

Biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöt

Taija Sinkko¹⁾, Kaisa Manninen²⁾ ja Saija Rasi³⁾

¹⁾ MTT, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, taija.sinkko@mtt.fi

²⁾ Suomen ympäristökeskus, Mechelininkatu 34a, Helsinki, kaisa.manninen@ymparisto.fi

³⁾ MTT, 31600 Jokioinen, saija.rasi@mtt.fi

Tiivistelmä

EU:n uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian edistämisdirektiivin (2009/28/EY) (ns. RES-direktiivi) mukaan uusiutuvien polttoaineiden käytön tulisi olla liikenteen loppukulutuksesta 10 % vuonna 2020. Samassa direktiivissä säädetään, että uusiutuvista polttoaineista aiheutuvien päästöjen tulee olla vähintään 35 % pienemmät kuin fossiilisen vertailupolttoaineen. Vuonna 2017 päästöjen tulee olla vähintään 50 % pienemmät ja vuodesta 2018 eteenpäin uusilla laitoksilla 60 % pienemmät kuin fossiilisilla polttoaineilla. Suomen kunnianhimoisen biopolttoaineiden käyttöä liikenteessä edistävän lain (446/2007) mukaan uusiutuvien polttoaineiden osuuden tulisi olla Suomessa 20 % vuonna 2020.

Tässä artikkelissa esitellään kahdessa eri hankkeessa saatuja tuloksia biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöille. Ympäristövaikutusindikaattorina molemmissa hankkeissa käytettiin ilmastonmuutos-vaikutusluokkaa ja tarkasteltavat kasvihuonekaasut olivat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja dityppioksidi (N₂O). Hankkeiden laskentaperiaatteet ja tulosten esittämistapa ovat erilaiset.

SUBICHOE -hankkeessa laskettiin nurmisäilörehusta (65 %) ja lannasta (35 %) tuotetun biokaasun elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt RES-direktiivin laskentasääntöjen mukaisesti ja verrattiin niitä fossiilisen dieselin päästöihin. Raaka-aineiksi valittiin nurmisäilörehu ja lanta, koska nurmisäilöhun metaanintuotantopotentiaali on hyvä. Lanta puolestaan lasketaan jätteeksi, jolloin sen tuottamisesta ei aiheudu päästöjä, joka osaltaan parantaa biokaasulaitoksen kasvihuonekaasutasetta. Tarkastelussa huomiointiin päästöt, jotka aiheutuivat nurmen viljelystä ja korjuusta, raaka-aineiden kuljetuksista, biokaasulaitokselta, mädätysjäännöksen varastoinnista sekä tankkausaseman energiankulutuksesta. Lisäksi tarkasteltiin tilannetta, jossa vähennettiin lannan varastoinnin vältetyt päästöt, kun lantaa ei enää varastoitaisi tilalla. Myös mädätysjäännöksen lannoitekäytön seurauksena vältettyjä väkilannoitteiden valmistuksen päästöjä tarkasteltiin.

Nurmisäilörehua ja lantaa raaka-aineena käyttävän laitoksen kasvihuonekaasupäästöt olivat perustapauksessa 35 g CO₂-ekv./MJ tuotettua biometaania. Vertailuna fossiiliseen dieseliin tämä tarkoittaa, että biokaasuketjun päästöt olisivat hieman alle 60 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin päästöt. Jos lannoitteiden valmistuksen ja lannan varastoinnin vältetyt päästöt laskettaisiin mukaan hyvityksinä, olisivat biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöt 71 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin päästöt.

W-Fuel -hankkeen tarkoituksena oli laskea liikennepolttoaineeksi tuotetun biometaanin tuotannon ja käytön aiheuttamat elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ja energiatase ja verrata hankkeen kohdealueille suunniteltujen biokaasulaitosten kasvihuonekaasupäästöjä tilanteeseen, jossa biokaasulaitoksilla käytettävät biomassaraaka-aineet käsitellään kuten vuonna 2009. Tulosten perusteella biokaasun tuotanto ja liikennekäyttö on ilmastonmuutoksen kannalta parempi vaihtoehto kuin vuoden 2009 raaka-aineiden käsittelyvaihtoehdot.

Asiasanat: biometaani, biopolttoaine, elinkaariarviointi, kasvihuonekaasupäästöt, RES-direktiivi

Johdanto

EU:n uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian edistämisdirektiivin (2009/28/EY) mukaan uusiutuvien polttoaineiden käytön tulisi olla liikenteen loppukulutuksesta 10 % vuonna 2020. Samassa direktiivissä säädetään, että uusiutuvista polttoaineista aiheutuvien päästöjen tulee olla vähintään 35 % pienemmät kuin fossiilisen vertailupolttoaineen. Vuonna 2017 päästöjen tulee olla vähintään 50 % pienemmät ja vuodesta 2018 eteenpäin uusilla laitoksilla 60 % pienemmät kuin fossiilisilla polttoaineilla. Suomen tavoitteet biopolttoaineiden loppukäytölle ovat vielä EU:n tavoitteita korkeammat, sillä biopolttoaineiden käyttöä liikenteessä edistävän lain (446/2007) mukaan uusiutuvien polttoaineiden osuuden liikenteen loppukulutuksesta tulisi olla Suomessa 20 % vuonna 2020.

Useiden tutkimusten mukaan biokaasun on todettu olevan kasvihuonekaasutaseiden kannalta hyvä bioenergian lähde (esim. Tuomisto & Helenius 2008, Börjesson ym. 2010). Myös jäteraaka-aineista valmistetuilla biopolttoaineilla on hyvät mahdollisuudet saavuttaa vaadittavat päästövähennykset, koska näiden osalta päästöjen tarkastelu alkaa vasta raaka-aineen kuljettamisesta jalostuslaitokselle.

Tässä artikkelissa esitellään kahden eri hankkeen tuloksia liittyen biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöihin. Ympäristövaikutusindikaattorina molemmissa hankkeissa käytettiin ilmastonmuutos-vaikutusluokkaa. Tarkasteltavat kasvihuonekaasut olivat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja dityppioksidi (N₂O). Kokonaispäästöt on ilmaistu CO₂-ekvivalentteina¹. Hankkeiden laskentaperiaatteet ja tulosten esittämistapa ovat erilaiset. Molempien hankkeiden tarkemmat oletukset ja rajaukset on esitetty kohdassa ”Aineisto ja menetelmät”.

SUBICHOE -hankkeessa (Sustainability of Biomass Utilisation in Changing Operational Environment) selvitettiin nurmisäilörehusta (65 %) ja lannasta (35 %) tuotetun biokaasun elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt EU:n uusiutuvista lähteistä olevan energian edistämisdirektiivin, eli ns. RES-direktiivin, laskentasääntöjen mukaisesti ja verrattiin niitä fossiilisen dieselin päästöihin. Raaka-aineiksi valittiin nurmisäilörehu ja lanta, koska nurmisäilörehun metaanintuotantopotentiaali on hyvä. Lanta puolestaan lasketaan jätteeksi, jolloin sen tuottamisesta ei aiheudu päästöjä, joka osaltaan parantaa biokaasulaitoksen kasvihuonekaasutasetta.

W-Fuel -hankkeen (From Waste to Traffic Fuel) tarkoituksena oli laskea liikennepolttoaineeksi tuotetun biometaanin tuotannosta ja käytöstä aiheutuvat elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ja energiatase. Lisäksi verrattiin hankkeen kohdealueille suunniteltujen biokaasulaitosten kasvihuonekaasupäästöjä tilanteeseen, jossa biokaasulaitoksilla käytettävät biomassaraaka-aineet käsitellään kuten vuonna 2009.

Aineisto ja menetelmät

SUBICHOE -hanke

SUBICHOE -hankkeessa tutkimuksen kohteena ollut oletuslaitos oli suuri, noin 2000 m³ metaania tunnissa tuottava laitos, jonka oletettiin sijaitsevan Kymenlaaksossa, jolloin metaani voitaisiin syöttää maakaasuverkkoon. Tarkastelussa huomioitiin päästöt, jotka aiheutuvat nurmen viljelystä ja korjuusta, raaka-aineiden kuljetuksista, biokaasulaitokselta, mädätysjäännöksen varastoinnista sekä tankkausaseman energiankulutuksesta. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin lannan varastoinnista aiheutuvat päästöt, koska RES-direktiivin laskentametodin mukaisesti jäteraaka-aineen päästöjen laskenta aloitetaan kuljetuksesta jalostuslaitokselle. Lisäksi oletuksena oli, että lanta varastoidaan biokaasulaitoksella katetuissa säiliöissä, jolloin varastoinnista ei synny päästöjä. Myös biokaasun käyttövaihe liikenteessä jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.

¹ CO₂-ekvivalentti ilmaisee kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitallistetun ilmastoa lämmittävän vaikutuksen niiden haitallisuuden perusteella. W-Fuel -hankkeessa käytetyt kertoimet päästöille ovat CO₂=1, CH₄=25 ja N₂O=298. SUBICHOE-hankkeessa puolestaan on käytetty RES-direktiivissä määriteltyjä kertoimia, jotka ovat CO₂=1, CH₄=23 ja N₂O=296.

Nurmen viljelyyn oletettiin viiden vuoden vilja-nurmi-kierto, jolloin nurmea viljellään kolme vuotta peräkkäin. Timotei-apila nurmen sadoksi oletettiin 7,5 tonnia kuiva-ainetta hehtaaria kohden vuodessa ja käytetyn lannoitteen määräksi 120 kg typpeä hehtaaria kohden. Biokaasulaitoksen mädätysjäännöstä oletettiin käytettävän nurmen lannoitteena. Nurmisäilörehun kuljetus biokaasulaitokselle oletettiin tapahtuvan traktorin peräkärriyllä korjuun yhteydessä, jolloin säilörehun varastointi tapahtui biokaasulaitoksella. Lanta puolestaan oletettiin kuljetettavan biokaasulaitokselle puoliperävaunulla noin viikon välein mädätysjäännöksen kuljetuksen paluukuormana. Mädätysjäännöksen varastoinnin oletettiin tapahtuvan tiloilla.

Biokaasulaitoksen energiankulutukset arvioitiin kirjallisuuden perusteella (Pertl ym. 2010, Tuomisto & Helenius 2008, Börjesson & Berglund). Biokaasulaitoksen lämmitys oletettiin tapahtuvan hakekattilalla ja sähkön tulevan sähköverkosta, jolloin sähköntuotannon päästökertoimena käytettiin Suomen keskimääräistä kerrointa (Suomen ympäristökeskus 2011). Lämpöä laitoksella kuluu reaktorin lämmitykseen ja kaasun puhdistukseen. Sähköä puolestaan kuluu raaka-aineen pumppaukseen ja sekoitukseen, kaasun puhdistukseen ja paineistukseen sekä tankkausasemalla. Biokaasun puhdistuksen oletettiin tapahtuvan amiinipesulla, koska siinä tapahtuva metaanivuoto on vain 0,1 % puhdistetusta kaasusta (Purac Puregas).

Perustapauksen lisäksi tarkasteltiin tilannetta, jossa vähennettiin lannan varastoinnin vältetyt päästöt, kun lantaa ei enää varastoitaisi tilalla. Lisäksi tarkasteltiin mädätysjäännöksen lannoitekäytön seurauksena vältettyjä väkilannoitteiden valmistuksen päästöjä. Herkkyystarkasteluissa tarkasteltiin raaka-aineseoksen (ainoastaan nurmisäilörehua raaka-aineena käyttävä laitos, sekä 50 % nurmisäilörehua ja 50 % lantaa käyttävä laitos), reaktorin lämmitystekniikan (ei lämmönvaihdinta) sekä käytetyn sähkön päästökertoimen (Pohjoismainen päästökerroin sähkön tuotannolle) vaikutuksia biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöihin.

Kun biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöjä verrattiin fossiilisen dieselin päästöihin, käytettiin vertailuarvona RES-direktiivin päästökerrointa dieselille, joka on 87,64 g CO₂-ekv./MJ dieseliä.

W-Fuel-hanke

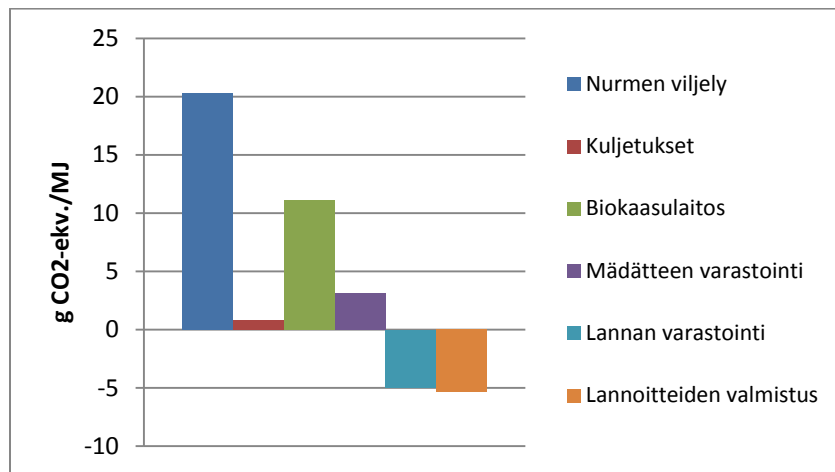
W-Fuel -hankkeessa tarkasteltiin Turun, Salon, Kymenlaakson ja Helsingin alueen biomassan käsittelyn ympäristövaikutuksia kahden eri skenaarion pohjalta. Perusskenario kuvaa tilannetta, jossa alueella olevat biomassat käsitellään vuonna 2009 käytetyillä menetelmillä. Metaaniskenaariorissa biomassoista tuotetaan biokaasua, joka jalostuksen jälkeen käytetään liikennepolttoaineena. Alueilla olevien potentiaalisten biomassajakeiden määrän perusteella kartoitettiin mahdollisten biokaasulaitosten paikat kullekin alueelle. Laitosten koot vaihtelivat noin 2-8 MW:n välillä. Kaikilla laitoksilla raaka-aineena käytettävät biomassajakeet sekä määrät olivat erilaiset. Raaka-ainekohtaiset päästökertoimet laskettiin muodossa kg, CO₂-ekv./tonni raaka-ainetta sekä perusskenaarion että metaaniskenaarion käsittelyjen mukaisesti. Tämän jälkeen laskettiin laitoskohtaiset päästöt metaaniskenaariorissa, sekä päästöt, kun samat massat käsiteltäisiin perusskenaarion mukaisesti.

Raaka-ainekohtaiset päästökertoimet jaettiin elinkaarivaiheisiin, joita ovat perusskenaariorissa raaka-aineen käsittely, kuljetukset sekä bensiini- ja dieselautojen päästöt. Metaaniskenaariorissa laskettiin päästöt raaka-aineen käsittelyn ja kuljetuksen lisäksi myös muille kuljetuksille, joita ovat jäännöksen kuljetus pelloille ja biometaanin kuljetus tankkausasemalle. Raaka-aineen käsittelyn päästöt sisältävät kaiken raaka-aineen hankinnasta biometaanin jalostukseen sekä mädätysjäännöksen peltolevitykseen asti. Myös lannan varastoinnin päästöt otettiin huomioon, koska ne eroavat perus- ja metaaniskenaariorissa. Säilörehun viljelyssä sekä biokaasulaitoksen ja jalostuslaitoksen energiankulutuksessa käytettiin samoja lähtöoletuksia kuin SUBICHOE -hankkeessa. Perusskenaariorissa laskettiin raaka-aineketjun päästökerroin huomioiden bensiinin ja dieselin käytöstä ja tuotannosta aiheutuvat päästöt. Bensiinin ja dieselin käyttömäärä määritettiin laskemalla, kuinka monta kilometriä kyseisellä raaka-ainetonilla tuotetulla biomeetaanilla voitaisiin metaaniskenaariorissa ajaa.

Tulokset

Biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöt verrattuna fossiiliseen dieseliin

Nurmisäilörehua ja lantaa raaka-aineena käyttävän laitoksen kasvihuonekaasupäästöt olivat perustapauksessa 35 g CO₂-ekv./MJ tuotettua biometaania. Suurin osa tarkastellun biokaasuketjun päästöistä aiheutuu nurmen viljelystä (kuva 1). Nurmen viljelyssä hallitsevassa asemassa ovat typpilannoituksesta aiheutuvat N₂O-päästöt. Biokaasulaitoksen energiankäytöstä ja metaanivuodoista aiheutuvat päästöt ovat noin kolmasosan koko biokaasuketjun päästöistä. Vältetyt päästöt lannan varastoinnista ja lannoitteiden valmistuksesta ovat molemmat noin 5 g CO₂-ekv./MJ tuotettua biometaania.

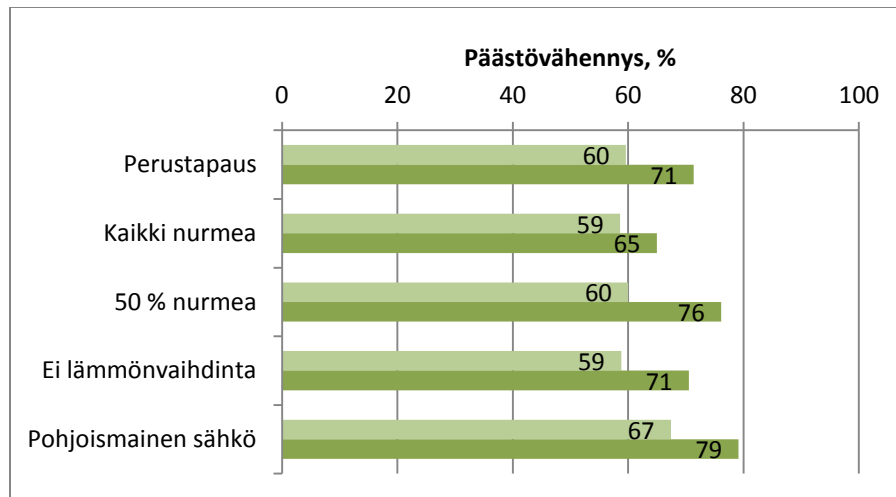


Kuva 1. Biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen ketjun eri vaiheisiin.

Biokaasuketjun päästöt olivat perustapauksessa lähes 60 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin päästöt (kuva 2). Jos lannoitteiden valmistuksen ja lannan varastoinnin vältetyt päästöt laskettaisiin mukaan, olisivat biokaasuketjun kasvihuonekaasupäästöt 71 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin päästöt. Vuonna 2018 oleva 60 %:n päästövähennys voidaan saavuttaa ainoastaan käyttämällä Pohjoismaista sähkön päästökerrointa tai raaka-aineen ollessa 50 % nurmisäilörehua ja 50 % lantaa, jos vältettyjä päästöjä ei voida vähentää hyvityksinä. Jos vältetyt päästöt voidaan vähentää ketjun päästöistä, olisivat biokaasuketjun päästöt kaikissa tarkastelluissa tapauksissa yli 60 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin päästöt. Vuoden 2017 tavoite, eli 50 % pienemmät päästöt kuin fossiilisella vertailupolttoaineella, saavutetaan kaikissa tarkastelluissa tapauksissa myös ilman hyvityksiä.

Herkkyystarkastelujen perusteella voidaan todeta, että suurin vaikutus biokaasuketjun päästöihin on käytetyllä energialla. Vaihdettaessa Suomen keskimääräinen sähkön päästökerroin Pohjoismaiseen sähkön päästökertoimeen, pienenevät biokaasulaitoksen päästöt yli 50 %. Pohjoismainen sähkön päästökerroin on paljon pienempi kuin Suomen keskimääräinen kerroin, koska Pohjoismaisesta sähköstä huomattava osa on tuotettu vesivoimalla. Tällöin koko biokaasuketjun päästöt olisivat 67 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin. Jos lannan varastoinnin ja lannoitteiden valmistuksen aiheuttamat päästöt vähennettäisiin, olisivat biokaasuketjun päästöt 79 % pienemmät kuin fossiilisen dieselin käytettäessä sähkön tuotannolle Pohjoismaista päästökerrointa.

Myös lannan osuuden lisääminen raaka-aineen määrästä vaikuttaa pienentävästi biokaasuketjun päästöihin, koska nurmen viljelystä aiheutuu suurin osa koko ketjun päästöistä, ja lannan tarkastelu aloitetaan vasta kuljetuksesta laitokselle. Lisäksi lannan varastoinnista vältetyt päästöt ovat sitä suuremmat mitä enemmän lantaa on käytetty raaka-aineena. Biokaasulaitoksen lämmitystekniikalla, eli onko laitoksella lämmönvaihdin vai ei, ei ole suurta vaikutusta koko ketjun päästöihin.



Kuva 2. Biokaasuketjun päästösäästö verrattuna fossiilisen dieselin päästöihin sekä hyvitysten kanssa (tumman vihreä) että ilman hyvityksiä (vaaleampi vihreä).

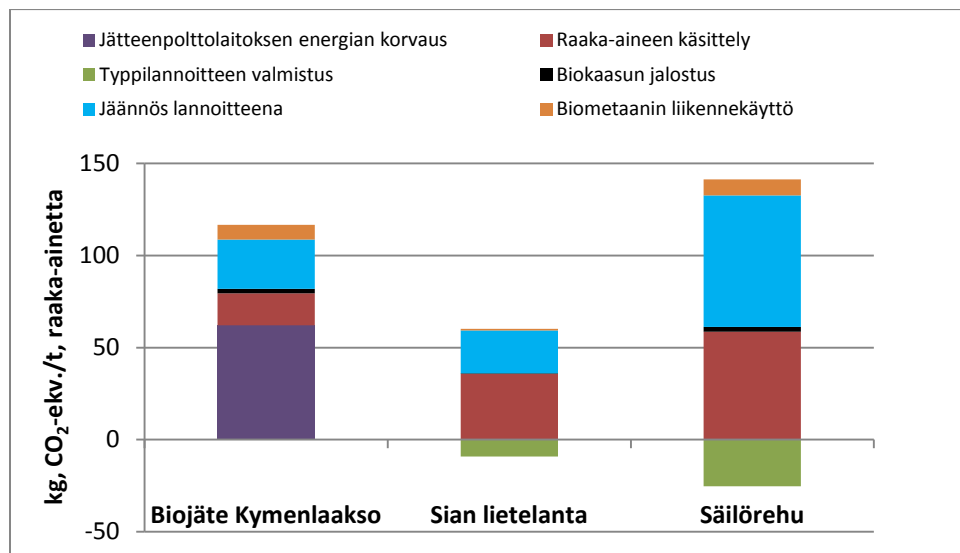
Biokaasun tuotannon kasvihuonekaasupäästöt verrattuna vuoden 2009 tilanteeseen

Kun tarkastellaan Kymenlaaksossa saatavilla olevia biomassaraaka-aineita, muodostaa peltobiomassa (säilörehu 46 % ja olki 11 %) siitä suurimman osan. Myös naudon lietelantaa on määrällisesti saatavilla paljon (13 % kokonaispotentiaalista). Naudon lietelannalla on kuitenkin alhainen metaanintuotantopotentiaali, joten alueen kokonaismetaanintuotantopotentiaalista se muodostaakin ainoastaan pari prosenttia. Alueella saatavilla olevien biomassatihentymien perusteella kartoitettiin soveltuvat biokaasulaitosten sijaintipaikat. Kymenlaakson alueella ympäristövaikutusten tarkastelu tehtiin 14 potentiaaliselle biokaasulaitosvaihtoehdolle. Tarkasteltujen laitosten koko oli 2,5-7,4 MW ja kaikissa vaihtoehdoissa käytettiin erilaisia biomassoja raaka-aineena.

Kun verrataan perus- ja metaaniskenaarion raaka-ainekohtaisia päästökertoimia, voidaan todeta, että raaka-aineiden käsittelystä aiheutuvat päästöt ovat pääosin metaaniskenaariossa korkeammat kuin perusskenaariossa. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että metaaniskenaariossa raaka-aineiden käsittelyssä biokaasulaitoksella kuluu enemmän energiaa kuin perusskenaariossa. Lisäksi perusskenaariossa oljet ja maatalouden muut jäte- ja sivutuotetejakeet jätetään maahan, jolloin huomioidaan ainoastaan hajoamisesta aiheutuvat päästöt. Metaaniskenaariossa sen sijaan nämä kerätään, jolloin päästöjä syntyy työkoneiden käytöstä ja polttoaineen valmistuksesta. Säilörehua ei myöskään viljellä perusskenaariossa biokaasun tuotantoon, jonka vuoksi sille ei tule lainkaan päästökerrointa toisin kuin metaaniskenaariossa. Biojätteen osalta metaaniskenaariossa joudutaan myös huomioimaan jätteenpolttolaitoksen energian korvaaminen, koska perusskenaariossa erilliskeräämätön biojäte poltetaan jätteenpolttolaitoksella, mutta metaaniskenaariossa jätteen synnyn ehkäisyn ja keräystavoitteiden vuoksi biojätteen määrä polttolaitoksella pienenee. Kaikille raaka-ainejakeille tulee lisäksi päästöjä mädätysjäännöksen peltolevityksestä, jossa huomioidaan levitystyöstä aiheutuvat työkoneiden käytön päästöt sekä pellolta haihtuvat päästöt. Pellolta haihtuvat päästöt muodostavatkin suuren osan raaka-aineen käsittelyn päästöistä. Kuljetusten osuus on kokonaispäästöistä ainoastaan parin prosentin luokkaa.

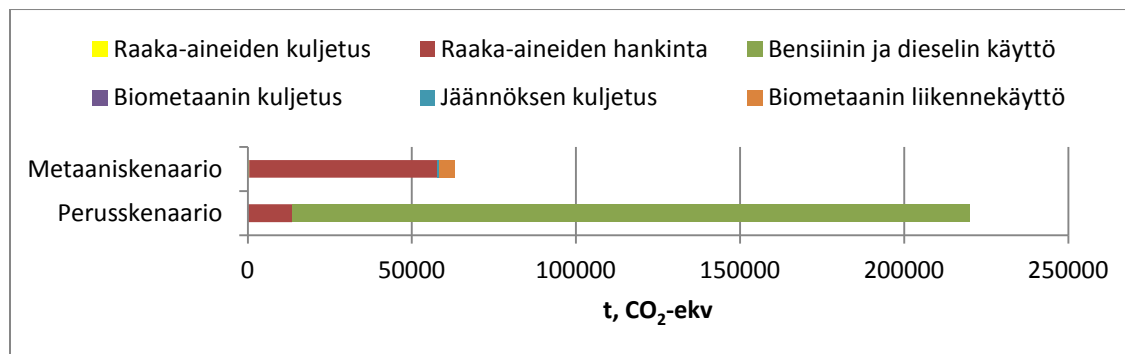
Kuvassa 3 on esitetty metaaniskenaarion päästöjen jakautuminen eri elinkaaren vaiheisiin säilörehun, sian lietelannan ja biojätteen päästökertoimissa Kymenlaakson alueella. Raaka-aineen käsittely sisältää kaikkien jakeiden osalta biokaasulaitoksen sähkön ja lämmön kulutuksen sekä jäännöksen levityksen polttoaineen kulutuksen päästöt. Säilörehun raaka-aineen käsittely sisältää energiankulutuksen lisäksi viljelyn aikaiset päästöt ja sian lietelanta varastoinnista aiheutuvat päästöt. Biojätteen osalta esiin nousevat päästöt, jotka aiheutuvat, kun perusskenaariossa jätteenpolttolaitoksella tuotettu energia joudutaan korvaamaan Suomen keskimääräisellä sähköllä ja kaukolämmöllä metaaniskenaariossa. Sian lietelannan

raaka-aineen käsittelyn päästöistä suurin osa muodostuu lannan varastoinnista sekä peltopäästöistä, kun biokaasulaitokselta tulevaa jäännöstä käytetään lannoitteena. Myös säilörehulla päästöjä aiheuttavat jäännöksen käyttö lannoitteena, mutta myös säilörehun viljely. Jäännöksen lannoitekäytöllä vältetään kuitenkin kemiallisten lannoitteiden valmistusta, joista saatavat päästöhyvitykset on esitetty negatiivisina päästöinä. Kuljetusvaiheita ei ole esitetty kuvassa, koska niiden erottelu laskennasta raaka-ainejakeittain ei ollut mahdollista.



Kuva 3. Metaaniskenaarion CO₂-ekvivalenttipäästösuudet elinaarivaiheittain raaka-ainetonnia kohti.

Alustavien päästökerrointulosten avulla laskettiin kokonaispäästöt Kymenlaakson alueelle suunnitelluissa biokaasulaitoksissa käytettäville biomassamäärille ja verrattiin sitä perusskenaarion tilanteeseen. Kokonaispäästöjen todettiin olevan kaikkien laitosten osalta perusskenaarion mukaisessa käsittelyssä korkeammat kuin metaaniskenaariossa. Kun alueelle suunniteltujen laitosten kokonaispäästöt lasketaan yhteen, ovat ne perusskenaariossa 219 760 t, CO₂-ekv ja metaaniskenaariossa 62 990 t, CO₂-ekv, jolloin päästöt pienenevät 156 770 t, CO₂-ekv (Kuva 4). Näin ollen voidaan sanoa, että biokaasun tuotanto ja käyttö on ilmastonmuutoksen kannalta parempi vaihtoehto kuin perusskenaarion raaka-aineiden käsittelytavat. Suurimmat päästövähennykset ovat suurilla laitoksilla, jotka tuottavat paljon biometaanin, kuten laitokset, joilla pääraaka-aineena on säilörehu. Päästökertoimien lisäksi laskettiin alueelle energiataase, joka huomioi biometaanin tuotannosta saatavan kokonaisenergian ja omakäyttöenergian kulutuksen. Omakäyttöenergian kulutus on noin 20 % tuotetusta energiasta.



Kuva 4. Perusskenaariorion ja metaaniskenaariorion kokonaispäästöt Kymenlaakson alueella.

Johtopäätökset

Nurmisäilörehusta ja lannasta tuotetulla biokaasulla voidaan saavuttaa EU:n RES-direktiivin vaatimat vähennykset kasvihuonekaasupäästöissä vuonna 2018, jolloin vähennysvaatimus on yli 60 % uusille laitoksille, mikäli lannan varastoinnista tai lannoitteiden valmistuksesta vältetyt päästöt voidaan ottaa huomioon. Mikäli vältettyjä päästöjä ei voida huomioida hyvityksinä, päästään vuonna 2018 vaadittavaan 60 %:n vähennykseen ainoastaan käyttämällä raaka-aineena 50 % nurmisäilörehua ja 50 % lantaa tai laskemalla sähköntuotannon päästöt Pohjoismaisella sähkön päästökertoimella. Vuoden 2017 tavoite, eli 50 % pienemmät päästöt kuin fossiilisella vertailupolttoaineella, saavutetaan kaikissa tarkastelluissa tapauksissa myös ilman hyvityksiä.

SUBICHOE -hankkeen esimerkkiketjussa nurmen viljely aiheuttaa suurimman osan koko ketjun päästöistä, joten käyttämällä suurempaa määrää jäteraaka-ainetta voidaan parantaa biokaasuketjun kasvihuonekaasutasetta. Toisaalta tämä voi vaikuttaa alentavasti metaanin saantoon, koska nurmisäilörehun metaanintuotantopotentiaali on melko korkea. Noin kolmasosa ketjun päästöistä syntyy biokaasulaitoksella, joten laitoksella käytettävän energian valinnalla on myös suuri vaikutus koko ketjun päästöihin.

W-Fuel -hankkeen tulosten mukaan biokaasun tuotanto ja liikennekäyttö ovat koko elinkaarta tarkasteltaessa ilmastonmuutoksen kannalta parempi vaihtoehto kuin perusskenaario. Perusskenaariossa biojätteet esimerkiksi kompostoidaan ja lanta levitetään suoraan pellolle, mutta liikennepolttoaineena käytetään bensiiniä tai dieseliä. Vaikka metaaniskenaariossa raaka-aineen käsittelystä aiheutuvat päästöt ovat suuremmat kuin perusskenaariossa, ovat koko elinkaaren aikaiset päästöt pienemmät perusskenaariossa fossiilisten liikennepolttoaineiden käytön takia.

Vertailtaessa molempien hankkeiden tuloksia, voidaan todeta työn rajausten olevan tärkeitä tulosten kannalta. Esimerkiksi W-Fuel -hankkeen tuloksissa lannan varastoinnin päästöt vaikuttivat merkittävästi tuloksiin, kun SUBICHOE -hankkeessa niitä tarkasteltiin päästöhyvityksinä. W-Fuel -hankkeessa tehdyn tarkastelun mukaan laitospesäpäästöt vaihtelevat paljon riippuen siitä, mitä raaka-ainejakeita niissä on käytetty. Paljon sian lietelantaa käyttävillä laitoksilla päästöt suhteessa tuotettuun energiaan ovat korkeammat kuin laitoksilla, joissa säilörehua käytetään paljon. Tämä johtuu lietelannan alhaisesta metaanintuotantopotentiaalista, joka vastaavasti säilörehulla on melko korkea.

Kirjallisuus

Börjesson, P. & Berglund, M. 2006. Environmental systems analysis of biogas systems – Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* 30 (2006). pp. 469-485.

Börjesson, P., Tufvesson, L. & Lantz, M. 2010. Life Cycle Assessment in Sweden. Lund University. Report No. 70. May 2010. 80 s.

Pertl, A., Mostbauer, P. & Obersteiner, G. 2010. Climate balance of biogas upgrading systems. *Waste Management* 30 (2010). pp. 92-99.

Purac Puregas. Biogas Upgrading Plants: The Greenest Biomethane in the World. Esite.

Suomen ympäristökeskus. 2011. Suomen sähkönhankinnan päästöt elinkaarilaskelmissa. Päivitetty 31.5.2011. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=26328&lan=fi>

Tuomisto, H.L. & Helenius, J. 2008. Comparison of energy and greenhouse gas balances of biogas with other transport biofuel options based on domestic agricultural biomass in Finland. *Agricultural and Food Science*, vol 17 (2008). pp. 240-251.