat odotettavasti pienemmät toimijaa kohti kuin tilakohtaisessa laitoksessa ja mahdollisuus tuottaa polttoainetta liikenteeseen parempi. Kiinnostus laitoksen perustamiseen on oletettavasti suurempi myös silloin, kun maatalousyrittäjät ovat itse mukana hyöty-mässä laitoksen tuotosta. Toisaalta mahdollisen ulkopuolisen toimijan on tässä tapauksessa helpompi sitouttaa raaka-ainetoimittajat biokaasulaitokseen. Tarkastelun kohteeksi valikoitui tällä perusteella jonkinlainen biokaasun ympärille muodostuva energiayhteisö, ensisijaisesti osuuskunta. Maataloustoiminnassa on pitkät ja toimivat perinteet osuuskuntatoiminnasta.

Paikallisen biokaasuyhteisön keskiössä olisi paikallinen biokaasulaitos. Omistajien joukossa olisivat ainakin keskeiset maatalouden raaka-ainetuottajat. Kaasun jalostus ja jakelu voi mahdollisesti olla kokonaan saman biokaasulaitoksen organisaation hallussa. Maataloustoimijat, paikalliset yritykset, kunta tai kunnan yhtiöt voivat muodostaa biokaasulaitoksen ympärille verkoston, jossa ne voivat myydä biokaasulaitokselle raaka-aineitaan, tuotteitaan tai palveluitaan ja ostaa biokaasulaitoksen tuotteita. Paikallinen biokaasutuotanto voi kuitenkin jäädä toteutumatta siksi, että paikallisesti ei ole kysyntää energiatuotteille, ei ole tarvittavaa halua tai kykyä investoida tai osaamis- tai muita resursseja. Tämän kynnyksen ylittämiseksi selvityksessä pohdittiin alueellista yhteistoimintaa paikallisten toimijoiden välillä.

Suomessa on energia-alalla toiminut useita osuuskuntia 1990-luvulta saakka. Ne ovat enimmäkseen paikallisia lämpölaitoksia, jotka käyttävät raaka-aineena metsänhoidon sivutuotteena syntyvää puujätettä, ja myyvät lämpöenergiaa kunnille, vaikkapa päiväkotien, koulujen ja virastotalojen lämmitykseen. Energiayhteisö voi syntyä biokaasun ympärille ja osuuskunta on kehittyvän biokaasuliiketoiminnan mahdollinen yhteistyömalli. Osuuskunta on lähellä osakeyhtiötä oleva yhtiömuoto, jossa omistajia ja päätösvallan käyttäjiä ovat osuuskunnan jäsenet. Saksassa energiaosuuskuntien määrä on kasvanut rajusti reilussa kymmenessä vuodessa: vuonna 2006 näitä osuuskuntia oli vain 8, mutta vuonna 2019 määrä oli jo lähes 900. Suomessa biokaasun ympärille ei juuri ole osuuskuntia kasvanut. Yksi esimerkki osuuskunnasta on kuitenkin Mikkelissä sijaitseva Biohauen Tuottajaosuuskunta.

Osuuskuntatoimintaan liittyy paikallisen biokaasutuotannon lisäksi toinen kiinnostava näkökulma. Paikalliset biokaasulaitokset ja osuuskunnat voisivat muodostaa yhteisen alueellisen ns. toisen asteen osuuskunnan liittyen liikennebiokaasun jalostukseen, jakeluun ja markkinointiin. Alueelliseksi kehittyvän biokaasutuotannon osalta suurempien biokaasuun liittyvien toimijoiden kiinnostus olisi oletettavasti suurempaa. Samoin esimerkiksi alueellisten toimijoiden, kuten alueellisen jätehuoltoyhtiön tai joukkoliikenneorganisaation voisi olla mielekkäämpää osallistua alueelliseen toimintaan liikennebiokaasun jakeluun ja käyttöön liittyen kuin pienehköihin paikallisiin biokaasuntuotantolaitoksiin.

Alueellisella osuuskunnalla olisi paremmat edellytykset organisoida ja investoida liikennebiokaasun jakeluun. Alueellisessa osuuskunnassa olisi lähtökohtaisesti mukana organisaatioita, joilla olisi tarvetta tai kiinnostusta liikennebiokaasun käyttöön ja tuotannon lisäämiseen. Lisäksi se voisi erityyppisin sopimuksin ja osallisuuksin edistää kaasun jalostusta liikennebiokaasuksi paikallisilla laitoksilla. Keinoja voivat olla esimerkiksi yhteiset investoinnit, palveluna toimitettu jalostus ja kuljetus, kaasuntoimitussopimukset raaka-kaasuna tai liikennebiokaasuna. Näin voitaisiin yhdessä etsiä ja löytää keinoja madaltaa biokaasuliiketoimintaan liittyviä investointeja, kustannuksia ja riskejä.

Alueellisen toiminnan kehittämisessä on aluksi oleellista biokaasun toimijaverkoston ja tuotantoverkoston kehittäminen. Pirkanmaan biokaasutuotannon lisääminen tarvitseekin tässä vaiheessa ensisijaisesti aktiivisuutta paikallisen biokaasutuotannon aikaan saamiseksi. Tämä alkaa kiinnostavien biokaasupotentiaalia omaavien sijaintien ja toimijoiden kartoituksella, yhteistyön aktivoimisella ja alustavan paikallisen biokaasuyhteisön muodostamisella. Tämän jälkeen selvitetään kannattavan biokaasuliiketoiminnan edellytykset tällä toimijajoukolla ja mahdolliset ulkopuoliset tarpeet, kuten rahoitus, biokaasusaaminen ja tuet. Paikallisen toiminnan aktivoimisella saadaan paitsi aktivoitua paikallista toimintaa biokaasun ympärillä ja oletettavasti uusia laitoshankkeita, myös käsitystä siitä, millainen alueellinen organisaatio parhaiten edistäisi Pirkanmaan biokaasutuotannon kasvamista ja uusien kannattavien laitosten syntymistä.

Maatalousperäisen biokaasutuotannon lisäämiseksi on mietitty maaperän hiilensidontaa ja hiilikompensaatiota. Maaperän sidottavan hiilen käyttö kaupankäynnin kohteena ei kuitenkaan ole yksinkertaista. Kaupankäynti hiilensidonnalla edellyttää lisäisyyden periaatteen toteutumista sekä hiilensidonnan todentamista. Lisäisyys hiilensidonnassa toteutuu, kun saavutetaan taso, jonka jälkeen viljelijä ei saa orgaanisen aineksen lisäämisestä hiilensidonnan lisäksi muuta hyötyä. Tämän maksimisatoisuustason saavuttamisesta Suomen pelloilla ei nykyisin ole käytettävissä tietoa. Lisäksi biokaasuprosessissa syötteen sisältämästä hiilestä päätyy biokaasuksi syötteen koostumuksesta riippuen 30 - 90 %, jolloin suuri osa hiilestä jää maaperään sidottavan hiilen kaupankäynnin ulkopuolelle.

Mädätysjäähänsidontaan sisältämän hiilen lisäksi peltoon sitoutuvan hiilen määrä on riippuvaista muista käytetyistä hiiliviljelymenetelmistä, maaperästä, ilmastosta ym. Siksi ainoa varma tapa mitata maaperään sitoutuneen hiilen määrä on mitata se maanäytteistä. Vielä toistaiseksi ei ole olemassa helppokäyttöistä ja kustannustehokasta menetelmää, jolla peltoon sidotun hiilen määrä voitaisiin luotettavasti määrittää. Maanäytteiden otto ja orgaanisen aineksen määrittäminen maanäytteistä on työlästä ja kallista.

Oikeudelliselta kannalta biokaasulaitosten hiilikompensaatiokauppa rajautuisi vapaaehtoiseen kompensatioon. Kioton pöytäkirjassa määritellään kaksi mekanismia sellaisten kansainvälisten päästöhyvitysten luomiseksi, joiden avulla osapuolet voivat kompensoida päästöjään. Mekanismit ovat yhteistoteutus, jossa teollisuusmaa rahoittaa kasvihuone-

kaasujen päästöjä vähentäviä tai nieluja lisääviä hankkeita toisessa teollisuusmaassa, ja puhtaan kehityksen mekanismi, jonka avulla teollisuusmaa rahoittaa päästövähennys-hankkeita tai nieluja lisääviä kestäväen kehityksen mukaisia hankkeita kehitysmaassa. Puhtaan kehityksen mekanismilla ja yhteistoteutuksella ei ole toteutuspaikan rajauksen vuoksi paikallisen biokaasutuotannon tilanteesta merkitystä.

Paikallisen biokaasutuotannon tapauksessa hiilikompensaatio perustuu vapaaehtoisuuteen, eikä siitä ole säädetty Suomessa. Vapaaehtoisuus onkin johtanut esimerkiksi siihen, että tarjolla on vapaaehtoisia hiilikompensaatiostandardeja, joilla hiilikompensaatioiden laadun voi standardin puitteissa osoittaa. Tällaisia ovat esimerkiksi Verifies Carbon Standard (VCS) ja Gold Standard. Gold Standard -kriteereiden on todettu olevan vapaaehtois-ten hiilikompensaatiomarkkinoiden tiukimmat.

Julkinen toimija voi osallistua hiilikompensaatiokauppaan. Kunnan toimiessa kilpailutilan-teessa markkinoilla sen on annettava tehtävä osakeyhtiön, osuuskunnan, yhdistyksen tai säätiön hoidettavaksi. Kunnan harjoittaessa liiketoimintaa se samaistetaan yksityiseen elinkeinonharjoittajaan, jolloin sen on toimittava samojen periaatteiden mukaisesti kuin liiketoimintaa harjoittavan yrityksen.

Maaperän hiilensidonnan määrittämiseen samoin kuin hiilikompensaatiokaupan yleista-soiseen säätelemättömyyteen liittyvien haasteiden vuoksi selvityksessä päädyttiin ehdot-tamaan kompensatiomallin laskentaan mallia, joka pohjaa uusiutuvan energian RED II -direktiiviin ja koko tuotantoketjuun pelkän maaperän hiilensidonnan sijaan. RED II -direktiiviin perustuva menetelmä olisi uskottava ja sille olisi olemassa ohjeistus.

Lietelannasta liikennekäyttöön tuotetulle metaanille RED II -direktiivissä on kasvihuone-kaasupäästöjen oletusvähennys 179 % verrattuna fossiiliseen bensiiniin tai dieseliin. Vas-taavasti esimerkiksi maissista tuotetulle liikennebiokaasulle on oletusvähennys vain 42 %.

Mikäli kompensatio olisi 50 €/t(CO₂ekv), kompensatiota voisi maksaa 4,2 € / t lantaa (10 % kuiva-aineessa). Nurmen tapauksessa kompensatio olisi noin 5,5 € / t nur-mea. Tällä noin 4 – 5 € / t tasolla kompensatio olisi samaa suuruusluokkaa kuin esimer-kiksi Ruotsissa käytössä oleva lantatuki biokaasun tuotantoon. Arvioidun kompensatian määrän voi arvioida kannustavan lannan kuljettamiseen biokaasutuotantoon, mutta sen arvo ei riitä tukemaan tuotantoketjussa laajemmin, esimerkiksi merkittävästi parantamaan itse biokaasulaitoksen kannattavuutta lannan kuljetuksen lisäksi. Lisäksi on huomattava, että 50 euroa tonnilta on jo hintana korkea. Päästökaupassa tonnin hinta on ollut tyypilli-sesti alle puolet laskemassa käytetystä ja kompensatiomarkkinoilla hinta on usein jopa vain kymmenesosa mainitusta.

RED II -direktiiviin perustuvan kompensatiomallin etuna on, että se voidaan yksinkertai-sesti määrittää raaka-aineen saapumisesta biokaasulaitokselle. Alustavasti muulle tuo-tantoketjuun liittyvälle toiminnalle raaka-aineen hankinnasta, tuotantoprosessista, kaasun käytöstä ja mädätejalosteiden käytöstä voitaisiin laatia laatukäsikirjan tyyppinen doku-mentti, jonka toteutumista valvottaisiin laatujärjestelmätyyppisesti kirjanpidon ja auditoin-tien avulla. Haluttaessa voitaisiin tehdä lisäksi mittauksia ja todentaa myös korkeammat kompensatioluvut. Laskenta on tehty liikennekäyttöön, mutta vastaava laskenta on teh-tävissä muunlaisiinkin hyödyntämismenetelmiin. Kompensatiota vastaava korvaus mak-settaisiin biokaasulaitokselle tai suoraan raaka-aineen toimittajalle. Kompensaatiokauppa ja siihen liittyvä ohjeistus ja valvonta sopisivat alueellisen toimijan järjestettäväksi.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Biokaasu liiketoimintana	2
2.1	Maatalouspohjainen biokaasun tuotanto	2
2.2	Pienen ja suuren laitoksen haasteet	5
3	Pirkanmaan biokaasuekosysteemi	8
3.1	Biokaasualusta	10
3.2	Tuotantomalli	11
4	Energiayhteisö	16
4.1	Energiaosuuskunnat Suomessa	17
4.2	Osuuskunta biokaasuliiketoiminnan yhteistyömallina	19
4.3	Esimerkkejä biokaasun tuottajaosuuskunnista	20
4.4	Energiayhteisön muodostamisen hyödyt	21
4.5	Osuuskunnan soveltuvuus energiayhteisön yritysmuodoksi	21
5	Energiayhteisön alustava määrittely osana Pirkanmaan biokaasuekosysteemiä	23
5.1	Paikallisen energiayhteisön luomisen toimintasuunnitelma	29
6	Hiilikompensaatio	31
6.1	Peltojen hiilensidontaan perustuva malli	31
6.2	Hiilikompensaation oikeudelliset rajoitteet	35
6.3	Näkökulmia hiilikompensaatiokauppaan	37
6.4	Ehdotus hiilikompensaation laskemiselle	42

1 Johdanto

Tämä konseptiselvitys on tehty Ekokumppanit Oy:n toimeksiannosta, osana heillä samanaikaisesti käynnissä olevaa biokaasun tuotantoa Pirkanmaalla edistävää hanketta. Konseptiselvityksenä tässäkin selvityksessä on pureuduttu laajaan aiheeseen monipuolisesti sekä pyritty kehittämään ja tuomaan esiin lupaavia ajatuksia, ideoita ja konsepteja Pirkanmaan biokaasuekosysteemistä. Nämä ajatukset, ideat ja konseptit toimivat pohjana seuraaville selvityksille ja toimenpiteille.

Pirkanmaalla pyritään kasvattamaan biokaasutuotantoa. Biokaasun käyttö energiantuotannossa nähdään hyvänä keinona edistää Pirkanmaan hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Pirkanmaalla, kuten Suomessa yleisesti, maatalouden sivuvirrat on tunnistettu runsaaksi, mutta toistaiseksi laajasti hyödyntämättömäksi raaka-aineeksi biokaasun tuotantoon. Biokaasun keskeiseksi käyttökohteeksi on tunnistettu liikenne, jossa paikallisella uusiutuvista raaka-aineista tuotetulla polttoaineella voidaan korvata fossiilisia polttoaineita.

Tässä selvityksessä biokaasun tuotannon tarkastelussa ovat raaka-ainenäkökulmasta erityisesti maatalousperäiset raaka-aineet, eli lannat ja peltobiomassat ja biokaasun käyttökohteena liikennekäyttö. Selvityksessä esitellään aluksi tästä näkökulmasta biokaasun tuotantoa liiketoimintana sekä liiketoimintaan liittyviä haasteita. Seuraavaksi esitellään Pirkanmaata biokaasun tuotannon ympäristönä erityisesti maataloussivuvirtojen ja liikennebiokaasun tuotannon näkökulmasta ja arvioidaan alustavasti Pirkanmaalle sopivia malleja biokaasun tuotantoon.

Kiinnostavana näkökulmana on noussut esiin biokaasun ympärille muodostettavat energiayhteisöt, joissa erityisesti maatalouden toimijat yhdistäisivät voimavarojaan. Maataloudessa on pitkä historia osuuskuntatoiminnasta. Selvityksessä esitellään energiayhteisöt ja osuuskuntatoiminta biokaasutuotannon näkökulmasta ja pohditaan osuuskuntamuotoisen toimintamallin soveltuvuutta erityisesti maatalouden raaka-aineisiin perustuvan biokaasutuotannon toimintamallina ja tuotannon kasvun edistäjänä. Tämän perusteella esitetään alustava malli Pirkanmaan biokaasun tuotanto- ja jakeluverkostolle sekä toimintasuunnitelma paikallisten energiayhteisöjen alulle saattamiseksi.

Maatalouden sivuvirtojen käytön haasteeksi biokaasutuotannossa on laajasti tunnistettu kannattavuus. Yhtenä keinona kannattavuuden parantamiseen on esitetty hiilikompensaatiokauppaa. Selvityksessä käsitellään hiilikompensaatiokauppaa maaperän hiilensidonnan, hiilikompensaatiokaupan oikeudellisten rajoitteiden ja taloudellisten edellytysten näkökulmasta. Näiden pohjalta arvioidaan hiilikompensaatiokaupan mahdollisuuksia kannattavuuden parantajana ja ehdotetaan mallia hiilikompensaatiokaupalle.

Tämän selvityksen lisäksi Pirkanmaalla on tänä keväänä toteutettu liikenteen käyttövoimaselvitys, jossa pureudutaan yhtenä käyttövoimavaihtoehtona biokaasun käytön mahdollisuuksiin ja ennusteisiin lähitulevaisuudessa. Tässä biokaasutuotannon selvityksessä näitä samoja asioita emme pyri arvioimaan, vaan ohjeistamme tulkitsemaan selvityksemme näkemyksiä ja tuloksia yhdessä käyttövoimaselvityksen kanssa.

2 Biokaasu liiketoimintana

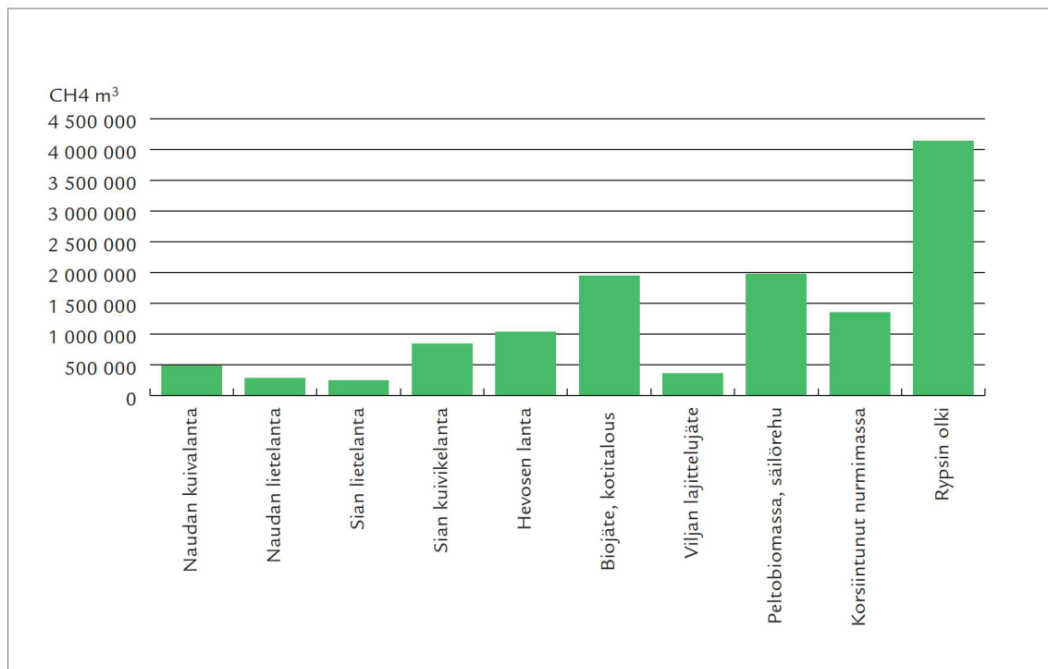
2.1 Maatalouspohjainen biokaasun tuotanto

Nykyisellään biokaasulaitokset käsittelevät tyypillisesti erilaisia jätetyyppejä biomassoja, kuten jätevesilietteitä ja biojätteitä. Näiden biomassojen haltijat ovat valmiita maksamaan biokaasulaitokselle biomassojen käsittelystä. Nykyiset biokaasulaitokset ovatkin liiketoiminnallisesti pääosin jätteenkäsittelylaitoksia, sillä pääosa niiden liikevaihdosta muodostuu biomassan vastaanoton yhteydessä porttimaksuna.

Maatalousperäiset biomassat, kuten lanta ja nurmi eroavat tästä näkökulmasta nykyisistä biokaasun raaka-aineista merkittävästi. Niiden haltijalla ei ole tarvetta tai intressiä maksaa niiden käsittelystä. Tämä ei toki ole ainutlaatuista. On myös paljon muita raaka-aineita, joiden hyödyntäminen biokaasun tuotannossa olisi mahdollista, mutta ne eivät päädy biokaasulaitokseen, koska niiden haltija voi ansaita luovuttamalla tämän biomassan käyttöön toimijalle, joka on valmis maksamaan tästä biomassamäärästä esimerkiksi rehuntuotannossa.

Maatalouden biomassavirtoihin perustuvan biokaasulaitoksen liiketoiminta perustuu energian myyntiin biokaasuna, sähköinä tai lämpönä, tai energian hyödyntämiseen itse. Biokaasulaitoksessa muodostuu lisäksi lähes yhtä paljon esimerkiksi lannoitekäyttöön soveltuvia mädätetuotteita kuin raaka-ainetta laitokselle tuodaan, mutta nykyisellään näistä tuotteista ei ole saatavissa merkittäviä tuloja. Jalostustekniikoiden kehittyessä tämä tilanne parantunee tulevaisuudessa.

Ajateltaessa biokaasu liiketoimintana, tulee arvioitavaksi tulot, joita kaasusta on saatavissa. Erilaiset maatalouden biomassat tuottavat biokaasua eri määriä. Näitä määriä on arvioinut esimerkiksi ProAgria. ProAgrian selvityksessä lähtökohtana on käytetty 20 000 tonnin vuotuista biomassamäärää, joka on saavutettavissa esimerkiksi lähitilojen yhteistyönä. Esimerkiksi lantamääränä laskettuna määrä vastaa noin 800 – 1 600 nautaa tai 8 000 – 10 000 sikaa riippuen siitä, onko lanta liete- vai kuivalantaa.



Kuva 1. Biokaasun tuotto metaanina laskettuna erilaisille syötteille ja määrälle 20 000 tonnia (ProAgria).

Naudan lannan biometaanituoton vaihteluväli on kuvassa 288 – 485 tuhatta kuutiometriä ja sian lannan 243 – 842 tuhatta kuutiota. Erilaisilla peltobiomassoilla vaihteluväli on selvästi korkeammalla tasolla eli 1 350 – 4 140 tuhatta kuutiota, riippuen tässäkin pääosin käytetyn biomassan kuiva-aineesta.

Biokaasun arvo on selvästi suurin liikennebiokaasuna, noin 0,8 euroa/m³ (ilman alv). Muissa käyttökohteissa metaanikuution arvo on kymmeniä prosentteja pienempi. Liikennebiokaasun hintatasolla naudan lannan arvo olisi siis luokkaa 200 – 400 tuhatta euroa ja sian lannan 200 – 700 tuhatta euroa. Peltobiomassan arvo olisi 1,0 – 3,3 miljoonaa euroa. Käytännössä syöte olisi usein näiden ja ehkä muidenkin jakeiden yhdistelmä. Käytännössä myöskään biokaasun saanto myyntiin ei ole 100 % ja sitä saattaa olla järkevä käyttää myös laitoksen omaan energiankulutukseen.

Lannan arvoksi tonnille saadaan näissä tapauksissa suuruusluokaltaan 10 – 35 euroa tonnilta liikennebiokaasuna mitattuna ja peltobiomassan arvoksi 50 – 170 euroa tonnilta. Biojätettä käsittelevän laitoksen porttimaksulle suuruusluokan vertailuarvoksi voi esittää esimerkiksi 50 euroa tonnille. Samaan aikaan biojätteestä saadaan biokaasuna aiemman lähteen arvoilla lähes 80 euroa tonnilta. Kannattavan liiketoiminnan lähtökohdat varsinkin lantaan verrattuna ovat siten varsin erilaiset.

Luke on tutkinut kattavasti lantapohjaiseen biokaasutuotantoon perustuvan biokaasutuotannon liiketoiminnan edellytyksiä. Tutkimuksessa Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot (2019) on keskitytty ProAgrian selvitystä suurempaan biokaasulaitoksen kokoluokkaan 50 – 300 tuhatta tonnia vuodessa kahdestakin syystä, suuruuden ekonomian ja

ravinnetasapainon vuoksi. Yhtenä keskeisenä kohteena viime vuosien biokaasututkimuksessa on ollut ravinnetasapainon parantaminen paikallisesti, alueellisesti ja jopa maanlaajuisesti. Monilla alueilla Suomessa on maataloustoiminnasta johtuen joko ravinneylijäämää tai -alijäämää. Tätä voitaisiin suuren mittakaavan biokaasulaitoksilla ja mädätetuotteiden jalostamisella tasoittaa. Konsentroidut tuotteet olisi kustannustehokkaampaa kuljettaa pitkiäkin matkoja syntypaikasta niitä tarvitseville.

Luken esimerkeistä kiinnostavimpia tähän selvitykseen liittyen ovat pienemmät 50 ja 100 tuhannen tonnin laitokset, jotka käyttävät raaka-aineenaan 70 % erilaisia lantoja, 20 % peltobiomassaa (säilörehunurmea) ja 10 % ulkopuolelta tulevaa elintarviketeollisuuden sivuvirtaa. Näiden esimerkkien biokaasun tuotanto on suotuisampi ja raaka-ainejakauma käytännön toteutuksessa todennäköisempi pelkkään lantaan verrattuna.

Näistä lantapohjaisista esimerkeistä oli laskettu nautaan painottuvat ja sikaan painottuvat vaihtoehdot, jotka tuottivat metaania ja yllä mainituissa suuruusluokissa arvioituna tuloja seuraavasti:

Taulukko 1. Biokaasulaitoksen tuotanto- ja talouslukuja (Luke 2019 pohjalta).

Raaka-aine	Raaka-aine	Metaanin	Käyttö	Metaanin	Investointi
	Kapasiteetti	Tuotanto	Kustannus	Myynti	
	t/a	1000 m3/a	kEUR/a	kEUR/a	kEUR/a
Sika 70	50 000	1 927	1 460	1 500	18 180
	100 000	3 853	2 650	3 100	22 525
Nauta 70	50 000	1 713	1 460	1 400	18 180
	100 000	3 427	2 650	2 700	22 525

Luken laskelmissa käyttökustannuksissa huomioitiin ulkoa ostettu sähkö ja lämpö, muut ulkoa ostetut palvelut ja henkilöstökulut. Kuljetuskustannuksia ei huomioitu.

Investointikustannuksina huomioitiin syötteiden vastaanotto ja siirto, syöttölaitteisto, reaktorit, jälkikaasualtaat, biokaasun puhdistus ja jalostus liikennebiokaasuksi sekä mädätteen jatkojalostus, separointi ja nestejakeen jatkojalostus haihduttamalla ja strippaamalla. Mahdollisia tukia ei ole huomioitu. Investoinnit jakautuivat karkeasti laitoksissa seuraavasti:

- Rakennukset, maarakennus ja suunnittelu 40 %
- Biokaasulaitosprosessi 30 %
- Kaasunpuhdistus ja -paineistus 15 %
- Mädätteen jalostus 15 %

Taulukon luvut osoittavat, että 50 000 ja 100 000 tonnin vuosikapasiteetilla pääsee jo mittavaan miljoonaluokkaan metaanintuotantokapasiteetissa. Toisaalta luvuista huomaa, että tähän tuotantoon pääsemiseksi käsiteltävät biomassamäärät ovat mittavat. Liikevaihdossa päästään myös miljoonaluokkaan perustuen liikennebiokaasun myyntiin, mutta toisaalta tulot ovat karkeasti samaa luokkaa kuin suorat käyttökustannukset ilman inves-

tointiin liittyviä kuluja. Tämän lisäksi biokaasulaitokseen on tehtävä suuri investointi, jolle tuoton saaminen vaikuttaa erittäin haasteelliselta.

2.2 Pienen ja suuren laitoksen haasteet

Biokaasulaitos tarvitsee biokaasun tuottamiseksi maatalousperäisistä raaka-aineista luonnollisesti samat prosessivaiheet, on laitos sitten pieni tai suuri. Raaka-aineet vastaanotetaan ja esikäsitellään, mädätetään reaktorissa, puhdistetaan ja liikennekaasun tapauksessa jalostetaan syntynyt biokaasu sekä käsitellään mädätteet. Mittakaavasta johtuen pienellä ja suurella laitoksella on kuitenkin erilaiset haasteet ja edut.

Pieni biokaasulaitos on tässä yhteydessä maatilan oma biokaasulaitos tai muutaman toimijan yhteinen biokaasulaitos, tuotantolukuina alle 20 000 tonnia raaka-ainetta, josta merkittävä osa on lantaa, ja biokaasutuotanto metaanina mitattuna alle miljoona kuutiota vuodessa. Suuri laitos taas on suuruusluokaltaan edellisessä kappaleessa käsitellyn kokoinen, yli 50 000 tonnin laitos, jonka raaka-aine on merkittävässä määrin lantaa ja tyypillisesti kerätään laajemmalta alueelta. Samoin mädätetuotteet levitetään laajemmalle alueille.

Pienen laitoksen etuna on, että se on lähtökohtaisesti sijoitettu sinne, missä raaka-aine syntyy, lähelle maatilaa. Biokaasulaitos on mitoitettu maatilan ja ehkä jonkun muun syötteen mukaan ja sen operointi järjestetty siten, että se onnistuu tilalla muutenkin työskentelevien henkilöiden toimesta. Investointi on kuitenkin maatilamittakaavassa merkittävä, karkeasti miljoonaluokkaa, ilman kaasunjalostusta. Mädätteen käsittely sisältää tavallisesti korkeintaan separoinnin kiinteään ja nestemäiseen jakeeseen ja syntyvät lannoitetuotteet levitetään lähipelloille. Niillä ei siten tasata ravinnekuormitusta paikallisesti tai alueellisesti. Mikäli biokaasu halutaan myydä liikenteeseen, on kaasun jalostus ensinnäkin mitattava investointi aiemman lisäksi. Lisäksi on huolehdittava jalostettu liikennebiokaasu kuluneuvojen käyttöön. Todennäköisesti se tulee paineistaa konttiin, joka on seuraava investointi. Kaasun tulee myös täyttää liikennebiokaasun laatukriteerit ja kaasu tulee saada järkevällä etäisyydellä jakeluun. Tähän tarvitaan sekä tankkausasema että kysyntää.

Hajautetun liikennebiokaasutuotannon haasteita on selvittänyt esimerkiksi Agera Innovation ja Fredrik Ek (2016). Olisi houkuttelevaa investoida vain yhteen suurempaan jalostuslaitokseen, mutta tällä hetkellä tämän mallin toteutus on kallista, ellei laitoksia voi yhdistää kaasuputkella. Mädätyksessä muodostuvaa raakakaasua on kallista kuljettaa. Raakakaasun sisältämä hiilidioksidi vie ensinnäkin tilaa metaanilta kuljetuksessa noin kolmanneksen. Lisäksi hiilidioksidi alkaa paineistaessa nesteytyä. Tämä halutaan välttää. Näin ollen raakakaasu kuljetetaan merkittävästi alhaisemmassa paineessa. Ekin arvion mukaan raakakaasua voidaan samassa tilavuudessa kuljettaa vain noin neljännes verrattuna jalostettuun biometaaniin. Tämä nostaa kustannuksia merkittävästi.

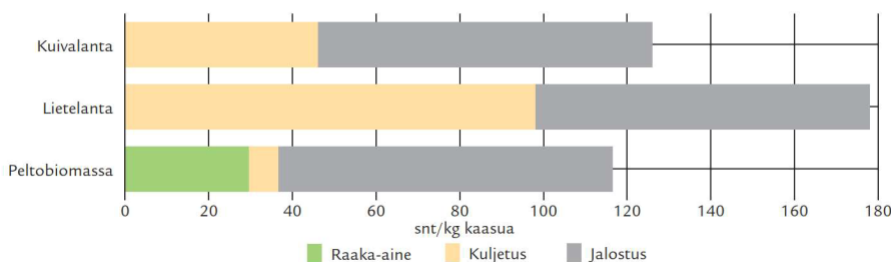
Suuren laitoksen etuna on skaalaetu. Tyypillisesti, kun jonkun tuotantoprosessin osan, kuten laitteen tai säiliön, tuotantokapasiteetti tai koko kasvatetaan esimerkiksi kaksinkertaiseksi, sen hankintakustannus ei kaksinkertaistu, vaan kasvaa vähemmän. Samoin on tyypillistä, että työpanos, joka tarvitaan kaksinkertaisen tuotantokapasiteetin prosessin operoimiseksi, ei ole kaksinkertainen, vaan kasvaa vähemmän. Suuret laitokset hyötyvät

siis ns. skaalaedusta. Näin ollen suuressa laitoksessa on lähtökohtaisesti edullisempaa panostaa monimutkaisempiin teknisiin ratkaisuihin, kuten liikennebiokaasun ja lannoite-tuotteiden jalostukseen.

Investoinneista ja suuruuden ekonomiasta on silti huomattava, että vertaamalla Luken tutkimuksen investointiarvoja pienempien maatilakokoluokan ja maatalojen yhteisten laitosten investointeihin, suuruuden ekonomia ei maatalouslähtöisten biokaasulaitosten yhteydessä vaikuta toteutuvan erityisen vahvasti. Näiden pienempien laitosten investointien arvioidaan usein olevan joitakin miljoonia euroja eikä investointi esimerkiksi vastaanotettua raaka-ainetonnin kohden vaikuta siten olevan Luken arvoja korkeampi.

Suuren laitoksen haaste on logistiikka. Riittävän suuren raaka-ainemäärän löytäminen kuljetuskustannuksiltaan edulliselta etäisyydeltä ei suurimmassa osaa Suomea onnistu. Raaka-aineen kuljetuskustannukset, samoin kuin mädätteen, muodostuvat haastaviksi biokaasun tuotannossa, jossa myydyistä tuotteista saadaan liikevaihtoa tyypillisesti kymmeniä euroja raaka-ainetonnin kohti laskettuna. Raaka-aineen kuljetuskustannukset ovat tyypillisesti euroja tonnia kohden (0,10 – 0,15 eur/t/km), mutta enemmän biokaasua tuottavat raaka-aineet sallivat kuljetuksen kauempaakin. Seuraava taulukko havainnollistaa kuljetuskustannusten vaikutusta eri maatalousperäisten raaka-aineiden kustannusrakenteeseen.

Kustannukset tuotettua kaasukiloa kohden samalla kuljetusetäisyydellä



Kuva 2. Kuivalannan, lietelannan ja peltobiomassan raaka-aineen, kuljetuksen ja jalostuksen hinta samalla 50 km kuljetusetäisyydellä (ProAgria).

Kuvassa keltainen väri kertoo 50 km kuljetuksen kustannusvaikutuksen tuotettua kilogrammaa liikennebiokaasua kohden. Samalla kun peltobiomassalla kuljetuksen osuus on selvästi alle 0,1 euroa/kg biometaania, se on lietelannalla lähes 1 euro/kg. Kun liikennebiokaasun hinta on tässä laskelmassa arvioitu olevan noin 1,2 euroa/kg, tulee lietelannan kuljetus alkuperäisessä kuiva-aineessaan taloudellisesti mahdolliseksi tältä etäisyydeltä, ja jo selvästi aiemmin. Kuivalannan kuljetus on tämän laskelman perusteella taloudellisesti mahdollista noin 40 km etäisyydeltä ja lietelannan kuljetus noin 20 km etäisyydeltä. Peltobiomassan osalta kuljetusetäisyydellä on selvästi pienempi merkitys ja siitä on laskelman mukaan jopa mahdollista maksaa, noin 20 euroa tonnilta eli noin 0,3 euroa/kg liikennebiokaasua.

ProAgrian selvityksessä on käsitelty monipuolisesti nurmibiomassan käyttöä biokaasuntuotannossa. Nurmisadon on arvioitu olevan noin 20 tonnia hehtaarille ja on arvioitu, että biokaasulaitos voisi maksaa nurmesta hyvän metaanituoton ansiosta 10 – 20 euroa/t. Esimerkiksi kaurasta maksetaan noin 120 – 150 euroa/t, mutta satotaso on selvästi pienempi, vain noin 3 tonnia hehtaarilta. Näin ollen nurmen viljelyllä voidaan päästä jopa samaan hehtaarikohtaiseen liikevaihtoon kuin kauralla.

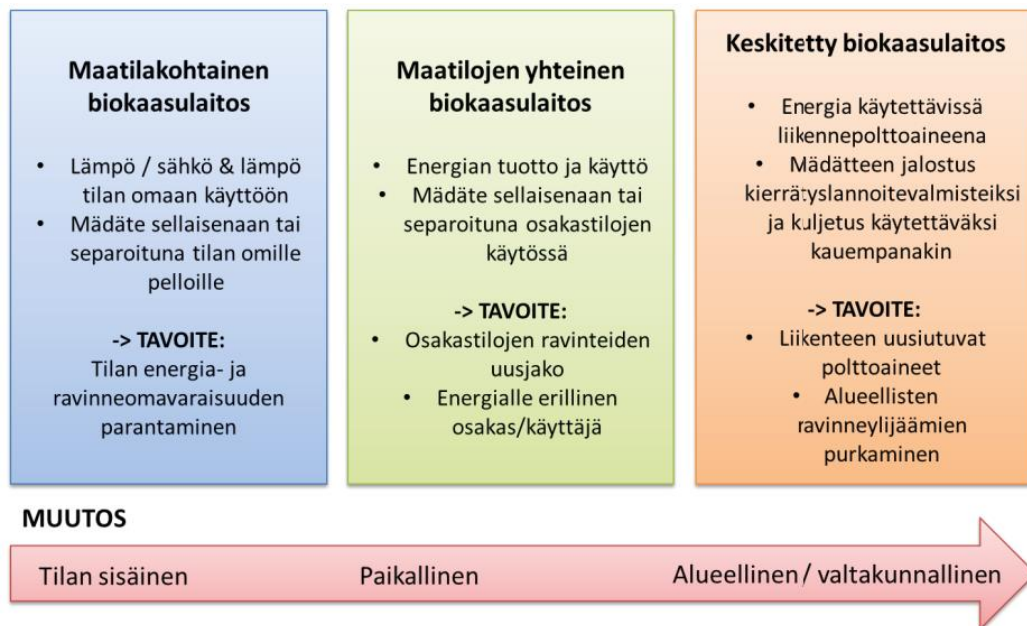
3 Pirkanmaan biokaasuekosysteemi

Pirkanmaan biokaasutuotanto on kehittymässä hyvää vauhtia. Pirkanmaan Jätehuolto rakentaa Nokian Koukkujärvelle biokaasulaitosta käsittelemään toimialueensa biojätteen (kunnallisen keräyksen osalta) sekä Nokian uuden jätevesilaitoksen lietteen. Tampereen Sulkavuoreen rakennetaan Keskuspuhdistamoa käsittelemään Tampereen lisäksi Kangasalan, Lempäälän, Pirkkalan, Vesilahden ja Ylöjärven kunnalliset jätevedet. Keskuspuhdistamon jätevesilietteet tullaan käsittelemään biokaasulaitoksessa, toki lietteet jo nykyisillä laitoksilla osin mädätetään biokaasuksi. Näiden investointien myötä Pirkanmaalla on siten biokaasun tuotannossa ne tyypilliset suuret jakeet, joita biokaasun tuotantoon Suomessa hyödynnetään.

Pirkanmaalla on lisäksi merkittävästi myös muuta biokaasutuotantoon soveltuvaa biomassaa. Niistä suurimmat jakeet ovat lanta ja peltobiomassa. Vaikka Pirkanmaa ei kuulu Suomen viiteen suureen karjatalousmaakuntaan, on Pirkanmaa näistä pienemmistä suurin ja syntyvän lannan määrä on lähes miljoona tonnia vuodessa (esim. Luke 2019). Peltobiomassojakin, peltokasvien sivuvirtoja muodostuu merkittäviä määriä. Niiden metaanintuottopotentiaali Pirkanmaalla on suurempi kuin lannan. Lisäksi Pirkanmaalla muodostuu merkittäviä määriä erilaisia tuotannon sivuvirtoja, jotka on mahdollista hyödyntää biokaasun tuotannossa. On kuitenkin muistettava, että useille materiaalivirroille on nykyisinkin jo hyödyntäjä, jolloin biokaasuntuotannon on pystyttävä olemaan nykyistä käyttöä houkuttelevampi vaihtoehto. Läheskään aina se ei onnistu, sillä kuten aiemmin on esitetty, biokaasulaitoksen maksukyky raaka-aineista on varsin rajallinen.

Pirkanmaalla ei ole sellaista varsinaista yhtä keskittymää, jonka ympärille esimerkiksi Luke (2019) olisi kaavaillut suurta (esim. 100 000 t/a) biokaasulaitosta. Pirkanmaa ei myöskään ole fosforin suhteen ylijäämäinen, joten laajassa mittakaavassa maakunnassa ei ole tarvetta kuljettaa fosforia kauas sen syntysijoilta, karjataloudesta. Toisaalta pienillä maatilakokoluokan biokaasulaitoksilla on haasteellista merkittävästi vaikuttaa liikennebiokaasun tuotannon kasvattamiseen ja liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen.

Pirkanmaan biokaasutuotannon edistämässä ja kasvattamisessa keskeistä onkin keskikokoisen, paikallisen biokaasutuotannon parhaiden toimintaedellytysten löytäminen ja edistäminen sekä niihin perustuvan ekosysteemin toimintaan saattaminen. Pirkanmaalla on useita kohteita, jotka voidaan sijoittaa Luken kokoluokittelun keskimmäiseen kategoriaan:



Kuva 3. Lantaan ja muuhun maatalouden biomassaan perustuvien biokaasulaitosten luokittelu tuotannon mittakaavan, toiminnan tavoitteen ja ravinnekierron muutoksen mittakaavan mukaan (Luke 2019).

Pirkanmaalta löytyy useita paikallisen biokaasulaitoksen potentiaalisia sijoituspaikkoja, joiden kapasiteetti raaka-ainemääränä mitattuna olisi noin 20 000 – 50 000 tonnia vuodessa. Niiden pääraaka-aineet ovat tyypillisesti lanta ja peltobiomassa, mutta lisäksi käytettäisiin lähialueen soveltuvia tuotannon sivuvirtoja. Tätä kartoitustyötä on tehnyt tuloksetta esimerkiksi Ekokumppanit Oy samaan aikaan tämän selvityksen kanssa.

Paikallinen biokaasulaitos voi menestyä, mikäli se onnistuu hyödyntämään sekä pienen että suuren biokaasulaitoksen etuja. Raaka-aine saadaan onnistuneessa tapauksessa riittävän läheltä ja pystytään riittävässä määrin hyödyntämään suuremman mittakaavan skaalaetuja. Skaalaetuja pyritään saavuttamaan sillä ajatuksella, että paikalliset laitokset eivät toimisi yksin vaan ainakin osittain yhdessä.

Esimerkkeinä yhdessä toimimisen hyödyistä voidaan mainita:

- Toisilta oppiminen ja yhdessä tekeminen
 - o Prosessiosaamisen jakaminen
 - o Luvitus- ja lainsäädäntöosaaminen
 - o Logistiikkaosaaminen, tuotannonsuunnittelu
- Yhteiset investoinnit
 - o Yhteiset kuljetuskontit ja tankkausasemat (oma tai asiakkaan)
 - o Yhteiset korjuu- ja levityskalustot

- Tuttu prosessiteknikka ja neuvotteluvoima
- Yhteiset varaosat ja mahdolliset huoltosopimukset
- Tekniikan kehittyessä mahdollisesti yhteiset kaasun tai lannoitteen jalostusketjut ja -laitteet
- Yhteiset asiakkaat
 - Yhteinen markkinointi
 - Neuvotteluvoima
- Saavutettavuus
 - Maantieteellisesti laajassa, maakunnallisessa verkostossa ollaan lähempänä mahdollista muun raaka-aineen toimittajaa tai lannoitteen tarvitsijaa

3.1 Biokaasualusta

Biokaasun tuotannon ja käytön maakunnalliseen edistämiseen tarvitaan aktiivinen toimijaverkosto. Yhteisöllisesti toimiva verkosto syntyy vapaaehtoisesti, mutta sen syntymistä voi ja kannattaa aktivoida.

Verkostoon tarvitaan aktiivinen ydin, joka erityisesti alkuvaiheessa aktivoi toimijoita mukaan ja auttaa eteenpäin selvityksistä aina investointeihin saakka ja joka myöhemmässä vaiheessa asettaa pitemmän ajan tavoitteet, esimerkiksi alkaneelle vuosikymmenelle, ja pyrkii edistämään tavoitteiden saavuttamista.

Tavoitteiden tulee olla biokaasutuotannon lisäämisen kannalta mahdollisimman konkreettisia. Tietyllä ajanjaksolla voidaan tavoitella tiettyä määrää uusia biokaasulaitoksia, tiettyä määrää uutta tuotantoa, uusia liikennebiokaasua käyttäviä ajoneuvoja, uusia biokaasua käyttäviä teollisuus- tai energialaitoksia, tai uuden tekniikan käyttöönottoa hiilidioksidin talteenottoon liittyen jollakin laitoksella.

Pirkanmaan maakunta ja useat Pirkanmaan kunnat ovat mukana Hiilineutraalit kunnat -verkostossa (HINKU). Pirkanmaalla toimii hiilineutraaliustavoitteita edistävä Ilmastofoorumi ja siihen liittyvä Canemure-hanke. Esimerkiksi tämän tyyppisen verkoston organisointi biokaasun ympärille parantaisi biokaasun tuotannon ja käytön edistämisen mahdollisuuksia.

Ilmastofoorumin ja Canemure-hankkeen keskeisiä toimijoita ovat Pirkanmaan ELY-keskus ja Pirkanmaan liitto. Tavoitteita ja toimia määritellään tiekartassa, jota päivitetään määräajoin työn edetessä. Hiilineutraaliutta edistetään hankkeilla ja edesauttamalla eri toimijoiden ja asiantuntijoiden yhteistyötä.

Biokaasuteeman osalta ydintoimijat voisivat olla samantyyppisiä ja toimia yhteistyössä laajemman ilmastotyön kanssa. Silti riittävän panostuksen aikaan saamiseksi biokaasuihepiiriin biokaasun käsitteleminen vain yhtenä ilmastofoorumin osa-alueena on ilmastokysymyksen haasteellisuus ja moninaisuus huomioiden tuskin riittävää.

Biokaasuverkoston ydintoimijat olisivat puolueettomia, maakunnallisia toimijoita, jotka asettaisivat työlle tavoitteet ja määrittäisivät riittävät resurssit tavoitteiden saavuttamista

tukevaan työhön. Ydintoimijoiden tärkeänä tehtävänä olisi aktivoida ympärilleen aktiivinen biokaasualan liittyvä toimijajoukko julkiselta ja yksityiseltä puolelta. Tämä joukko käsittäisi kuntia, biokaasulaitostoimijoita, teknologiatoimittajia, raaka-aineiden toimittajia, kaasun ja muiden tuotteiden käyttäjiä, tutkimuslaitoksia ja muita asiantuntijaorganisaatioita.

Ydintoimijat muodostaisivat yleisesti tunnetun biokaasualan maakunnallisen toimijan, jonka muut toimijat tunnistaisivat keskeisenä vaikuttajana ja johon voisivat olla yhteydessä Pirkanmaata koskeviin biokaasualan asioihin liittyen. Ydintoimijoiden kautta vaihdettaisiin tietoa ja kokemuksia, aloitettaisiin toimialaa edistäviä hankkeita ja selvityksiä ja hankittaisiin rahoitusta yhteisesti kiinnostaviksi todettuihin aiheisiin.

3.2 Tuotantomalli

Pirkanmaan alueelta löytyy useita seutuja, joissa logistisesti järkevällä etäisyydellä löytyy raaka-aineita biokaasun tuotantoon. Raaka-aineita ei useinkaan löydy yhdeltä toimijalta riittävästi, mutta kun otetaan lähtökohdaksi paikallinen biokaasuyhteisö, voidaan usean toimijan raaka-aineet hyödyntää ja intressit huomioida.

Kehittyvä biokaasuverkosto

Sastamalan seudulla on useita kyliä, joissa on maataloustoiminnan keskittymä. Niiden raaka-aineista löytyy noin 10 km säteellä biokaasupotentiaalia keskikokoiseen biokaasulaitokseen. Nämä keskittymät ovat sen verran etäällä toisistaan, että yhden biokaasulaitoksen perustaminen näitä kaikkia varten on logistisesti haasteellista. Kiinnostava vaihtoehto olisi perustaa useita laitoksia kyliin ja pyrkiä yhdistämään resursseja esimerkiksi laitosten operointiosaamisessa, huollossa, varaosissa ja etenkin kaasun jakelussa liikenteeseen tai muuhun käyttöön. Sastamalan seutu on merkittävän kokoisten liikennereittien varrella, mutta siellä ei ole biokaasun tankkausasemaa.

Sahalahden seudun biokaasupotentiaalia on selvitetty esimerkiksi BioKierto-hankkeessa. BioKierto-hankkeessa arvioitiin mahdollisuuksia biokaasutuotantoa laajemminkin biojalostamotyypisesti. Sahalahden seudulla on runsaasti siipikarjaa, hevostiloja sekä elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Niiden potentiaali on arvioitu suuruusluokaltaan 3 miljoonaksi kuutioksi biometaania vuodessa. Alueella oleva Saarioisten tehdas on potentiaalisen biokaasun käyttäjän lisäksi myös yhteydessä maakaasuverkkoon, mikä helpottaisi biokaasun jakelua.

Pirkanmaan Jätehuolto rakentaa parhaillaan Nokian Koukkujärvellä biokaasulaitosta biojätteen ja jätevesilietteen käsittelyä varten. Koukkujärvi on sijainniltaan mielenkiintoisesti Sastamalan ja Hämeenkyrön suunnalla. Etäisyys on kohtuullinen ainakin peltobiomassan kannalta arvioituna. Laitos on suunniteltu mahdolliset lisäkapasiteettitarpeet huomioiden ja laitoksen kulkuyhteydet ja ainakin osittain maanrakennustyöt tulevat tehdyksi jo nykyisessä projektissa. Samoin laitoksella on nykyisen investoinnin mukana oheislaitteita, kalustoa ja henkilöstöä, joten mahdolliset jatkoinvestoinnit tulisivat oletettavasti uusinvestointia selvästi edullisemmiksi. Laitoksen läheisyyteen tulee biokaasun tankkausasema ja laitoksen mädätteistä syntyvät lannoitetuotteet tarvitsevat asiakkaita.

Punkalaitumelle on ollut rakenteilla biokaasulaitos jo vuodesta 2017. BioGTS:n konkurssi keskeytti rakennustyöt eikä laitosta ole jatkettu valmiiksi. Biokaasulaitoksen keskeisinä omistajina ovat paikalliset maatalousyrittäjät ja samoin biokaasun raaka-aineeksi on ajateltu pääosin maatalouden lantoja ja kasvibiomassoja. Laitoksen tuotannoksi on arvioitu 800 000 kuutiota biometaania ja se on ollut tarkoitus jalostaa nimenomaan liikennekelpoiseksi polttoaineeksi saakka. Laitostyömaa sijaitsee valtatie 2:n (Helsinki-Pori) lähellä, joten sinänsä sekä raaka-aineen saatavuuden että polttoaineen kysynnän kannalta laitoksen sijainti on haasteista huolimatta lupaava.

Vesilahdessa on vireillä biokaasulaitoshanke. Sen taustalla on Vesilahti-Lempäälän Biopower, jonka taustavaikuttajana taas on paikallinen biokaasuyhtiö Doranova. Laitoksen kapasiteetiksi on kaavailtu hieman alle 20 000 tonnia vuodessa ja raaka-aineena olisivat paikalliset maatalouden sivuvirrat ja esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivuvirrat. Laitoksen sijainti on valittu siten, että tuotetun kaasun, liikennekäyttökelpoiseksi jalostetun biometaanin, voi syöttää Lempäälän Lämmön kaasuverkkoon ja jakaa sen kautta käyttökohteisiin. Lempäälän Lämmöllä on myös Helsinki-Tampere-moottoritien läheisyydessä oma liikennekaasun tankkausasema, jota voisi hyödyntää liikennebiokaasun jakelussa.

Hämeenkyrö on aktiivinen HINKU-kunta, joka on ottanut hiilineutraaliuden keskeiseksi päämääräkseen. Hämeenkyrö on vähentänyt viidenneksen kasvihuonepäästöistään ja tehnyt useita ilmastolle ja ympäristölle hyödyllisiä toimia viime vuosina. Suoraan päästöihin vaikuttavien investointien lisäksi on panostettu esimerkiksi Mahnalan ympäristökouluun. Hämeenkyrö on tällä hetkellä aktiivinen myös biokaasuselvityksissä, kuten tässäkin hankkeessa. Selvityksissä on löydetty potentiaalia biokaasulaitokselle Hämeenkyrössä. Hämeenkyrön intressinä on edetä ilmastotyössään myös biokaasutuotannon saralla.

Tuotantomalli

Biokaasutuotantoverkoston rakentumiseksi on siis Pirkanmaalla vireillä paljon. Laitoksia on rakenteilla, laitoshankkeita vireillä tai selvityksen alla. Tällä hetkellä rakenteilla olevien taustalla ovat suureksi osaksi julkiset toimijat ja osaltaan pienet, biokaasulaitostoimintaa varten perustetut osakeyhtiöt. Eri hankkeiden ja selvitysten kohteiden mittakaava on aiemmin esitetyn Luken jaottelun mukaan keskisuuri biokaasulaitos. Huomattavaa on myös, että nämä laitoshankkeet ovat itsenäisiä.

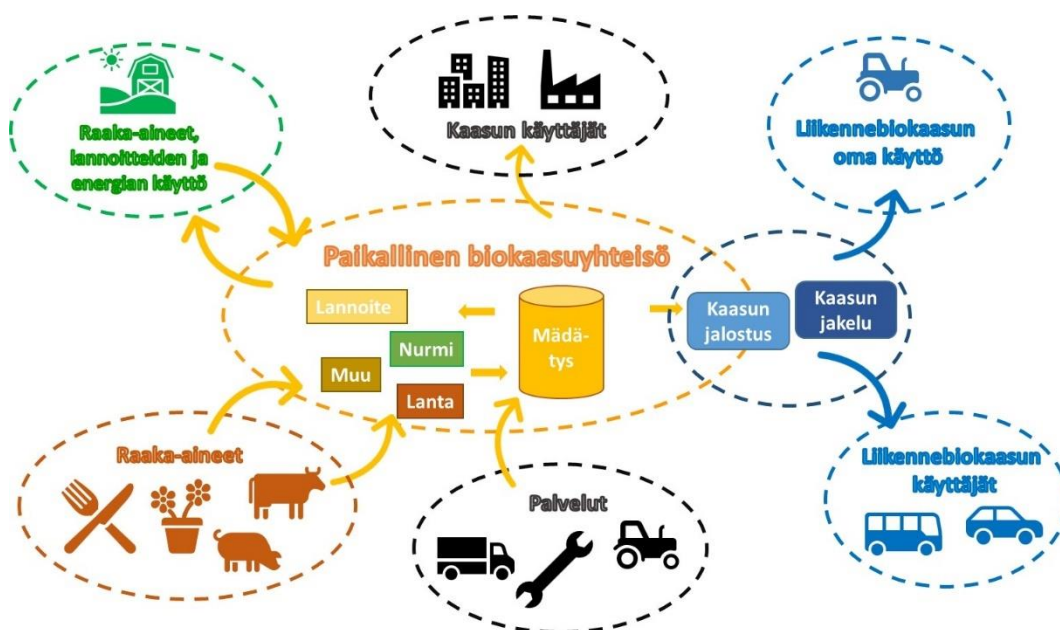
Tässä selvityksessä pohditaan, miten biokaasualan kehitystä voitaisiin edistää. Keskeisinä ajatuksina ovat julkisten toimijoiden mahdollisuudet edistää kehitystä muodostamalla paikallinen biokaasuun biokaasuverkosto sekä energiayhteisöjen, erityisesti osuuskuntapohjaisten yhteisöjen muodostaminen ensinnäkin paikallisen biokaasun tuotantoon ja liikennebiokaasun jakeluun ja mahdollisesti osaltaan biokaasun jalostamiseen liikennebiokaasuksi.

Pirkanmaan biokaasumallia hahmoteltu seuraavien havaintojen pohjalta:

- yksittäinen maatila on tavallisesti liian pieni yksikkö tuottamaan merkittävästi biokaasua oman tilan ulkopuolelle, esimerkiksi selvityksen lähtökohtana olevaksi liikennebiokaasuksi

- suuren maatilapohjaisen biokaasulaitoksen perustamiseen ei Pirkanmaalla vaikuta olevan tarpeeksi suuria raaka-ainekeskittymiä eikä toisaalta ole tarvetta (forforiylijäämää) raaka-aineen kuljetukseen kauas syntypaikalta
- keskisuuruiseen laitokseen vaikuttaa olevan lupaavan kokoisia raaka-ainekeskittymiä, mistä esimerkiksi Ekokumppanit tämän selvityksenkin aikana on hankkinut tarkempaa tietoa
- maatalousraaka-aineisiin nojaava keskisuuruinen biokaasulaitos ja biokaasun toimitusketju erityisesti biokaasun liikennekäyttöön saakka on mittava investointi (lähtökohtaisesti raaka-aineita toimittaville) maataloustoimijoille
- kokonaan ulkopuoliselle toimijalle investointi rajalliseen raaka-ainetoimittajajoukkoon nojaavaan ja pitkän takaisinmaksuajan biokaasulaitokseen on riskialtis
- biokaasun toimitusketjuun olisi siten kannattavaa sitouttaa maataloustoimijat pelkkää raaka-aineen toimitusroolia vahvemmin ja toisaalta saada mukaan myös laajempia biokaasualan toimijoita, jotta riittävä asiantuntemus ja investointikyky biokaasun tuotanto- ja jakeluketjusta saadaan varmistettua

Tarkastelun kohteeksi valikoituu tältä perusteella jonkinlainen biokaasun ympärille muodostuva energiayhteisö. Energiayhteisö voi olla vapaamuotoinen ja luonnollisesti minkä tahansa tuotantoketjun ympärille muodostuu vähintäänkin löyhä yhteisö. Yritysten välisessä toiminnassa tällainen yhteisö muodostuu osakeyhtiöiden, ja käytännössä niiden paikallisten yksiköiden ja lopulta henkilöiden välille. Maataloustoiminnassa on pitkät ja toimivat perinteet osuuskuntatoiminnasta, joka muodostuu maataloustoimijoiden ja toimitusketjun ympärille. Tässä selvityksessä pohditaan erityisesti osuuskunnan mahdollisuuksia maatalousperäisen biokaasun tuotantomallin muodostamisessa. Seuraavassa kuvassa on hahmoteltu paikallisen biokaasuyhteisön muodostumista.



Kuva 4. Paikallinen biokaasuyhteisö.

Paikallinen biokaasuyhteisö muodostuisi karkeasti yllä olevan kuvan mukaisesti. Keskiössä olisi paikallinen biokaasulaitos, joka toimisi esimerkiksi osuuskuntaperiaatteella. Omistajien joukossa olisivat ainakin keskeiset maatalouden raaka-ainetuottajat. Kaasun jalostus ja jakelu voi mahdollisesti olla kokonaan saman biokaasulaitoksen organisaation hallussa, mutta voi myös olla toteutettu yhteistyökumppaneiden kanssa.

Biokaasuyhteisöön kuuluu raaka-aineiden tuottajia maataloudesta ja mahdollisesti muualta. Maataloustoimijat voivat lisäksi käyttää laitoksen tuotteita, kuten lannoitteita, raaka-kaasusta tuotettua energiaa sähkönä tai lämpönä tai liikennebiokaasuksi jalostettua energiaa kuljetusajoneuvoissa tai muissa työkoneissa.

Paikalliset yritykset, esimerkiksi kasvintuotanto, muu elintarviketeollisuus ja teollisuus ylipäänsä voivat toimia raaka-aineen toimittajina biokaasulaitokselle. Toisaalta ne voivat saada laitokselta energiaa ja lannoitetuotteita.

Kunta voi toimia raaka-aineen toimittajana esimerkiksi viherjätteiden osalta ja sopivien lietteiden ja biojätteiden osalta, mikäli sellaisia on käyttökohdetta vaille. Kunta tai kunnan yhtiöt voivat käyttää biokaasulaitoksen tuottamaa energiaa lämpönä, sähkönä tai liikennepolttoaineena, samoin kuin mädätetuotteita esimerkiksi lannoitteena tai maarakentamisessa.

Biokaasulaitos tarvitsee myös erilaisia palveluita kuljetuksiin, ehkä myös raaka-aineen keräämiseen tai lannoitetuotteiden levitykseen. Samoin se tarvitsee erilaisia teknisiä palveluita vaikkapa asennus- tai huoltotöihin. Toisaalta palveluliiketoiminnan käyttämät ajoneuvot ja työkoneet voivat mahdollisesti käyttää liikennebiokaasua polttoaineenaan.

Paikallinen biokaasutuotanto voi kuitenkin jäädä toteutumatta siksi, että energiatuotteille ei ole kysyntää, tarvittavaa halua tai kykyä investoida ei ole, osaamis- tai muita resursseja ei ole tarvittavassa määrin saatavilla eikä niihin tunnu mielekkäältä panostaa tarvittavissa määrin. Tämän kynnyksen ylittämiseksi on selvityksessä ajateltu alueellista yhteistoimintaa paikallisten toimijoiden välillä.

Alueellisessa toiminnassa on mahdollisuus jakaa investointien taakkaa ainakin osittain. Alueellinen toimija voi osaltaan investoida esimerkiksi biokaasulaitokseen, kaasun jalostukseen ja kuljetukseen, jakeluun ja tankkaukseen, yhteisiin työkoneisiin ja varaosiin. Näiden käytöstä voi olla erilaisia sopimuksia paikallisen ja alueellisen toimijan välillä. Alueelliseen osuuskuntaan tai muuhun organisaatioon voi kuulua paikallisten biokaasulaitosten lisäksi alueellisia tai jopa valtakunnallisia toimijoita, mahdollisesti kaasun tai sähkön jakelijoita, jätehuoltoyrityksiä tai lannoiteyrityksiä, kuljetus- tai teknologiayrityksiä tai vaikkapa kuntia.

4 Energiayhteisö

Maatalouteen perustuvan biokaasutuotannon keskeinen piirre on raaka-ainepohjan muodostuminen useista läheltä saatavista lähteistä, raaka-aineita tuottavilta toimijoilta. Nämä toimijat voivat muodostaa biokaasun tuotantoketjuun yhteisön, joka omien intressiensä mukaan esimerkiksi toimittaa raaka-ainetta, käyttää mädätepohjaisia lannoitetuotteita, tuottaa biokaasua käyttääkseen tai myydäkseen sitä energiana, tai jalostaakseen sen liikennekäyttöön.

Paikallisella energiayhteisöllä tarkoitetaan ”yhdistystä, osuuskuntaa, yhteistyökumppanuutta, voittoa tavoittelematonta yhteisöä tai muuta oikeushenkilöä, jossa tosiasiallista määräämisvaltaa käyttävät paikalliset osakkeenomistajat tai jäsenet, joka on yleisesti voiton tavoittelun sijasta arvopohjainen ja joka harjoittaa hajautettua tuotantoa ja jakeluverkonhaltijan, toimittajan tai yhteenliittymän toimintaa paikallisella tasolla, myös yli valtioiden rajojen” (TEM 2017; Euroopan komission 2017).

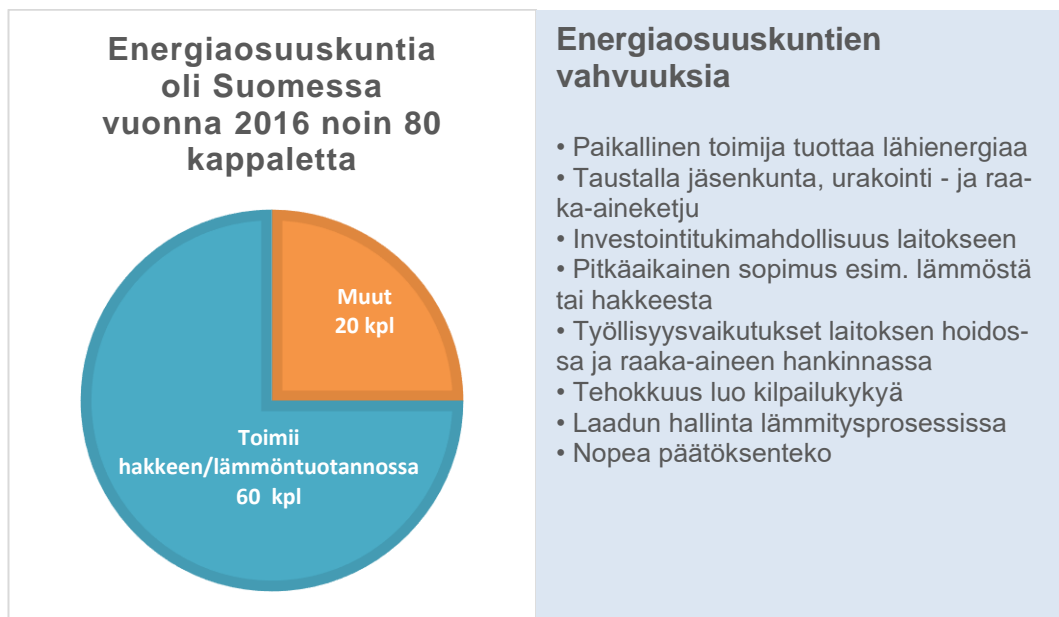
Energiayhteisö voi syntyä biokaasun ympärille. Biokaasua voidaan tuottaa maatalouden ja yhdyskuntien jätteistä ja muista biomassoista. Biokaasua voidaan hyödyntää liikennepolttoaineena tai tuottaa kaasulla sähköä ja/tai lämpöä. Jaettaessa näin tuotettua sähköä tai lämpöä lähiseudulle muodostuu sähkö- tai lämpöyhteisö. Myös lähiseudun kaasuverkon rakentaminen on ainakin periaatteessa mahdollista. Todennäköisempää kuitenkin on yhteisen biokaasulaitoksen perustaminen, jolloin energiayhteisö muodostuisi kaasun raaka-aineiden (maatilojen ja yhdyskuntien jätteet) ja niiden toimittajien ympärille. Tässä tapauksessa kyseessä ei siis olisi lopputuotteen eli kaasun käyttäjien muodostama yhteisö, vaan tuottajien muodostama yhteisö. Biokaasua voidaan myös syöttää kaasuverkkoon, mikäli tuotantolaitos sijaitsee riittävän lähellä olemassa olevaa kaasuverkkoa. (Airaainen ym. 2019.)

Taulukko 2. Esimerkki paikallisesta energiayhteisöstä.

Palopuron agroekologinen symbioosi	
Agroekologisella symbioosilla -AES tarkoitetaan ruoantuotantoa, jossa maatilat, elintarvikkeiden jalostajat ja energian tuottajat toimivat paikallisesti yhdessä.	<p>AES tuottaa maataloustuotteita ja elintarvikkeita. Se tuottaa omista biomassoistaan bioenergiaa omiin tarpeisiin ja myyntiin. Suunnitelman mukaan pelloilla kasvava vilja tullaan jatkossa jauhamaan tilan myllyssä jauhoksi, joka jalostetaan leiväksi asti tilalle siirtyvässä Samsaran luomuleipomossa. Viljan kiuaukseen ja leipomiseen käytetään paikallista biokaasua, jota saadaan viljelykierrossa viljeltävien viherlannoitusnurmien biomassasta yhdessä hevosen- ja kananlannan kanssa.</p> <p>Ylimääräinen kaasu jalostetaan liikennepolttoaineeksi autoille ja maatilan työkoneille. Biokaasutuksen mädätysjännös hyödynnetään maanparannusaineena ja lannoitteena alueen tilojen pelloilla.</p>

4.1 Energiaosuuskunnat Suomessa

Suomessa on energia-alalla toiminut useita osuuskuntia jo 1990-luvulta saakka, joukossa melko suuriakin, useiden kymmenien jäsenten muodostamia. Ne ovat enimmäkseen paikallisia lämpölaitoksia, jotka käyttävät raaka-aineena metsänhoidon sivutuotteena syntyvää puujätettä, ja myyvät lämpöenergiaa kunnille, vaikkapa päiväkotien, koulujen ja virastotalojen lämmitykseen. (Etelämäki 2016.)



Kuva 5. Energiaosuuskuntia Suomessa ja niiden vahvuuksia (Etelämäki 2016).

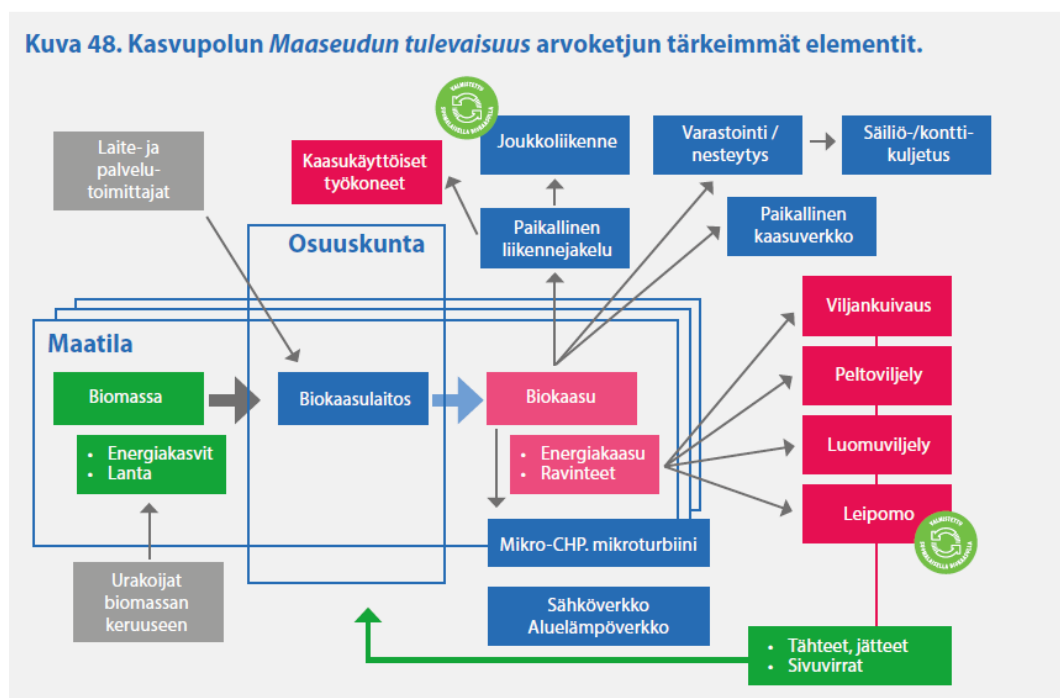
Taulukko 3. Esimerkkejä energiaosuuskunnista Suomessa (Finder 2020).

Nimi	Kuvaus toiminnasta	Liiketoiminta
Kuortaneen energiaosuuskunta	Kuortaneen energiaosuuskunta on perustettu vuonna 2000. Osuuskunnan toimialana on erilaisten energiaraaka-aineiden hankinta, harvennusuun ja hakkuujätteen korjuu sekä nuorien metsien kunnostaminen. Osuuskunnan tarkoituksena on hankkia energiaraaka-aineita ja tuottaa niistä energiaa. Osuuskunta voi harjoittaa myös energiaraaka-aineiden jalostamista, tuotteiden markkinointia, välitystä, ostoa ja myyntiä sekä tutkia ja edistää energiaraaka-aineiden muita hyödyntämismahdollisuuksia sekä järjestää koulutusta.	Kuortaneen energiaosuuskunnan liikevaihto oli 838 tuhatta ja tilikauden tulos 134 tuhatta. Liikevaihto nousi 3,6%. Liikevoittoprosentti oli 22,9%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilinpäätökseen vuodelta 2018.
Kiihtelysvaaran energiaosuuskunta	Kiihtelysvaaran energiaosuuskunta perustettiin keväällä 2001. Hakelämpökeskuksen rakentaminen Kiihtelysvaaraan lähti ripeästi liikkeelle osuuskunnan perustamisen jälkeen. Kunta oli tukemassa hanketta mm. lainatakauksella, ja investointiin saatiin myös valtion energiantuotannon tukea. Kiihtelysvaaran laitos tuottaa lämpöä Kiihtelysvaaran kirkonkylän koulukeskukselle, kaupungin hoivakodille, yksityiselle hoitokodille sekä muutamalle rivitalolle.	Kiihtelysvaaran energiaosuuskunnan liikevaihto oli 279 tuhatta ja tilikauden tulos 20 tuhatta. Liikevaihto laski 8,8%. Liikevoittoprosentti oli 10,4%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilinpäätökseen vuodelta 2018.
Hollolan Energiaosuuskunta	Hollolan Energiaosuuskunta on vakavarainen, luotettava ja kokenut lämmöntoimittaja. Toimintaan kuuluu energiapuun hankinta ja jalostus, sekä tuottaminen ja myyminen jalosteena tai energiamuodossa. Osuuskunta lämmittää ja valvoo neljää Hollolan kunnan investoimaa lämpölaitosta.	Hollolan energiaosuuskunnan liikevaihto oli 120 tuhatta ja tilikauden tulos -1 tuhatta. Liikevaihto laski 6,3%. Liikevoittoprosentti oli -0,8%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilinpäätökseen vuodelta 2019.
Lehtimäen Energiaosuuskunta	Lehtimäen Energiaosuuskunta on Lehtimäellä toimiva lämpöyrittäjä. Energiaosuuskunnan lähtökohdانا on saada jäsentensä energiaraaka-aineille paikallinen käyttökohde. Lehtimäen Energiaosuuskunta on perustettu vuonna 2003. Se on osuuskunta, jonka kotipaikka on Alajärvi.	Lehtimäen energiaosuuskunnan liikevaihto oli 319 tuhatta ja tilikauden tulos 22 tuhatta. Liikevaihto laski 3%. Liikevoittoprosentti oli 8,8%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilinpäätökseen vuodelta 2018.

4.2 Osuuskunta biokaasuliiketoiminnan yhteistyömallina

Kehittyvän biokaasuliiketoiminnan mahdollisina yhteistyömalleina tuodaan usein esille osuuskuntatoiminta ja laitosten yhteisomistus. Osuuskunta on lähellä osakeyhtiötä oleva yhtiömuoto, jossa omistajia ja päätösvallan käyttäjiä ovat osuuskunnan jäsenet.

Osuuskunnan jäsenet voivat olla joko luonnollisia tai juridisia henkilöitä (yhtiöitä). Jäsenen taloudellinen vastuu rajoittuu sijoitettuun pääomapanokseen samoin kuin osakeyhtiössäkin. Osuuskunnan toiminnan voittoa kutsutaan ylijäämäksi ja tappiota alijäämäksi. Ylijäämää voidaan jakaa osuuden omistajille. (Sitra 2016.)



Kuva 6. Esimerkki osuuskunnan roolista osana biokaasuekosysteemiä (Sitra 2016).

4.3 Esimerkkejä biokaasun tuottajaosuuskunnista

Paikallisia osuuskuntamuotoisia energiayhteisöjä, jotka muodostuisivat biokaasun raaka-aineiden ja niiden toimittajien ympärille, ei Suomessa juuri vielä ole. Yksi esimerkki on kuitenkin Mikkelissä sijaitseva Biohauen Tuottajaosuuskunta. Ruotsissa toimii puolestaan Biogas Dalsland Economic Association, jonka jäseniä ovat paikalliset maanviljelijät.

Taulukko 4. Biokaasun tuottajaosuuskuntia.

Nimi	Kuvaus toiminnasta	Liiketoiminta
<p>Biohauen Tuottajaosuuskunta, Suomi</p> <p>Biohauen Tuottajaosuuskunta on 14 karjatilan muodostama yritys.</p>	<p>Biohauen tuottajaosuuskunta on perustettu 2016. Se kerää ja toimittaa jäsentiloilta raaka-ainetta haukivuorelaiselle, biokaasua tuottavalle osakeyhtiölle, BioHauki Oy:lle. Osuuskunta toimii tässä mallissa kaikkia jäsenmaatiloja edustavana juridisena osapuolena kolmansia osapuolia kohtaan, ja yhteistoiminnan etuna on lisäksi se, että se tuottaa yleensä kustannussäästöjä sekä lisää tehokkuutta esimerkiksi investoinneissa, kuljetuksissa ja yritystoiminnan hallinnossa.</p> <p>Tällä hetkellä osuuskunta ei toimita raaka-aineita biokaasulaitokselle laitostoimittajan konkurssista syntyneiden lisäkustannusten vuoksi. (HS 10.2.2020).</p>	<p>Biohauki saa lantaraaka-aineen ilmaiseksi. Jalostamon osakkaina on 14 karjatilaa, jotka toimittavat lannan portille. Takaisin viljelijät saavat lannoitetta. Kaasun jalostaminen liikennekäyttöön tuo tuloja sekä osuuskunnalle että energiayhtiölle.</p> <p>Osuuskunnan Biohauen tuottajaosuuskunta liikevaihto oli 14 tuhatta ja tilikauden tulos -2 tuhatta. Liikevoittoprosentti oli -14,3%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilinpäätökseen vuodelta 2018.</p>
<p>Biogas Dalsland Economic Association, Ruotsi</p> <p>Maanviljelijöiden osuuskunta, jossa on 18 jäsentä.</p>	<p>Biogas Brålandaa voidaan luonnehtia paikalliseksi kaasuverkoksi, joka yhdistää neljä maatilaa ja yhden jalostusyksikön. Biogas Brålanda AB vastaa biokaasun jalostuksesta ja jakelusta. Sen omistavat Trollhättan Energi AB (lähikaupungin energiayhtiö) ja Biogas Dalsland Economic Association (maanviljelijöiden osuuskunta, jossa on 18 jäsentä).</p> <p>Biokaasu tuotetaan maatilojen laitoksissa ja kuljetetaan paikallisessa kaasuputkessa maatiloilta jalostusyksikköön, josta jalostettu liikennekaasu siirretään kaasuputkessa jakeluasemalle. Kaasua myös varastoidaan suurempiin säiliöihin hyödynnettäväksi lähistön liikennekaasun jakeluasemilla.</p>	<p>Brålandan biokaasun tuotanto (1,7 miljoonaa m³) riittää 1 800 henkilöautolle. Kokonaisinvestointi, sisältäen maatilojen yhteisen jalostusyksikön, verkoston ja jakeluaseman oli noin 9,5 miljoonaa euroa.</p> <p>Järjestelmään on liittymässä lisää maatiloja ja biokaasun tuotannon uskotaan kaksinkertaistuvan.</p> <p>Kaasuverkkoinvestointiin osallistuivat Biogas Brålanda AB:n lisäksi Mellerudin ja Vänersborgin kunnat.</p>

4.4 Energiayhteisön muodostamisen hyödyt

Biokaasulaitosten operoinnissa oleellista on se, saadaanko käytettävistä syötteistä porttimaksuja tai millaisia kustannuksia syötteistä aiheutuu. Syötteiden suurin käyttämätön potentiaali on lannassa ja kasvipohjaisissa biomassoissa, kuten nurmessa. Maatalouden syötteiden laajamittaisempi hyödyntäminen edellyttää kuitenkin niiden käytön kannattavuuden parantumista. Yleisesti haasteena on se, että suuret kokoluokat olisivat kustannustehokkaampia, mutta pitkien etäisyyksien takia syötteiden kuljetukseen liittyvät kustannukset kasvavat. Tietyissä tapauksissa tilannetta helpottaisivat paikalliset energiayhteisöt.

Energiayhteisöiden tuoma potentiaali liittyy tällöin pienempien tilojen yhteisiin biokaasulaitoksiin, jolloin tilojen välinen yhteistoiminta voisi mahdollistaa biokaasun tuotantopotentiaalin nykyistä paremman hyödyntämisen. Biokaasussa energiayhteisön voidaan ajatella syntyvän raaka-aineen ympärille. (Airaksinen ym. 2019.)

Tällöin voidaan hyödyntää hieman suurempia biokaasulaitoskokoluokkia, mutta kuljetusmatkat pysyvät kohtuullisina. Samalla toimintaa voidaan keskittää, jolloin maatalolle tuleva lisätyö pysyy kohtuullisena ja investointeihin liittyvät riskit sekä osaamistarve voidaan jakaa. (TEM 2020.)

Energiayhteisön rooli on tuottaa ympäristöön liittyvää, taloudellista tai sosiaalista hyötyä jäsenilleen ja lähialueille. Tämä määritelmä täyttyy hyvin, jos energiayhteisö tuottaa jäsenilleen uusiutuvaa energiaa, joka on edullisempaa ja pienempipäästöistä kuin heidän aiemmin käyttämänsä energia. Sosiaaliset hyödyt voivat olla esimerkiksi yhteisöllisyyden lisääntyminen alueella. (Airaksinen ym. 2019.)

4.5 Osuuskunnan soveltuvuus energiayhteisön yritysmuodoksi

Suomessa on lukuisia osuuskuntamuotoisia energiayhteisöjä. Vaikka valtaosa osuuskunnista toimii hakkeen/lämmöntuotannossa, voidaan todeta, että osuuskunta soveltuu varsin hyvin energiayhteisön yritysmuodoksi.

Esimerkiksi Saksassa energiaosuuskuntien määrä on kasvanut rajusti reilussa kymmenessä vuodessa: vuonna 2006 näitä osuuskuntia oli vain 8, mutta vuonna 2019 määrä oli jo lähes 900. Jäseniä niissä on yli 180 000 ja ne ovat tehneet 2,7 miljardin euron investoinnit uusiutuvaan energiaan. (Klén 2019.)

Osuustoiminta ei perustamisensa ja toimintansa kannalta eroa suuresti muista yritysmuodoista. Sitä koskevat samat yritystoiminnan lainalaisuudet kuin muutakin yritystoimintaa – toiminnan tulee olla kannattavaa ja kestävää pitkällä aikavälillä. Asiakkaita pitää tavoittaa, heidät pitää saada maksamaan osuuskunnan tuotteista ja palveluista sekä tämä kaikki pitää tehdä yhteisymmärryksessä muut jäsenet, työntekijät, sidosryhmät sekä asiakkaat huomioiden.

Osuustoiminnan hienoudet tulevat esiin vasta, kun tarkastellaan sen toimintaa erityispiirteiden kautta. Varsinkin jäsenen rooli omistajana, yrittäjänä, päätöksentekijänä ja osuuskunnan palvelujen käyttäjänä avaa mahdollisuuksia, joita muut yritysmuodot eivät tarjoa.

(Klén ja Tiljander 2018.) Osuuskunnan etuja ovat mm. matala kynnys yrittämiseen, joustava yritysmuoto, vähäinen pääoman tarve ja rajattu taloudellinen vastuu. Haasteita voivat puolestaan tuoda jäsenten sitoutumattomuus toimintaan, puutteellinen markkinointi ja demokraattisen päätöksenteon vaikeus.

Taulukko 5. Osuuskunnan ja osakeyhtiön vertailua (Klén ja Tiljander 2018).

	Osuuskunta	Osakeyhtiö
Perustajien lukumäärä	Vähintään yksi henkilö	Yksi tai useampi henkilö
Pääoman tarve	Osuusmaksut, ei vähimmäispääomaa.	Alkupääomaa ei vaadita lainkaan (1.7.2019 alkaen)
Päätöksenteko	Osuuskunnan kokous, edustajisto, hallitus ja toimitusjohtaja (ääni/jäsen).	Yhtiökokous, hallitus ja toimitusjohtaja.
Riski ja vastuu	Osuuskunnan jäsenet vastuussa osuuspääoman määrällä.	Omistajat vastuussa osakepääoman määrällä.
Varojen nosto	Osuuskunnan jäsenet: palkkatulot, osuusmaksun korot, ylijäämän palautukset, korvaukset.	Osakkeenomistajat: osinkotulot, palkkatulot työpanoksen mukaan.
Verotus	Osuuskunta maksaa tuloksestaan 20 prosenttia veroa.	Osakeyhtiö maksaa tuloksestaan 20 prosenttia veroa.
Yleistä	Päämääränä tuottaa palveluja jäsenille, ei tavoitella suurinta mahdollista voittoa.	Sopii yritykselle, joka tarvitsee pääomaa. Hallinnollisesti raskaampi kuin muut yhtiömuodot.

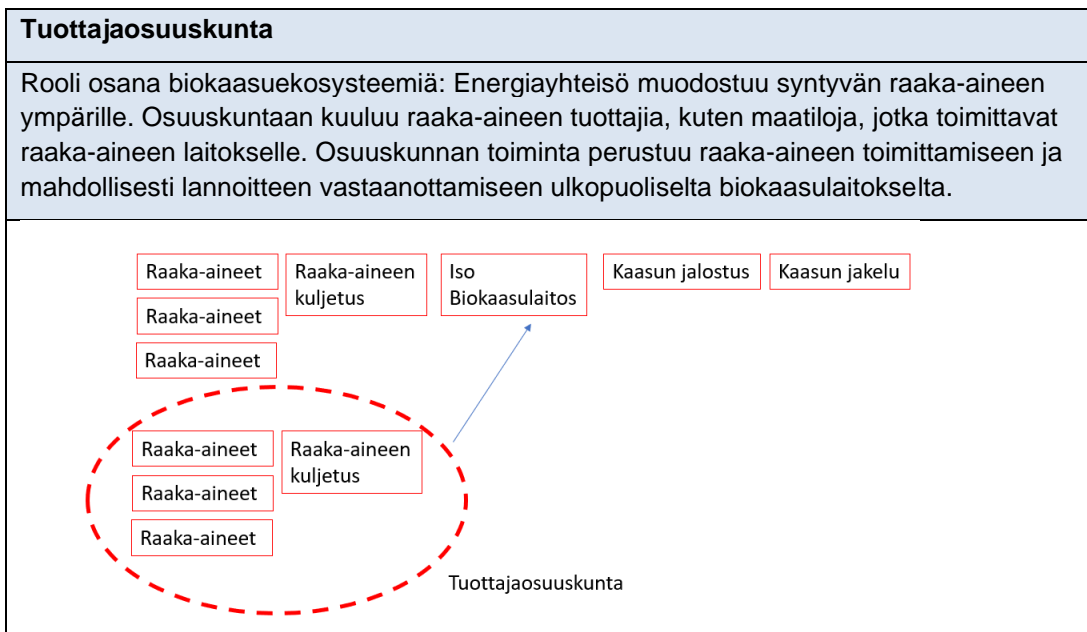
Osuuskunnan perustamisen vaihtoehtona esitetään toisinaan ns. Mankala- mallia, jossa useat yhtiöt yhdessä perustavat voittoa tuottamattoman osakeyhtiön yhteistä tarkoitusta varten. Energia-alalla on perustettu useita Mankala-yhtiöitä voimalaitosten rakentamista ja operointia varten. Mankala-yhtiössä osakkaiden vastuut määräytyvät osakeyhtiölain mukaisesti.

Toiminnan ja vaihdannan organisoimiseksi voidaan myös perustaa yhteisorganisaatioksi esimerkiksi ns. toisen asteen osuuskunta eli osuuskuntien tai muiden yhteisöjen perustama osuuskunta. Johtaminen tapahtuu tämän toisen asteen osuuskunnan organisoitumisen, sääntöjen ja vaihdantasääntöjen kautta.

5 Energiayhteisön alustava määrittely osana Pirkanmaan biokaasuekosysteemiä

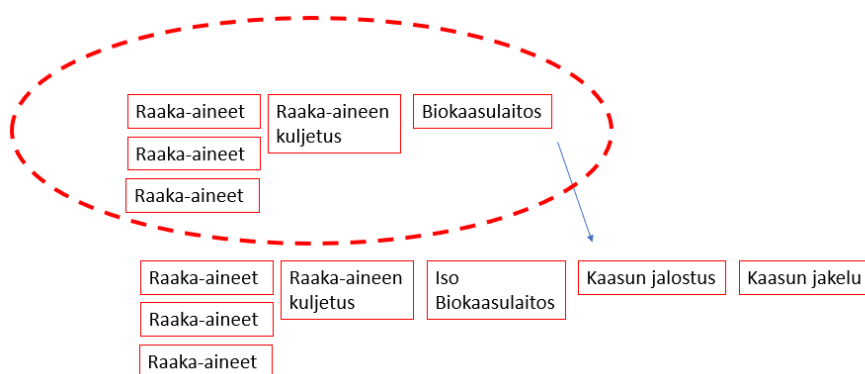
Energiayhteisöön osallistuvien toimijaroolien alustava määrittely

Osuuskuntamuotoiseen energiayhteisöön kuuluvat toimijat määrittyvät sen mukaan, millaista roolia energiayhteisö tavoittelee osana biokaasuekosysteemiä. Mahdollisia vaihtoehtoja on useita. Niitä esitellään alla. Punainen katkoviiva kuvaa energiayhteisöä.



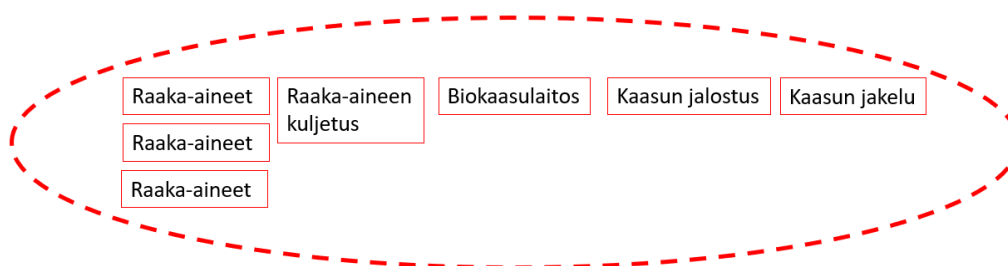
Energiaosuuskunta I

Rooli osana biokaasuekosysteemiä: Osuuskunnan toimintoihin kuuluu sekä raaka-aineen tuotanto, kuljetus että biokaasulaitos. Osuuskunta voi käyttää raakabiokaasua itse, myydä sitä energiana tai jalostettavaksi. Raakakaasun kuljetus tai mobiili jalostusyksikkö eivät kuitenkaan ole tällä hetkellä valmista kaupallista tekniikkaa, joten oma jalostuslaitos olisi toteutettavampi toimintatapa. Tällöin yhteistä toimintaa ulkopuolisen toimijan kanssa olisi liikennebiokaasun jakelu. Lannoitetuotteet osuuskunta käyttäisi ensisijaisesti itse.



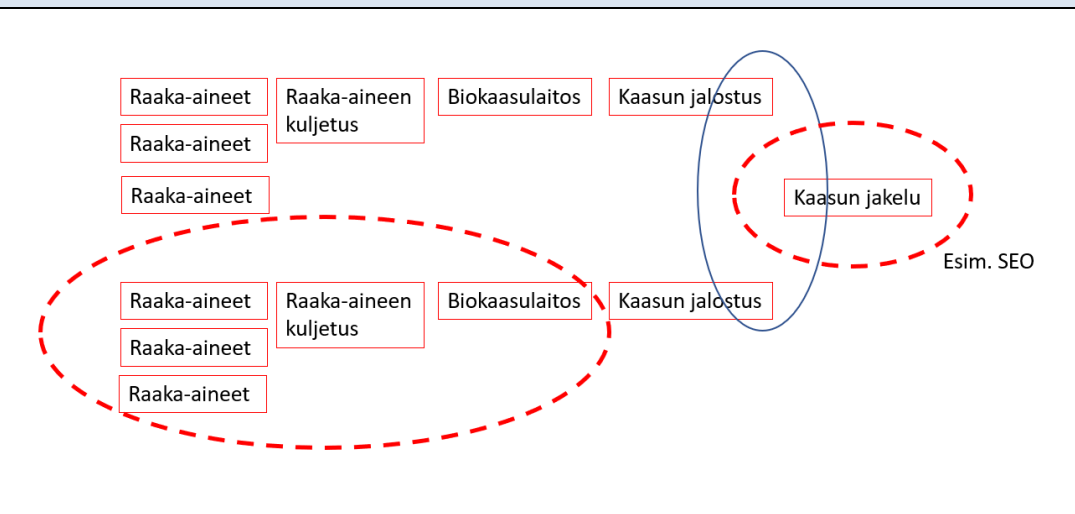
Energiaosuuskunta II

Rooli osana biokaasuekosysteemiä: Osuuskunnan toimintoihin kuuluu raaka-aineen tuotanto ja kuljetus, biokaasulaitoksen toiminta sekä kaasun jalostus ja jakelu. Tässä tapauksessa osuuskunnalle kuuluu koko tuotantoketju ja se toimii itsenäisesti, mutta voi tehdä yhteistyötä esimerkiksi muiden kaasun jakelijoiden kanssa. Tässä vaihtoehtodossa toiminta vaatii jo resursseja koko arvoketjuun ja vertailu osuuskuntana ja osakeyhtiönä toimimisen välillä kannattaa arvioida.



Energiaosuuskunta, useita

Rooli osana biokaasuekosysteemiä: Biokaasuekosysteemissä voi olla myös useita osuuskuntamuotoisia energiayhteisöjä. Toiminnan ja vaihdannan organisoimiseksi voidaan myös perustaa yhteisorganisaatioksi esimerkiksi ns. toisen asteen osuuskunta eli osuuskuntien tai muiden yhteisöjen perustama osuuskunta. Tässä kaasunjalostus liikennepolttoaineeksi vaikuttaa loogiselta rajapinnalta. Kaasunjalostus voi kuulua paikallisen biokaasulaitoksen (osuuskunnan) omistukseen tai alueellisen jakeluorganisaation omistukseen. Määdätys on ymmärrettävissä osaksi raaka-aineketjua ja kaasuntuotantoa. Jalostus liikennebiokaasuksi taas on uusi investointi ja selvemmin osa liikennebiokaasun jakelu- ja myyntitoimintaa.



Energiayhteisön rooli osana Pirkanmaan biokaasuekosysteemiä

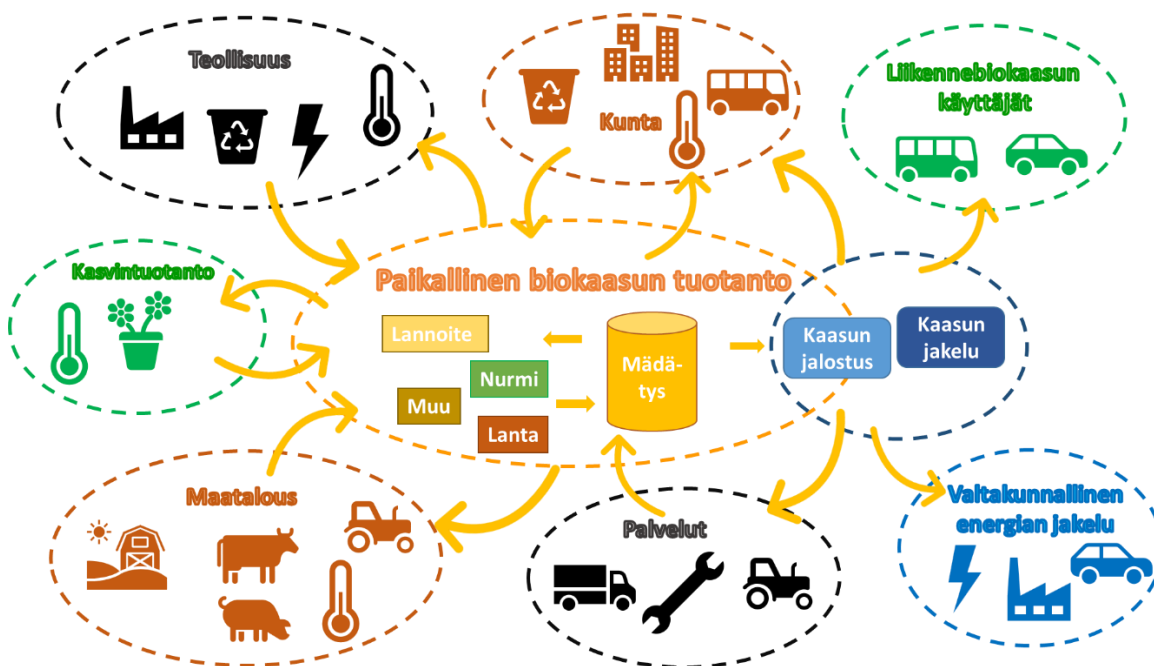
Biokaasuekosysteemi edellyttää avointa ja luottamuksellista toimintaa. Uudenlaisen toimintakulttuurin oppiminen, tiedon ja taidon jakaminen on tärkeää. Ekosysteemin onnistumisen edellytyksenä on, että ekosysteemissä toimija jakaa osan tietotaidostaan muille toimijoille. Ekosysteemissä rajapinnat muodostuvat toimijoiden prosessien kautta tapahtuvaksi toiminnaksi. **Tyypillisesti ekosysteemiyhteistyö rakentuu luottamuksen ja yhdessä tekemisen kautta.** Pirkanmaan biokaasuekosysteemin kannalta avainasemassa ovat mm. seuraavat toimijat:

- Raaka-aineen tuottajat, kuten maatilat
- Biokaasuntuottajat: jalostavat tai mahdollistavat yhteistyökumppaneidensa kautta biokaasun tuotannon.
- Kunnalliset toimijat: voivat edistää esimerkiksi liikennekaasun kulutusta omilla valinnoillaan (esimerkiksi paikallisliikenne ja jätekuljetukset).

- Liikennepolttoaineiden jakelijat: mahdollistavat jakelun myös olemassa olevilla liikenneasemilla.
- Rahoittajat: erityisesti kaasuverkon ulkopuolisten tuotantolaitosten tukeminen.
- Ravinnekierroksen kehittäjät, jotka tähtäävät biokaasutuotannossa syntyvän mädätteen kaupallistamiseen lannoiteraaka-raineeksi (tällöin kuluerä muuttuu tuotoksi).
- Kuljetusyritykset kaasuautoilun edistäjinä.
- Kaasuaajoneuvojen valmistajat ja myyjät.

Ekosysteemissä toimivan energiayhteisön, kuten osuuskunnan, on tunnistettava omat strategiset tavoitteensa. Osuuskunnan toiminta linkittyy osaksi Pirkanmaan biokaasuekosysteemiä, jossa menestymisen kannalta on keskeistä löytää oikeat kumppanit.

Paikallinen biokaasutuotanto muodostaa ympärilleen toimijaverkoston ja oikeastaan toimijaverkosto on sen toiminnan edellytys. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu mahdollista paikallisen biokaasutuotannon ympärille muodostuvaa toimijaverkostoa.



Kuva 7. Esimerkki paikallisen biokaasulaitoksen ympärille muodostuvasta vuorovaikutusverkostosta.

Yllä olevassa kuvassa on esitetty nuolilla materiaalivirtoja paikallisen biokaasutuotannon ja siihen liittyvien toimijoiden välillä. Palveluiden osalta osoittaa toimitettavia palveluita. Kaikilla toimijoilla on selvä vuorovaikutussuhde biokaasun tuotantolaitokseen. Ne voi-

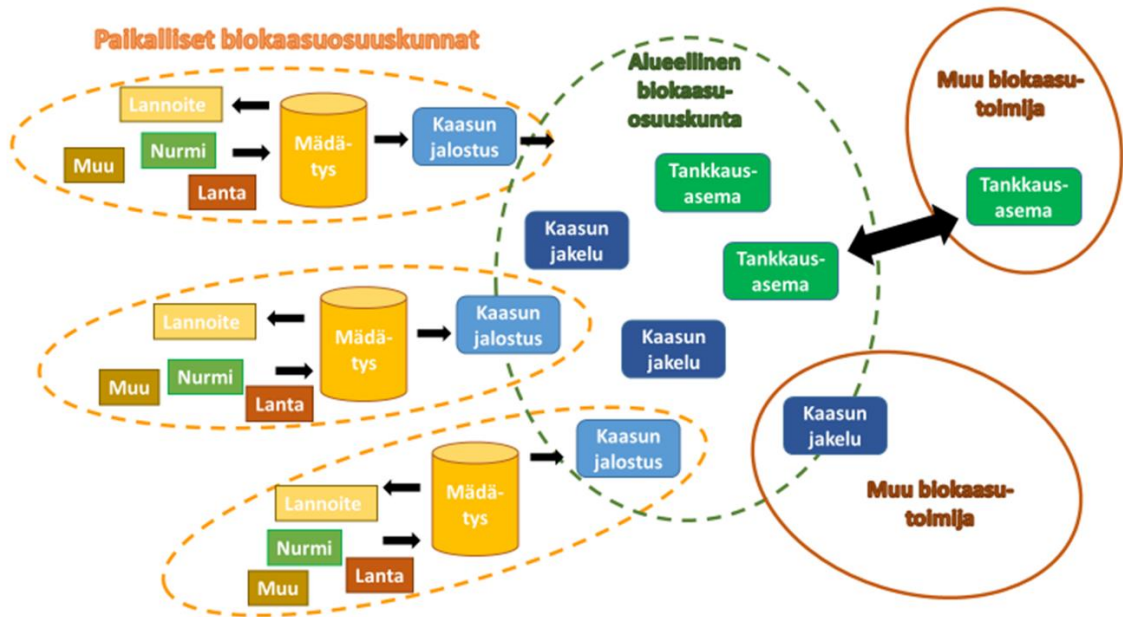
vat tarjota laitokselle raaka-aineita ja palveluita ja voivat saada laitokselta energiaa eri muodoissa ja lannoitetuotteita.

Periaatteessa kaikilla eri toimijoilla on mahdollisuus olla osallisena paikallisessa biokaasulaitoksessa. Lähtökohtaisesti on ajateltu, että raaka-aineet olisivat ensisijaisesti maataloudesta peräisin ja maataloustuottajat voisivat pyrkiä taloudellisesti hyötymään biokaasun tuotannosta. Paikalliset yritykset esimerkiksi kasvintuotannosta, elintarviketeollisuudesta tai muusta teollisuudesta voivat olla luontevia kumppaneita osuuskuntaan. Samoin kunta vaikkapa energiayhtiönsä kautta. Yrityksille ja kunnille saattaa kuitenkin olla luontevampaa muodostaa toimittaja- ja/tai asiakassuhde biokaasulaitokseen.

Liikennebiokaasun käyttäjillä, kuten yksityisillä auton omistajilla tai kuljetusyrityksillä ei välttämättä ole suurta intressiä olla osallisena biokaasulaitoksessa. Alueellisten tai valtakunnallisten energian tai kaasun jakeluun keskittyvien yritysten kiinnostus osallistua osuuskuntamuotoisesti toimivaan paikalliseen biokaasulaitokseen voi olla vähäistä, ja myös hankalaa.

Alueelliseksi kehittyvän biokaasutuotannon osalta suurempien biokaasuun liittyvien toimijoiden kiinnostus on oletettavasti suurempaa. Samoin esimerkiksi alueellisten toimijoiden, kuten alueellisen jätehuolto-yhtiön tai joukkoliikenneorganisaation voi olla mielekkäämpää osallistua alueelliseen toimintaan liikennebiokaasun jakeluun ja käyttöön liittyen kuin pie-nehköihin paikallisiin biokaasuntuotantolaitoksiin.

Paikalliset biokaasulaitokset ja osuuskunnat voisivatkin muodostaa yhteisen toisen asteen osuuskunnan liittyen liikennebiokaasun jalostukseen, jakeluun ja markkinointiin. Tähän yhteisöön voisi olla mielekkäämpää myös suurempien ja laaja-alaisemmin toimivien organisaatioiden osallistua. Seuraavassa kuvassa on esitetty alustava ajatus biokaasuverkoston rakentumisesta paikallisista biokaasutuotannon osuuskunnista ja jakeluun keskittyvästä alueellisesta biokaasuosuuskunnasta.



Kuva 8. Pirkanmaan biokaasuverkoston alustava toimintaperiaate. Alueellinen biokaasuosuuskunta, johon liittyneenä tai muuten yhteistyössä toimivat paikalliset biokaasutuotannon osuuskunnat ja muut biokaasun tuottajat ja biokaasualan toimijat.

Yllä olevan kuvan mukaisesti Pirkanmaan biokaasuekosysteemin toimintamalli voisi perustua useisiin paikallisiin energiayhteisöihin, keskikokoisiin biokaasulaitoksiin. Paikalliset biokaasulaitokset toimisivat pääosin maataloustoimijoiden muodostamina osuuskuntina, tai haluttaessa muulla yhtiömuodoilla ja käyttäisivät pääosin maatalouden sivuvirtoja raaka-aineinaan. Näiden paikallisten maatalouden virtoja käyttävien biokaasulaitosten lisäksi Pirkanmaalle on jo syntynyt ja oletettavasti syntyy lisää myös muun tyyppisiä biokaasulaitoksia, lähinnä teollisuus- ja yhdyskuntasivuvirtojen ympärille.

Paikallisten biokaasulaitosten syntymistä edistämään ja tukemaan Pirkanmaalle luodaan ensinnäkin aktiivinen biokaasuverkosto. Tämän aikaansaamiseksi suositellaan perustettavaksi ydintoimija, joka koostuu alueellisista, puolueettomista, biokaasutuotannon edistämisestä kiinnostuneista, alaa riittävästi tuntevista toimijoista. Näiden ympärille muodostetaan erilaisten alan toimijoiden verkosto. Tällä pyritään saamaan aikaan useita biokaasulaitoksia Pirkanmaan alueelle.

Samanaikaisesti tai hieman myöhemmin osa verkoston toimijoista muodostaisi erityisesti biokaasun liikennekäyttöä edistävän yhteisen organisaation, joka toimisi alustavasti osuuskuntaperiaatteella. Tässä voisivat intressien mukaisesti olla mukana kuvan mukaisesti paikallisten laitosten ympärille muodostuneet biokaasuosuuskunnat, muut alueen biokaasulaitokset sekä muut liikennebiokaasun tuotantoketjuun mahdollisesti osallistuvat toimijat, kuten alueella toimivat energia- ja jätehuoltoyritykset sekä joukkoliikenne- ja kuljetusyhtiöt.

Alueellisella osuuskunnalla olisi oletettavasti paremmat edellytykset organisoida ja resurssit investoida liikennebiokaasun jakeluun ja siinä olisi lähtökohtaisesti organisaatioita, joilla olisi tarvetta tai kiinnostusta liikennebiokaasun käyttöön ja tuotannon lisäämiseen. Jakelulogistiikka ja biokaasun tankkausasemat olisivat selvästi alueellisen osuuskunnan toimintaan. Lisäksi se voisi erityyppisin sopimuksin ja osallisuuksin edistää kaasun jalostusta liikennebiokaasuksi. Paikallisille biokaasulaitoksille investointi kaasunjälöstukseen ja kuljetukseen ja tankkaukseen saattaa olla liian riskialtis investointi, jota erityyppisillä yhteistyön muodoilla voidaan madaltaa. Keinoja voivat olla esimerkiksi yhteiset investoinnit, palveluna toimitettu jalostus ja kuljetus, kaasuntoimitussopimukset raakakaasuna tai liikennebiokaasuna. Näin voidaan yhdessä etsiä ja löytää keinoja madaltaa biokaasuliiketoimintaan liittyviä investointeja, kustannuksia ja riskejä.

5.1 Paikallisen energiayhteisön luomisen toimintasuunnitelma

Paikallisen energiayhteisön muodostamisessa ehdotamme aloittamaan liiketoimintamahdollisuuden arvioinnista toteutettavuusselvityksen tyyppisesti. Arvioitavaksi tulisivat riittävällä tarkkuudella ainakin seuraavat näkökohdat:

1. kiinnostuneiden potentiaalisten toimijoiden yhteisön muodostaminen
2. yhteisön roolin hahmottaminen biokaasun tuotantoketjussa (liiketoimintaidea)
3. myytävän tuotteen alustava määrittely
4. asiakaskunnan kartoitus
 - a. karkea arvio kaasun (tai muun tuotteen) tuotannosta
 - b. alustava kiinnostus käyttää yhteisön tuotteita
 - c. lannoitustuotteiden käytön kartoitus
5. arvio myyntituloista
6. liiketoiminnan operaatiot alustavasti: arvio tarvittavista toiminnoista
7. arvio tarvittavista investoinneista, tarvittava tuotantolaitteisto tai muut koneet
8. arvio kustannuksista, investointi ja toiminnanaikaiset kustannukset
9. omien resurssien arviointi (esimerkiksi talous, osaaminen, ajankäyttö)
10. mahdollisesti tarvittavien yhteistyökumppanien kartoitus,
 - a. ulkopuolien rahoitus
 - b. ulkopuolinen osaaminen
11. kartoitus ja arvio saatavista yhteiskunnallisista tuista
12. kannattavuusarvio, kassavirta-arvio

13. yhtiömuodon arviointi

14. alustava riskianalyysi ja SWOT-analyysi

Tämän vaiheen onnistuneen läpikäynnin jälkeen voidaan edetä tarkempaan liiketoimintasuunnitelman valmisteluun. Mikäli tässä vaiheessa saadut tulokset, erityisesti taloudelliset tulokset, eivät sellaisenaan tue jatkoa, mutta kiinnostuneiden toimijoiden yhteisö on edelleen olemassa, on seuraava vaihe arvioida, miten suunnitelmaa voisi parantaa, jotta toiminta saataisiin muokattua taloudellisesti kannattavaksi.

6 Hiilikompensaatio

6.1 Peltojen hiilensidontaan perustuva malli

Multavuus

Peltojen hiilensidonnin lisääminen tarkoittaa sitä, että hiiltä siirretään ilmakehästä maaperän pitkäiseen varastoon lisäämällä orgaanisen aineksen määrää pellossa. Multavuus kertoo maanäytteessä olevan eloperäisen eli orgaanisen aineksen osuuden, johon myös maaperän hiili on sitoutunut. Hiilensidonnin lisäksi eloperäinen aines parantaa kivennäismaiden rakennetta ja lisää ravinteiden ja veden pidätyskykyä sekä vähentää typpi- ja fosforilannoituksen tarvetta. Ihanteellisena orgaanisen aineksen osuutena pidetään 15 %. Alla olevassa taulukossa on esitetty multavuusluokat, jotka perustuvat orgaanisen aineksen osuuteen maaperässä. Turvemaat ovat aina hiilen lähteitä orgaanisen aineksen suuresta määrästä johtuen.

Taulukko 6. Orgaanisen aineksen osuuden mukaan jaotellut multavuusluokat. Maanäytteen multavuus määritetään hehkuttamalla maanäytteestä orgaaninen aines pois.

Orgaanisen aineksen osuus, %	Multavuusluokka
0-3	vähämultainen
3-6	multava
6-12	runsasmultainen
12-20	erittäin runsasmultainen
20-40	multamaa
>40	turvemaa

Orgaanisen aineksen lisäys edellyttää multavuuden kasvua. Parhaiten multavuuden lisäys onnistuu pelloilla, joilla on runsaasti savea, huonoiten taas hietamailla. Multavuuden nosto kahdella prosenttiyksiköllä tarkoittaa käytännössä noin 40 tonnin orgaanisen aineksen lisäystä hehtaarille. Lannasta ja kasvinjätteistä hajoaa nopeasti 60–80 %, joten kasvinjätteinä tarvitaan kuiva-ainemassaa 100–200 tn/ha. Orgaanisen aineksen pysyvyyttä maassa voidaan lisätä maksimoimalla yhteytys, suojaamalla kasvustot sekä ylläpitämällä suotuisaa mikrobikantaa. Esimerkiksi jatkuva kasvipeitteisyys, syväjuuristen kasvilajien suosiminen ja muokkauksen minimoiminen ovat hyviä tapoja edesauttaa edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamista.

Hiilen lisääminen maaperään kivennäismaapelloilla

Suomessa hiiltä on maaperässä kivennäismailla keskimäärin 54 t/ha. Suomen viljelymaat ovat vuosittain 7 Mt päästölähde ja turvepeltojen osuus tästä on 6 Mt, vaikka turvepeltojen osuus peltopinta-alasta on vain 10 %. Pellot ovat päästölähteitä, sillä nuoren ikänsä johdosta ne menettävät vielä metsävaiheen hiiltä, viljelyssä käytettävät yksivuotiset lajikkeet tuottavat aiempaa vähemmän kasviperäistä jätettä eikä lantaa käytetä lannoitteena. Lisäksi ilmastonmuutos kiihdyttää hajotusta ja hiilen päätymistä aiempaa nopeammin takaisin ilmakehään.

Merkittävin peltojen hiilimäärään vaikuttava tekijä on viljelykasvi juurisyötteineen. Lisäksi hiilikiertoa maaperän ja ilmakehän välillä voidaan minimoida kasvipeitteisyydellä, käyttämällä syvä- ja/tai runsasjuurisia kasveja, nurmikierrolla ja maltillisella maanmuokkauksella. Orgaanisen hiilen pitoisuus maaperässä noudattaa vähenevän lisätuoton periaatetta; mitä enemmän hiiltä lisätään, sitä vähemmän lisäystä hiilestä sitoutuu maahan ja mitä kauempana systeemi on tasapainotilasta, sitä voimakkaammin hiiltä sitoutuu, tai vapautuu, aikayksikköä kohden. Tasapainotilassa hiilivarasto ei muutu; tällöin hiilisyöte vastaa päästöä.

Maksimaalinen hiilensidonta saavutetaan, kun parannettujen viljelymenetelmien käyttönotosta on kulunut 5-10 vuotta. Hiiltä sitoutuu sitä nopeammin ja enemmän, mitä alhaisempi maan hiilipitoisuus lähtötilanteessa on. Tasapainotilan saavuttaminen, jossa hiiltä ei enää sitoudu aiempaa enempää peltoon, kestää 15-100 vuotta. Nurmet ovat Suomen ilmasto-olosuhteissa hiilen sidonnan kannalta parhaita, sillä niillä on kolminkertainen juuribiomassa viljoihin verrattuna. Lisäksi nurmien juuristo uusiutuu koko ajan, mikä ansiosta ne erittävät huomattavan määrän orgaanisia hiilipitoisia eritteitä kasvukauden aikana. Nurmien ylivoimaisuus hiilensidonnassa johtuu vähemmästä pintamaan häirinnästä, juuristojen nopeasta uusiutumisesta, maanpinnan peitteisyydestä ympäri vuoden sekä lannan käytöstä lannoitteena. Nurmien lisäksi myös muilla kasveilla voidaan lisätä maaperän hiilivarastoa; tällaisia ovat esimerkiksi pajut ja ruokohelpi.

Lisäisyysperiaate

Hiilimarkkinoiden ominaisuutena on vaatimus lisäisyydestä, mikä tarkoittaa sitä, että toimenpiteiden tulee tapahtua vain korvauksen ansiosta, ei muutoin.

Jos maaperän hiilivaraston kasvattamisella saavutetaan merkittävästi muita hyötyjä ja se lisää pellon tuottavuutta, ei sitä voida laskea ilmaston näkökulmasta lisäisyyttä toteuttavaksi. Sen sijaan, kun tietyn rajan jälkeen muut hyödyt ovat enää vähäisiä, mutta ilmasto-vaikutus säilyy, voi lisäisyys toteutua.

Lisäisyysperiaatteesta johtuen maaperän hiilivaraston kasvattamisessa tuleekin määrittää perustaso, jonka säilyttäminen ja/tai ylittäminen toteuttaa lisäisyyden periaatetta ja mahdollistaa markkinakelpoisen korvauksen. Suomesta ei kuitenkaan tällä hetkellä ole saatavilla tietoa siitä, mikä kivennäismaiden hiilimäärä on sellainen, jolla tuottavuuden kasvu pysähtyy. Mikäli tuottavuuden pysähtymisen taso pystyttäisiin määrittämään, sen ylittä-

västä hiilensidonnasta pystyttäisiin maksamaan korvausta. Lisäksi olisi mahdollista maksaa korvausta myös luontaisesti runsasmultaisille ja muuten hyvässä kunnossa oleville pelloille, joilla edelleen huolehditaan hiilivaraston ylläpidosta.

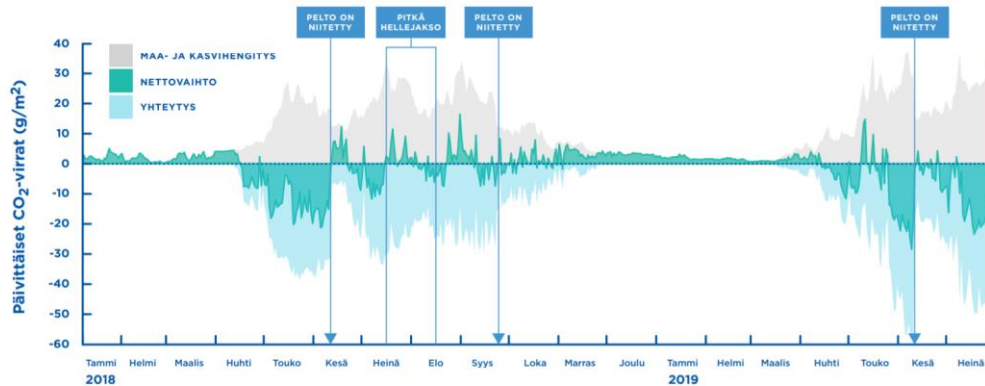
Biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen käyttö orgaanisen hiilen lähteenä

Biokaasuprosessissa suuri osa syötteen orgaanisesta aineesta hajoaa biokaasuksi. Lietelantoja käytettäessä mädätteessä on noin 30-55 % vähemmän orgaanista ainesta kuin syötteessä, kasvimassojen käytettäessä noin 50-90 % vähemmän. Biokaasu ei sisällä ravinteita, minkä vuoksi typpeä, fosforia ja kaliumia on mädätysjäännöksessä hieman suurempi pitoisuus kuin syötteessä.

Orgaanisen typen (proteiinien) hajotessa prosessissa vapautuu liukoista typpeä (ammoniumtyyppi $\text{NH}_4\text{-N}$) ja fosforia (ortofosfaatti PO_4), jotka ovat kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Myös pH on mädätysjäännöksessä korkeampi kuin raakalietelannassa. Separoinnin avulla näitä ravinteita voidaan jakaa eri jakeiksi, jolloin niitä voidaan käyttää ravintetarpeen mukaan eri pelloilla.

CARBOCREDIT-hanke

Peltojen hiilensidonnann luotettavaa todentamista varten pyritään kehittämään menetelmiä Ilmatieteen laitoksen CARBOCREDIT-hankkeessa. Tavoitteena on kehittää järjestelmä, jolla nurmen kasvillisuuden ja maaperän hiilensidontaa kyetään luotettavasti mittaamaan. Mittauksia tehdään pelloille muutaman metrin korkeudelle sijoitetuilla laitteilla, jotka mittaavat jatkuvasti ilman hiilidioksidipitoisuutta ja tuulta. Näiden perusteella voidaan laskea, kuinka paljon peltoon sitoutuu hiiltä, ja kuinka paljon sitä poistuu. Tavoitteena on luoda järjestelmä, joka mahdollistaa maaperän hiilinieluyksiköiden laskennan luotettavasti ja yksiköiden hyödyntämisen ilmastotyössä. Hanke päättyy vuoden 2020 lopulla, minkä jälkeen sen tulokset ovat käytettävissä.



Kuva 9. Ilmatieteen laitoksen CARBOCREDIT hankkeessa vuosina 2018-2019 tekemiä hiilidioksidimittauksia. Vaakaviivan yläpuolella oleva osa kuvaa hiilipäästöjä, viivan alapuolella näkyvä osuus kuvaa hiilensidontaa.

Päätelmiä hiilensidonnan käyttämisestä kaupan kohteena

Maaperän sidottavan hiilen käyttö kaupankäynnin kohteen ei ole yksinkertaista. Kaupankäynti hiilensidonnalla edellyttää lisäisyyden periaatteen toteutumista sekä hiilensidonnan todentamista. Lisäisyys hiilensidonnassa toteutuu, kun saavutetaan taso, jonka jälkeen viljelijä ei saa orgaanisen aineksen lisäämisestä hiilensidonnan lisäksi muuta hyötyä. Tämän maksimisaatoisuustason saavuttamisesta Suomen pelloilla ei nykyisin ole käytettävissä tietoa.

Biokaasuprosessissa syötteen sisältämästä hiilestä päätyy biokaasuksi syötteen koostumuksesta riippuen 30-90 %, jolloin suuri osa hiilestä jää maaperään sidottavan hiilen kaupan ulkopuolelle. Mädätysjäännöksen sisältämän hiilen lisäksi peltoon sitoutuvan hiilen määrä on riippuvaista muista käytetyistä hiiliviljelymenetelmistä, maaperästä, ilmastosta ym. Näiden syiden vuoksi ainoa varma tapa mitata maaperään sitoutuneen hiilen määrä on mitata se maanäytteistä.

Vielä toistaiseksi ei ole olemassa helppokäyttöistä ja kustannustehokasta menetelmää, jolla peltoon sidotun hiilen määrä voitaisiin luotettavasti määrittää. Maanäytteiden otto ja orgaanisen aineksen määrittäminen maanäytteistä on työlästä ja kallista. Muut mittaamenetelmät ovat vasta kehitysvaiheessa.

6.2 Hiilikompensaation oikeudelliset rajoitteet

Päästökauppa (EU ETS)

Kioton pöytäkirjassa määritellään kaksi mekanismia sellaisten kansainvälisten päästöhilytysten luomiseksi, joiden avulla osapuolet voivat kompensoida päästöjään. Nämä mekanismit ovat:

- yhteistoteutus, jossa teollisuusmaa rahoittaa kasvihuonekaasujen päästöjä vähentäviä tai nieluja lisääviä hankkeita toisessa teollisuusmaassa
- puhtaan kehityksen mekanismi, jonka avulla teollisuusmaa rahoittaa päästövähennys Hankkeita tai nieluja lisääviä kestävä kehityksen mukaisia hankkeita kehitysmaassa

Puhtaan kehityksen mekanismilla ja yhteistoteutuksella ei ole toteutuspaikan rajauksen vuoksi paikallisen biokaasutuotannon tilanteesta merkitystä. Mikäli kuitenkin esimerkiksi toisesta teollisuusvaltiosta löytyisi kumppani nyt kyseessä olevan hankkeen toteuttamiseen, hankkeiden hyväksyntää varten tehdään hakemus ympäristöministeriölle. Päästöhilytysjärjestelmän lisäksi kansainvälisen päästökaupan avulla sallitun päästömääränsä ylittänyt teollisuusmaa voi ostaa toiselta, sallitun päästömääränsä alittaneelta teollisuusmaalta päästöyksiköitä.

Päästökauppalain (311/2011) soveltamisalaan kuuluvan laitoksen päästöjen vähentämisestä tai rajoittamisesta ei voida myöntää päästövähennysyksiköitä. Paikallisen biokaasutuotannon tapauksessa hiilikompensatio perustuu vapaaehtoisuuteen, eikä siitä ole säädetty Suomessa.

Vapaaehtoisuus onkin johtanut esimerkiksi siihen, että tarjolla on vapaaehtoisia hiilikompensaatiostandardeja, joilla hiilikompensaatioiden laadun voi standardin puitteissa osoittaa. Tällaisia ovat esimerkiksi Verifies Carbon Standard (VCS) ja Gold Standard. Gold Standard -kriteereiden on todettu olevan vapaaehtoisten hiilikompensaatiomarkkinoiden tiukimmat.

Viime aikoina hiilipörssi on tuotu esiin niin suomalaisten yritysmaailman edustajien, poliitikkojen kuin akateemikkojenkin puheenvuoroissa. Konkreettisia markkinapaikkoja ovat avanneet esimerkiksi Fortum ja Compensate. Tämänhetkiset aloitteet perustuvat vapaaehtoisuuteen, eikä päästöjen kompensoimisella voi korvata toimijoiden oikeudellisia päästöjen vähentämisvelvoitteita.

Hiilipörssin ulottaminen koskemaan myös kansainvälisiä hiilinieluhankkeita vaikuttaa olevan viimeaikaista EU:n kehityskulkua vastaan. Haluttomuus hyväksyä kansainvälisiä nieluhyvityksiä liittyy hiilivuoto-, transaktiokustannus- ja suoritettujen kompensatiotomien pysyvyyshaasteiden lisäksi myös kaksoislaskennan aiheuttamiin haasteisiin ja EU ETS:n löysästä päästökatoista juontuviin kannustinongelmiin. Helsingin yliopiston ympäristöministeriölle toteuttaman selvityksen mukaan päästökattoa ja velvoitteita tulisi tiuken-

taa merkittävästi nykyisestä, mikäli hiilinieluhyvitykset otettaisiin joko päästökauppajärjestelmään tai kansallisten velvoitteiden saavuttamiseen.

Julkisen toimijan rooli hiilikompensaatiokaupassa

Oikeusjärjestelmämme perustuu yksityisoikeuden ja julkisoikeuden erotteluun. Yksityisoikeudessa säännellään yksityisten välisistä suhteista, joille ominaista on oikeustoimien tekemisen vapaus, esimerkiksi sopimusvapaus. Sen sijaan julkisoikeus sääntelee julkisen vallan käyttöön liittyviä asioita. Kuntalain 7.1 §:n mukaan kunta hoitaa itsehallinnon nojalla itselleen ottamansa tehtävät ja järjestää sille laissa erikseen säädetty tehtävät. Kuntiin kohdistuvat suoraan esimerkiksi julkisia hankintoja, julkishallinnon henkilöstöä sekä valtiontukia koskevat määräykset.

Kunta on lähtökohtaisesti julkisoikeudellinen oikeushenkilö. Kuntaan kuitenkin kohdistuu sellainen erityispiirre, että se voi toimia myös yksityisoikeudellisin keinoin. Kunta tai kuntayhtymä voi esimerkiksi perustaa kunnallisen liikelaitoksen liiketaloudellisten periaatteiden mukaan hoidettavaa tehtävää varten.

Kunnan hoitaessa 7 §:ssä tarkoitettua tehtävää kilpailutilanteessa markkinoilla sen on annettava tehtävä osakeyhtiön, osuuskunnan, yhdistyksen tai säätiön hoidettavaksi (yhtiöittämisvelvollisuus, kuntalaki 126.1 §). Kunnan harjoittaessa liiketoimintaa se samaistetaan yksityiseen elinkeinonharjoittajaan, jolloin sen on toimittava samojen periaatteiden mukaisesti kuin liiketoimintaa harjoittavan yrityksen.

Kunnan yksityisoikeudellinen toimiala on kuntalain nimenomaisen säätelyn ulkopuolella, koska kuntalaki ei tunne tällaisen tehtäväpiirin sisällymistä kunnan toimialaan. Säätely ei ole tarpeen senkään takia, että tällä toimialan lohkolla sovelletaan yksityisoikeudellisia säännöksiä. Kunta siis esiintyy ikään kuin yksityisoikeudellinen henkilö. Kunnalla on yksityisoikeudellisten sopimusten tekemisen suhteen periaatteessa sama sopimusvapaus kuin yksityisoikeudellisilla henkilöillä; merkittävin poikkeus tästä koskee julkisia hankintoja.

Kunnille on asetettu tehtäviä, esimerkiksi sosiaali- ja terveystoimeen liittyen, erityislainsäädännöllä. Merkittävä osa kunnan varoista menee lakisääteisten tehtävien hoitamiseen. Tästä huolimatta, kuntien elinkeinopoliittinen toiminta (yksityisoikeudellisin keinoin) on lisääntynyt ja monipuolistunut. Kunta voi esimerkiksi perustaa osakeyhtiön tai osallistua erilaisten yksityisoikeudellisten yhteisöjen, kuten osuuskuntien, säätiöiden tai yhdistysten toimintaan. Yksityisoikeudellinen toimintakyky on yhdistetty varsinkin kunnan vapaaehtoiseen tehtäväpiiriin.

Yhdenvertaisuusperiaatteeseen palauttavissa oleva kielto estää kuntia harjoittamasta yksinomaan taloudellisen voiton saavuttamiseen tähtäävää spekulatiivista liiketoimintaa. Tästä huolimatta kunnilla saattaa olla tällaista toimintaa muistuttavaa liiketoimintaa silloin, kun sen pääasiallisena motiivina on taloudellisen voiton tavoittelun yli yltävä itsehallinnollinen peruste. Tällainen toiminta on kilpailulainsäädännön alaista, minkä vuoksi toiminnassa tulee huomioida säätely koskien esimerkiksi määräävän markkina-aseman vää-

rinkäyttämistä. Määräävä markkina-asema kunnalla on silloin, kun sen harjoittamalla liiketoiminnalla on tietyllä alueella ja tietyillä hyödykemarkkinoilla yksinomainen oikeus tai muu sellainen määräävä asema. Kohtuuttoman tai kilpailun rajoittamista ilmeisesti tarkoittavan hinnoittelukäytännön harjoittaminen luetaan kyseisen aseman väärinkäyttämiseksi. Kunta voi myös syyllistyä määräävän markkina-aseman väärinkäyttämiseen, jos sen tässä asemassa oleva liiketoiminta tuottaa jotakuinkin säännöllisesti ”kohtuutonta” voittoa, jolloin arkikieltä käyttäen puhutaan ”piiloverottamisesta”.

Muita huomioitavia näkökulmia

Jos kompensointimahdollisuus suunnattaisiin kuluttajille, ajankohtaiseksi nousisi myös kysymys tuotteeseen liittyvästä kuluttajansuojasta. Tällöin on huomioitava esimerkiksi markkinointiin kohdistuvat vaatimukset ja (kauppa)sopimusten kohtuullisuuden arviointi. Lisäksi erityisesti kuluttajille suunnatun toiminnan osalta tulee huomioida, että ilmaston-suojeluun tähtäävissä toimenpiteissä huomioidaan ainakin toistaiseksi myös rahankeräys-lainsäädännön asettamat rajoitteet toiminnan toteuttamiselle.

Poliisihallitus on laatinut muistion, jossa käydään tarkemmin läpi yhdistysten, säätiöiden ja yritysten mahdollisuuksia osallistua rahankeräysten toimeenpanoon ilmastosuojelutyön tukemiseksi. Rahankeräyslaki ei estä ilmastosuojelutyötä ja päästöjen kompensointia, mutta asettaa niiden rahoittamiselle tiettyjä rajoitteita. Varainhankintaa suunnitellessa tulee huomioida, että rahankeräyksen toimeenpano edellyttää voimassa olevaa rahankeräyslupaa, joka voidaan antaa yleishyödylliselle yhteisölle tai säätiölle yksinomaan yleishyödyllisen toiminnan kuten ilmastosuojelutyön rahoittamiseen. Lisäksi toiminta tulee toteuttaa siten, ettei rahankeräys ole ilmeisessä vaarassa sekoittua kielletyllä tavalla esimerkiksi kaupankäynnin kanssa. Ilmastosuojelutyötä on vakiintuneesti pidetty sellaisena rahankeräyslaissa tarkoitettuna yksinomaan yleishyödyllisenä tarkoituksena, jonka rahoittamiseksi rahankeräyslupa on lähtökohtaisesti mahdollista myöntää.

6.3 Näkökulmia hiilikompensaatiokauppaan

Hiilineutraalius ja hiilidioksidipäästöjen kompensointi on ollut viime aikoina yleinen ja yhtenäisesti toistuva puheenaihe. Hiilipäästöjen vähentäminen ilmakehään on tärkeää sekä julkisille ja yksityisille organisaatioille että yksityisille ihmisille.

Vapaaehtoisen päästöjen kompensoinnin vaihtoehtoja onkin tarjolla runsaasti ja enenevässä määrin, mutta sääntely on vähäistä. Suoran sääntelyn vähäisyyden vuoksi kompensoimarkkinalla keskeistä on toimijan uskottavuus ja luotettavuus. Suomen Luonnonsuojeluliitto (2019) on listannut markkinoilla olevia kompensointipalveluja:

TUNNETTUJA KOMPENSAATIOSTANDARDEJA JA -PALVELUJA

The Gold Standard	Voittoa tavoittelematon organisaatio, joka arvioi ja todentaa päästövähennyksiä. Myönnetään vain uusiutuvan energian tai energiatehokkuuden näkökulmasta laadukkaille hankkeille. Esim. metsänistutushankkeet eivät kuulu tähän, koska on mahdollista, että metsä myöhemmin kaadetaan ja hyödynnetään energiaksi.
The Verified Carbon Standard	VCS on maailmanlaajuinen standardi vapaaehtoisille päästövähennyksille ja projekteille, jotta päästövähennykset ovat todellisia ja mitattavia. Perustajina (v. 2006) The Climate Group, the International Emissions Trading Association, the World Economic Forum ja myöhemmin World Business Council for Sustainable Development.
The Clean Development Mechanism	CDM kehitettiin standardiksi vuonna 1997 Kioton pöytäkirjan ratifioimisen jälkeen. Se takaa, että päästövähennykset tehdään projekteissa, jotka toteutetaan kehitysmaissa.
Carbon Neutral®	CarbonNeutral Companyn rekisteröity tuotemerkki ja maailmanlaajuinen standardi, joka kertoo, että yritys on mitannut ja vähentänyt hiilidioksidipäästöjään Carbon Neutral -ohjelman mukaisesti.
FirstClimate	Kansainvälinen hiilidioksidipäästöjen hallintaa ja kompensatioita tarjoava yritys.
MyClimate	Sveitsiläinen, vuonna 2002 perustettu, voittoa tavoittelematon organisaatio, joka toimii kansainvälisesti ja tarjoaa vapaaehtoisia päästövähennyksiä ja hiilidioksidipäästöjen hallinnan keinoja.
CEMARS	CEMARS-sertifikaatti on suunnattu suurille organisaatioille ja sektoreille, jotka vähentävät ja kompensoivat kasvihuonekaasupäästöjään.
Nordic Offset	Nordic Offset myy kaupallisia päästövähennyksiä sekä pysyviä hiilinielujen lisäyksiä vapaaehtoiselta päästökauppamarkkinalta. Päästövähennyksien hinta muodostuu vapailla markkinoilla ja ilmaistaan päästövähennyskrediiteissä. Krediitit ovat Gold Standard-verifioituja.

Compensate	Compensate luo järjestelmää, jossa kulutuksen synnyttämiä päästöjä voi kompensoida ostosten yhteydessä, jotta ihmiset ymmärtävät paremmin hiilijalanjälkensä. Päästövähennysyksiköt ostetaan kansainvälisesti luotettujen projektikehittäjien sertifioiduista hiilensidontaprojekteista.
CO2Esto	CO2Esto tarjoaa yrityksille mahdollisuuden ostaa EU:n päästökauppajärjestelmästä päästöoikeuksia mitätöidäkseen omat päästönsä. Lisäksi CO2Esto tukee asiakkaitaan kustannustehokkaassa päästöjen vähentämisessä.
Puro	Puro kehittää uusia CO2-poistomenetelmiä ja tarjoaa kolmen pitkäkestoisen, teollisen CO2-poistomenetelmän sertifikaatteja: CO2 kiinnitettynä karbonaattikivielementteihin, puiisiin rakennuselementteihin sekä kiintohiileenä biohiileen.
Puuni	Puuni on suomalainen yritys, joka poistaa hiilidioksidia ilmakehästä uudelleenmetsittämällä joutomaita yhdessä yritysten sekä kuntien kanssa, eli rakentamalla uusia hiilinieluja.
Karbonautti	Karbonautti on suomalainen päästövähennysten välittäjä, joka hyväksyy tukikohteiksi vain Gold Standard -sertifioituja hankkeita.
Finnairin Push for Change	Finnair tarjoaa mahdollisuuden vähentää lennon päästöjä ostamalla biopolttoainetta tai hyvittää lennon hiilidioksidipäästöt tukemalla päästövähennysprojektia. Rahat menevät lyhentämättöminä päästövähennysprojektiin Mosambikissa.
Ilmastoapu	Ilmastoapu on suomalainen päästövähennysten välittäjä, jonka kautta yksityishenkilöt ja yritykset voivat kompensoida päästöjään sertifioidujen päästövähennys Hankkeiden avulla.
Taimiteko	Suomen 4H-kerhon Taimiteko-toimintamallin tavoitteena on istuttaa 10 000 hehtaaria uutta metsää vuoteen 2030 mennessä. Taimiteossa kompensoidaan niin yritystoiminnasta kuin yksityishenkilöiden arjesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä lisäämällä hiilinieluja Suomeen. Taimia istuttavat suomalaiset nuoret.

EIVÄT MYY KOMPENSAATIOITA, MUTTA TOIMINTA LIITTYY HIILINIELUJEN SÄILYTTÄMISEEN TAI KASVATTAMISEEN

Luonnonperintösäätiö	Luonnonperintösäätiön toiminta-ajatus on Suomen luonnonsuojelun edistäminen ja luonnonalueiden säilyttäminen. Säätiö hankkii hallintaansa - ostamalla, vaihtamalla tai lahjoituksina - sopivia alueita, ensisijaisesti metsiä, ja haake niille pysyvän, lakisääteisen rauhoituksen.
Hiilipörssi	Suomen luonnonsuojeluliiton Hiilipörssi on soiden ennallistamiseen perustuva hyvityspalvelu, jonka tavoitteena on turvata suomalaisten soiden hiilivarastot, lisätä suoluonnon monimuotoisuutta ja parantaa soihin liittyvien vesistöjen tilaa. Hiilipörssi tekee pitkäaikaiset sopimukset maanomistajien kanssa soiden ennallistamiseksi ja hiilivuodon pysäyttämiseksi.
Yhteismetsä Hiilennieli	Hiilennieli hoitaa metsiä avohakkuuttomasti ja siten, että vuosittain hakkuiden määrä on pienempi kuin puuston kasvu. Näin toimien on mahdollista kasvattaa metsän hiilivarastoa pitkälle tulevaisuuteen.

Kuva 10. Tunnettuja kompensatiostandardeja ja -palveluja. (SLL 2019.)

Keskeinen näkökulma hiilikompensaatiokauppaan on kompensaation hinta. EU:n päästökaupassa päästöoikeuden hinta vaihteli 2010-luvulla välillä 3 – 30 euroa/t(CO₂), ollen suurimman osan ajanjaksosta alle 10 euroa (ks. seuraava kuva). Päästöoikeuksien hintaa on usein kuvattu liian alhaiseksi ja sen ohjausvaikutusta siten liian vähäiseksi. Päästöoikeuksien hinnannousua on odotettu pitkään.

Päästöoikeuden hinta EU:ssa (euroa / co²-tonni)

Lähde: Intercontinental Exchange



Kuva 11. Päästöoikeuden hinta EU:ssa. (Yle 21.7.2019.)

Vapaaehtoisten hiilikompensaatioiden hintaa on selvittänyt esimerkiksi Talouselämä (nro 10/2020) hiilikompensaatioita käsittelevässä artikkelissaan. Hintaesimerkkeinä mainitaan esimerkiksi:

- Puuta säästävät liedet Ugandaan 15 USD/t(CO₂)
- Biokaasulaitos Intiaan 5 USD/t(CO₂)
- Vesivoimala Intiaan 0,7 USD/t(CO₂)

Kaikki mainitut hinnat ovat edullisia (1 USD = n. 0,9 EUR). Esimerkiksi lentoyhtiö EasyJet kompensoi saman lähteen mukaan kaikki vuotuiset päästönsä 30 miljoonalla eurolla hintaan 4 euroa/ t(CO₂). Tällä hintatasolla olisi vaikea saada aikaan toimivaa kannustinta suomalaiselle maatalouden raaka-aineisiin perustuvalle biokaasutuotannolle.

Kuntien strategiat hiilineutraaliudesta

Suomalainen kunta saattaa muodostua potentiaalisesti asiakkaaksi hiilikompensaatio-kaupassa. Suomalaisista 45 % asuu kunnissa, jotka tähtäävät hiilineutraaliksi vuoteen 2030 mennessä. Hiilineutraaliksi Kuntaliitto määrittelee käytännössä kunnan, joka on laskenut hiilidioksidipäästönsä, vähentänyt niitä asetettuun tavoitevuoteen mennessä 80 % ja kompensoinut jäljelle jäävät päästöt. Kuntaliitto toteaa, että myös muunlainen suhde päästövähennysten ja kompensoinnin välillä on mahdollinen.

Kansalliset päästövähennystavoitteet jalkautuvat myös kuntatasolle, mutta ei sääntely siitä, kuinka ne ruohonjuuritasolla tulee toteuttaa – etenkin jäljelle jäävien päästöjen kompensoinnin näkökulmasta. Kunnilla voi olla omaa ohjeistusta. Kuntaliiton Ilmastokunnat -toiminta tukee kuntia niiden ilmastotyössä.

Lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmä

Lentoliikenteessä eletään kiinnostavaa aikaa ilman koronavirustakin. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön ICAO:n yleiskokouksessa päätettiin 6.10.2016 kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen hyvitysjärjestelmän (Global Market-Based Measure, GMBM) käyttöön otosta. Päätös on historiallinen, sillä koskaan aikaisemmin kokonainen elinkeinoelämän sektori ei ole tehnyt globaalia ratkaisua päästöjensä sääntelystä markkinaehtoisen järjestelmän kautta.

Nyt hyväksytyssä järjestelmässä lentoyhtiöt hyvittävät kansainvälisen lentoliikenteen päästöjen kasvun ostamalla pääosin muilta sektoreilta päästövähennysyksiköitä. Yksiköitä myyvät kasvihuonekaasupäästöjä vähentävät hankkeet. Hyvitysjärjestelmään on tarkoitus siirtyä vaiheittain. Vuosina 2021–2023 käynnistyy niin sanottu pilottivaihe, jossa valtiot ilmoittautuvat järjestelmään vapaaehtoisesti ja ne voivat valita päästöhyvitysvelvoitteiden laskentatavan kahdesta eri vaihtoehdosta. Ensimmäisessä vaiheessa vuosina 2024–2026 valtiot ilmoittautuisivat järjestelmään vapaaehtoisesti, mutta päästöhyvitysvelvoitteiden laskentatapa olisi kaikille sama. Toisessa vaiheessa vuosina 2027–2035 järjestelmä on pakollinen kaikille paitsi järjestelmästä vapautetuille valtioille.

Päästöhyvitykset toteutetaan aina päästövuotta seuraavana vuonna toteutuneiden päästöhyvitysvelvoitelaskelmien perusteella. Näin ollen ensimmäinen vuosi, jolloin tämän järjestelmän mukaisia päästöhyvityksiä olisi mahdollista tehdä, on vuonna 2022. Nyt kyseessä olevan hiilikompensaation soveltuvuus päästöhyvityskohteeksi vaatii tarkempaa selvittämistä. Toistaiseksi vaikuttaa siltä, ettei kohteiden soveltuvuuden arvioimiseksi ole riittävä sääntely ja ohjeistusta.

Itävallan Kaindorfin malli

Kaindorfin ekoalueella käynnistettiin jo vuonna 2007 hanke, jolla on pyritty lisäämään maaperään sidotun hiilen määrää sekä kompensoimaan hiilen sidonta viljelijöille rahalli-

sesti. Hiilen määrää on pyritty lisäämään orgaanisen aineksen lisäyksellä, pysyvällä kasvipeitteisyydellä, välttämällä turhia toimenpiteitä, vähentämällä keinolannoitteiden käyttöä sekä lisäämällä hernekasvien osuutta pelloissa. Toiminta aloitettiin mittaamalla maanäyteistä orgaanisen hiilen määrä toiminnan alussa sekä viiden vuoden kuluttua tehostettujen toimenpiteiden aloittamisesta. Mikäli hiilen lisäystä oli tapahtunut, siitä maksettiin viljelijälle korvaus. Hyväksymällä korvauksen viljelijä sitoutui pitämään hiilensidonnan samalla tasolla seuraavat viisi vuotta. Mikäli tänä aikana tapahtui hiilen määrän laskua, viljelijä maksoi saamiaan korvauksia takaisin tai hiilensidonnan ollessa edelleen kasvavaa sai lisää korvauksia. Maaperän hiili määritettiin hankkeessa viiden vuoden välein maaperästä otetuista 25 osanäytteistä, mikä on menetelmänä kallis ja edellytti sertifioitua näytteenottajan käyttöä.

6.4 Ehdotus hiilikompensaation laskemiselle

Aiemmissa kappaleissa on tunnustettu ja tunnustettu maaperän hiilensidonnan määrittämiseen liittyvät haasteet, samoin kuin hiilikompensaatiokaupan yleistasoiseen säätelämättömyyteen liittyvät haasteet. Tämän pohjalta selvityksessä päädyttiin ehdottamaan kompensatiomallin laskentaan mallia, joka pohjaa RED II -direktiiviin. Menetelmä olisi siten uskottava ja sille olisi olemassa ohjeistus. Esiteltävän laskennan pohjana on oletus, että biokaasu hyödynnetään liikennepolttoaineena, mutta menetelmä on sovellettavissa myös muihin hyödyntämismenetelmiin.

RED II -direktiivi 2018/2001

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/2001 (ns. RED II -direktiivi) uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämiseksi määrittelee biopolttoaineille kestävyyskriteerit, jotta ne voitaisiin laskea mukaan kansallisiin biopolttoaineiden käyttötavoitteisiin ja jotta ne olisivat tukikelpoisia. RED II -direktiivi korvaa vanhan biopolttoaine-direktiivin 2009/28/EY, jota oli jo ehditty muuttaa monilta osin. Kestävyyskriteerien mukaan liikenteen biopolttoaineiden käytöstä saatavan vähennyksen kasvihuonekaasupäästöissä on oltava vähintään 65 prosenttia niiden biopolttoaineiden osalta, jotka on tuotettu laitoksissa, jotka aloittavat toimintansa 1.1.2021 jälkeen. Sähkön, lämmitys- ja jäähdytysenergian osalta päästövähennyksen on oltava vähintään 70 % ja 1.1.2026 jälkeen 80 %.

Koska RED II -direktiivi pyrkii yhdenmukaistamaan päästöjen laskennan, olisi luonnollista pohjata kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen perustuva kompensatio direktiivin mukaiseen päästölaskentaan.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta direktiivin 2018/2001 mukaisesti

RED II -direktiivin mukaan biopolttoainetuotannon kasvihuonekaasupäästöt lasketaan seuraavasti:

$E = \text{polttoaineen käytöstä aiheutuva kokonaispäästö} = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u + e_{sca} + e_{ccs} + e_{ccr}$

e_{ec}	= raaka-aineen tuotannosta tai viljelystä aiheutuvat päästöt
e_l	= maankäytön muutoksista johtuvista hiilivarantojen muutoksista aiheutuvat annualisoidut päästöt
e_p	= jalostuksesta aiheutuvat päästöt
e_{td}	= kuljetuksesta ja jakelusta aiheutuvat päästöt
e_u	= käytössä olevasta polttoaineesta aiheutuvat päästöt
e_{sca}	= paremmasta maatalouskäytännöistä johtuvat maaperän hiilikertymästä saatavat vähennykset päästöissä
e_{ccs}	= hiilidioksidin talteenotosta ja geologisesta varastoinnista saatavat vähennykset päästöissä
e_{ccr}	= hiilidioksidin talteenotosta ja korvaamisesta saatavat vähennykset päästöissä

Koneiden ja laitteiden valmistuksesta aiheutuvia päästöjä ei oteta huomioon.

Käytännössä summan kaksi viimeistä tekijää voidaan yleensä biokaasutuotannossa olettaa nolllaksi. Lisäksi raaka-aineen tuotannosta ja viljelystä syntyvät päästöt voidaan lannan osalta laskea nolllaksi, koska lanta luokitellaan jätteeksi. Sen sijaan esim. nurmen viljelyn osalta tulee laskea lannoitteista ja koneiden käytöstä aiheutuneet päästöt.

Kun polttoainetuotannossa syntyy sekä polttoaine, jonka päästöt lasketaan, että yksi tai useampi sivutuote, kasvihuonekaasupäästöt jaetaan polttoaineen ja sivutuotteiden välillä suhteessa niiden energiasisältöön (alempi lämpöarvo). Biokaasuprosesseissa, jos sivutuotteita ei kuivata, sivutuotteiden alempi lämpöarvo on usein alle nolllan, joten niille ei kohdisteta päästöjä.

Biokaasutuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä bensiiniin tai dieseliin verrattuna lasketaan seuraavasti:

$$\text{Vähennys} = (EF - EB)/EF$$

jossa

EB = biokaasusta aiheutuvat kokonaispäästöt

EF = fossiilisesta vertailukohdasta (benssiini tai diesel) aiheutuvat kokonaispäästöt, 94 g CO_{2eq}/MJ

Päästölaskennan yhdenmukaistamiseksi RED II -direktiivin liitteessä V on useille tuotantoketjuille esitetty laskettuja oletusarvoja päästöille. Päästöjen laskennassa voidaan käyttää oletusarvoa tai laskettua todellista arvoa.

Lietelannasta liikennekäyttöön tuotetulle metaanille (suljettu mädätyssäiliö, ei poistokaasun polttoa) RED II -direktiivin liitteessä V on kasvihuonekaasupäästöjen oletusvähennys 179 % verrattuna fossiiliseen bensiiniin tai dieseliin. Tuottaja voi siis käyttää tätä oletusarvoa tai laskettua todellista arvoa lietelantapohjaisen biokaasun kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisprosenttina. Vastaavasti maissista tuotetulle liikennebiokaasulle on oletusvähennys 42 %.

Lieteraaka-aineella saatava korkea päästövähennys johtuu ennen kaikkea siitä, että lannan peltolevityksestä aiheutuvat isot päästöt jäävät pois. Lieteraaka-aineesta saatava hyvitys kuiva-aineeltaan 10 % lietteestä peltolevityksen jäädessä pois on 54 kg(CO₂ekv)/t tuotetta materiaalia.

Esimerkiksi nurmiraaka-aineelle ei direktiivissä ole oletusarvoa, joten sille tulisi laskea todellinen arvo.

RED II -direktiivi antaa mahdollisuuden laskea hyvitys parantuneista maatalouden käytännöistä, kuten lisääntyneestä hiilen sidonnasta maaperään. Tämä edellyttää kuitenkin vankkaa näyttöä siitä, että maaperän hiilikertymä on kasvanut viljelyn seurauksena.

Mahdollinen kompensaaation laskentamalli lanta raaka-aineena

Lantapohjaisen biokaasutuotannon tyypillinen arvo RED II -direktiivissä on 0,50 MJ biokaasua / kg lantaa 90% kosteuspitoisuudella. Oletuspäästövähennemä liikennebiokaasutuotannossa on 179 % verrattuna fossiiliseen polttoaineeseen, jonka oletuspäästöt ovat 94 gCO₂ekv/MJ. 1 MJ biokaasua aikaansaa täten päästövähennemän:

$$94 \text{ gCO}_2\text{ekv} * 179 \% = 168 \text{ gCO}_2\text{ekv}$$

1 kg lantaa 90 % kosteudessa biokaasuksi tuotettuna vähentää siis päästöjä RED II -direktiivin mukaan

$$168 \text{ gCO}_2\text{ekv/MJ} * 0,50 \text{ MJ/kg} = 84 \text{ gCO}_2\text{ekv}$$

1 tonni lantaa biokaasutuotannossa vähentäisi siis päästöjä 84 kgCO₂ekv.

Mikäli kompensatio olisi esim. 50 €/tonniCO₂ekv vähennettyjä päästöjä, kompensatiota voisi maksaa 90 % kosteudessa olevasta lannasta

$$84 \text{ kgCO}_2\text{ekv} / \text{t lantaa} * 50 \text{ €} / 1000 \text{ kgCO}_2\text{ekv} = 4,2 \text{ €} / \text{t lantaa}$$

Tämän laskentamallin etuna on yksinkertaisuus. Kompensatio voitaisiin RED II -direktiivin oletusarvoihin perustuen laskea suoraan biokaasutuotantoon toimitetun lannan kuiva-ainetonna kohden (42 €/kuiva-ainetonna, jos kompensatio 50 € / tonniCO₂ekv vähennettyjä päästöjä).

Mikäli laskemalla todelliset päästövähennemät ja/tai todentamalla maaperän hiilitaseessa muutoksia, voidaan osoittaa suuremmat päästövähennemät kuin oletusarvojen perusteella, tämä voidaan ottaa huomioon kompensatiota määriteltäessä.

Vastaavaa laskentaa voitaisiin käyttää myös biokaasun mennessä muuhun kuin liikennekäyttöön. RED II -direktiivissä oletusarvo lantapohjaisen suljetussa mädätyssäiliössä tuotetun biokaasusähkön aikaan saamalle päästövähennykselle fossiiliseen sähköntuotantoon verrattuna on tarkasteltavasta tapauksesta riippuen 227 % - 246 %.

Mahdollinen kompensaaation laskentamalli nurmi raaka-aineena

Nurmi raaka-aineena ei voida suoraan käyttää oletusarvoa päästövähennyksen laskentaan, koska oletusarvoa ei RED II -direktiivissä ole. Nurmibiokaasulle tulee laskea todelliset päästöt. Nurmiviljelyn päästöjen ja biokaasusaannon kuiva-ainetta kohden voinee kuitenkin olettaa olevan varsin lähellä toisiaan eri tiloilta tulevien nurmierien osalta. Kompensaaation voisi perustaa tavanomaisiin lukuihin perustuvaan todellisten arvojen laskentaan, jota sovellettaisiin kaikille tuottajille.

Oletetaan, että lasketuksi todelliseksi arvoksi päästövähennykselle nurmiliiikennebiokaasulle saataisiin 51 % verrattuna fossiiliseen polttoaineeseen (sama, kuin tyypillinen arvo maissiraaka-aineella RED II direktiivissä). Lisäksi oletetaan nurmelle 20 % kuiva-ainepitoisuus ja 90 % haihtuvien aineisen osuus kuiva-aineesta. Biokaasutuotannoksi oletetaan 550 m³/t haihtuvia aineita ja biokaasun energiasisällöksi 23 MJ/m³.

1 tonni tuoretta nurmiraaka-ainetta tuottaa siis näillä oletuksilla

$$20\% * 90\% * 550\text{m}^3/\text{t} * 23\text{ MJ/m}^3 = 2277\text{ MJ biokaasua}$$

Päästövähennys fossiiliseen polttoaineeseen verrattuna on

$$51\% * 94\text{ gCO}_2\text{ekv/MJ} * 2277\text{ MJ} = 109\text{ kgCO}_2\text{ekv} / \text{t nurmiraaka-ainetta}$$

Jos kompensatio olisi 50 € / tCO₂ekv vähennettyjä päästöjä, kompensatiota voisi aiemmin esitetyillä oletuksilla maksaa 80 % kosteudessa olevasta nurmesta

$$109\text{ kgCO}_2\text{ekv} / \text{t nurmea} * 50\text{ €} / 1000\text{ kgCO}_2\text{ekv} = 5,45\text{ €} / \text{t nurmea}.$$

Myös nurmen osalta päästäisiin täten yksinkertaiseen kompensatiomalliin, jossa kompensatio maksettaisiin suoraan nurmen kuivapainon perusteella.

Mikäli maaperän hiilitaseessa pystytään todentamaan muutoksia RED II -direktiivin mukaisella laskennalla, tämä voitaisiin ottaa huomioon, mahdollisesti erillisellä kompensatiolla. Samoin, jos esimerkiksi yksittäinen viljelijä pystyy osoittamaan poikkeuksellisen alhaisen lannoitekäytön nurmiviljelyssä, tämä voitaneen huomioida kompensatiossa.

Jotta nurmibiokaasu täyttäisi RED II -direktiivin kestävyyskriteerin, nurmibiokaasutuotannon tullee tapahtua laitoksella, jonka raaka-aineina on myös paremman päästövähennyksen antavia raaka-aineita, kuten lantaa. Tällöin laitoksen tuotanto keskimäärin täyttää kestävyyskriteerin.

Näkemyksiä RED II -direktiiviin perustuvasta laskentamallista

Tällä noin 4 – 5 € / t tasolla kompensatio olisi samaa suuruusluokkaa kuin esimerkiksi Ruotsissa käytössä oleva lantatuki biokaasun tuotantoon. Luken (2019) mukaan Ruotsis-

sa naudannan lietalannan tuki taulukkoarvona on 44 SEK/t ja sian lietalannan 48 SEK/t (1 EUR on noin 11 SEK). Samaa suuruusluokkaa on myös Norjassa lannalle maksettu tuki biokaasutuotantoon.

Arvioidun kompensaaion määrän voidaan arvioida kannustavan lannan kuljettamiseen biokaasutuotantoon, mutta sen arvo ei riitä tukemaan tuotantoketjussa laajemmin, esimerkiksi merkittävästi parantamaan itse biokaasulaitoksen kannattavuutta lannan kuljetuksen lisäksi.

Kun huomioidaan yllä olevissa laskelmissa käytetty hiilidioksiditonin hinta, 50 euroa, ja verrataan sitä edellä esitettyihin tietoihin hiilidioksiditonin hinnasta päästökaupassa ja kompensaaionkaupassa, huomataan, että 50 euroa tonnilta on jo hintana korkea. Päästökaupassa tonnin hinta on ollut tyypillisesti alle puolet laskemassa käytetystä ja kompensaaionmarkkinoilla hinta on usein jopa vain kymmenesosa mainitusta. Korkean hinnan saamiseksi kompensaaion ostajalla tulisivikin siten olla halu kompensoida juuri kyseessä olevaa toimintaa eikä ensisijaisesti kompensoida päästöjään taloudellisesti edullisimmalla keinolla.

Tämän kompensaaionmallin etuna on, että se voidaan yksinkertaisesti määrittää raaka-aineen saapumisesta biokaasulaitokselle. Muulle tuotantoketjuun liittyvälle toiminnalle raaka-aineen hankinnasta, tuotantoprosessista, kaasun käytöstä ja mädätejalosteiden käytöstä voitaisiin laatia laatukäsikirjan tyyppinen dokumentti, jonka toteutumista valvotaisiin laatujärjestelmätyyppisesti kirjanpidon ja auditointien avulla. Haluttaessa voitaisiin tehdä lisäksi mittauksia ja todentaa myös korkeammat kompensaaionluvut. Laskenta on tehty liikennekäyttöön, mutta vastaava laskenta on tehtävissä muunlaisiinkin hyödyntämismenetelmiin.

Kompensaaion vastava korvaus maksettaisiin biokaasulaitokselle tai suoraan raaka-aineen toimittajalle. Kompensaaionkauppa ja siihen liittyvä ohjeistus ja valvonta sopisivat alueellisen (osuuskunnan tai vastaavan) toimijan järjestettäväksi. Tämä organisaatio hankkisi tarvittavat yhteistyökumppanit itse kaupankäyntiin ja ulkopuolisen auditointiorganisaation. Mallia voisi etsiä esimerkiksi kierrätysravinteiden laatujärjestelmästä.

Lähteet:

Airaksinen Jussi, Annala Salla, Bröckl Marika, Honkapuro Samuli, Lassila Jukka, Manninen Jaakko, Partanen Jarmo, Rautiainen Tuukka, Saario Mari, Vanhanen Juha ja Värre Ulla (2019) Selvitys sähkön omatuotantoon, energiayhteisöihin ja energiahankkeiden lupamenettelyihin liittyvistä kysymyksistä. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:73.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161978/VNTEAS_2019_73.pdf

Ek, Fredrik. (2016). Agera Innovation. Maidontuotannosta mallia biokaasun tuotantoon? Selvitys hajautetun biokaasun tuotannon ja keskitetyn käsittelyn mahdollisuuksista Kannuksen seudulla.

Etelämäki, Pentti (2016) Energiaosuuskunnat. Esitys Kokkola Material Week 31.10.2016.

Euroopan komissio (2017) Ehdotus: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä. (Uudelleenlaadittu), Bryssel.

Kehittyvä osuuskunta.

<http://www.firmaxi.kokkola.fi/doc/osuuskuntaopas.pdf>

Klén, Tytti (2019) Energiaosuuskunnat aluekehittäjinä Saksassa. Ruralia-Instituutin Blogi.

Klén, Tytti ja Tiljander, Petteri (2018) Osuuskuntaa perustamaan. Raportteja 181. Ruralia-Instituutti, Helsingin yliopisto.

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/305927/Raportteja181.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luke (2019). Luostarinen et al. Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019.

Nurmi, Väinö ja Ollikainen, Markku, Kohti hiilipörssiä? Suomessa esitetyt hiilipörssiin liittyvät aloitteet tutkimuskirjallisuuden ja kansanvälisen kokemusten valossa. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:17.

Poliisihallitus. 2019.

<https://www.arpajaishallinto.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/intermin/embeds/arpajaishallintowwwstructu-re/81300_Muistio_Rahankerayslaki_ja_ilmastonsuojelutyon_rahoittamiseksi_tehtava_vara.pdf?0d44c63563eed688>

ProAgria. Maatalouden biomassa biokaasulaitoksessa. Opas biomassojen ominaisuuksista syöteenä ja lannoitteena. ProAgria hankejulkaisut 6.

SLL (2019). Matkalla hiilineutraaliksi. Yritysten, kuntien ja asiantuntijoiden näkemyksiä hiilineutraaliudesta ja kompensaatiosta.

Sitra (2016) Biokaasusta kasvaa Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet.

<https://media.sitra.fi/2017/02/27175150/Selvityksia111-2.pdf>

TEM (2017) Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää -Työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmän väliraportti, Helsinki:Työ- ja elinkeinoministeriö.

Yle. (2019). Saastuttaminen on nyt kalliimpaa kuin kertaakaan 11 vuoteen – hiilivoima ajautui pulaan Keski-Euroopassa, kiitos kuuluu päästökaupalle. 21.7.2019.

<https://yle.fi/uutiset/3-10886059>