

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

Uusiutuvat liikennepolttoaineet Suomessa

Renewable transport fuels in Finland

Työn tarkastaja: Kari Myöhänen

Työn ohjaaja: Kari Myöhänen

Lappeenranta 7.11.2019

Jaakko Puntanen

TIIVISTELMÄ

Opiskelijan nimi: Jaakko Puntanen

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyön ohjaaja: Kari Myöhänen

Kandidaatintyö 2019

30 sivua, 2 kuvaa, 2 taulukkoa ja 1 liite

Hakusanat: biokaasu, etanoli, liikennepolttoaine, uusiutuva diesel

Tässä työssä luodaan katsaus uusiutuvien liikennepolttoaineiden nykytilanteeseen, tuotantoon, käyttöön ja tulevaisuuteen. Merkittävimmät Suomessa käytettävät uusiutuvat liikennepolttoaineet ovat uusiutuva diesel, etanoli ja biokaasu. Edellä mainittuja polttoaineita voidaan hyödyntää nykyisellä autokannalla ja teknologioilla suhteellisen helposti, mikä mahdollistaa niiden hyödyntämisen ja kulutetun määrän kasvattamisen nopeallakin aikataululla.

Suomessa edellytetään, että vuosittain kasvava määrä jakeluun tuoduista polttoaineista on biopohjaisia jakeluvelvoitelain mukaisesti. Tällä pyritään vähentämään fossiilisten polttoaineiden kulutusta sekä liikenteen hiilidioksidipäästöjä, jotka kattavat 40 prosenttia Suomen päästökaupan ulkopuolisista päästöistä ja noin viidenneksen kokonaispäästöistä. Pitkällä aikavälillä liikennettä pyritään kehittämään niin, että fossiilisista polttoaineista luovuttaisiin kokonaan.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	2
Lyhenneluettelo	4
1 Johdanto	5
2 Nykytilanne	6
3 Diesel-verrannaiset	9
3.1 Tuotteet.....	10
3.2 Tuotanto.....	11
3.3 Käyttö ja tarvittava teknologia	11
3.4 Haasteet	11
4 Bensiini-verrannaiset	13
4.1 Tuotteet.....	13
4.2 Tuotanto.....	13
4.3 Käyttö ja tarvittava teknologia	14
4.4 Haasteet	15
5 Biokaasu	16
5.1 Tuote.....	16
5.2 Tuotanto.....	16
5.3 Käyttö ja tarvittava teknologia	17
5.4 Haasteet	19
6 Jakeluverkko	20
7 Tulevaisuuden näkymät	22
7.1 Keskipitkän aikavälin politiikka.....	22
7.2 Hiiletön liikenne 2045	23
8 Yhteenveto	25
Lähdeluettelo	27
Liite 1. Lain 446/2007 liite (16.6.2017/387)	31

LYHENNELUETTELO

ABG	Adsorbed/Absorbed BioGas Adsorboitu/Absorboitu biokaasu
CBG	Compressed BioGas Paineistettu biokaasu
FAME	Fatty Acid Methyl Esther Rasvahappometyyliesteri
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil Vetykäsitelty kasviöljy
LBG	Liquefied BioGas Nesteytetty biokaasu
NEXTBL	Next Generation Biomass to Liquid

1 JOHDANTO

Liikenteellä on merkittävä rooli suomalaisessa yhteiskunnassa. Suomi on pinta-alaltaan suuri ja harvaan asuttu maa, minkä takia välimatkat ovat usein pitkiä. Tämä synnyttää tarpeen liikkua ajoneuvoilla, jotka ovat usein polttomoottorikäyttöisiä riippumatta siitä onko kyse henkilö- tai tavaraliikenteestä.

Suomessa pyrkimyksenä on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, mikä edellyttää myös liikenteen päästöjen vähentämistä. Helpoin ratkaisu olisi kieltää fossiilisten polttoaineiden myynti välittömästi ja tällä tavalla estää päästöjä syntymästä, mutta sillä olisi merkittäviä seurauksia nykykuotoisen yhteiskunnan toiminnan kannalta. Siksi liikenteen päästöjä pyritään vähentämään muilla keinoilla pyrkien kuitenkin fossiilisista polttoaineista luopumiseen pitkällä aikavälillä.

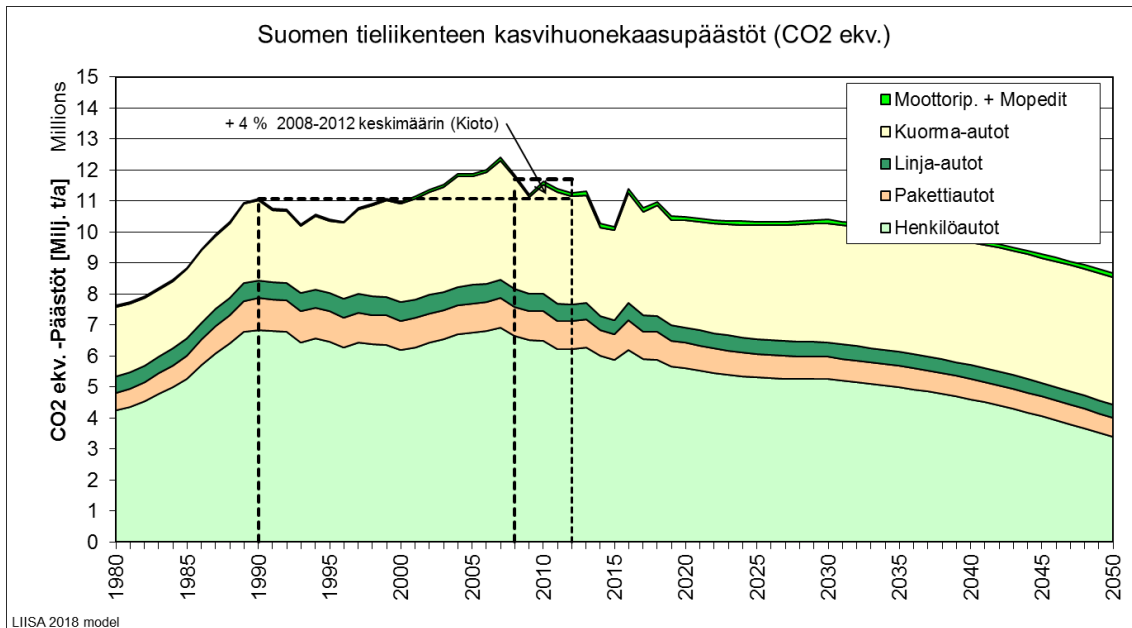
Liikenteen päästöjen vähentämiseksi on olemassa lukuisia erilaisia keinoja, kuten ajoneuvokannan uudistaminen ympäristöystävällisemmäksi, liikennesuorituksen ja tätä kautta päästöjen vähentäminen sekä vähäpäästöisempien käyttövoimien hyödyntäminen. Näistä erityisesti viimeisessä merkittävässä roolissa ovat uusiutuvat liikennepolttoaineet, joilla pystytään korvaamaan perinteisiä fossiilisia polttoaineita.

Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan Suomen markkinoilla käytössä olevia bensiiniin ja dieseliin verrattavissa olevien uusiutuvien polttoaineiden sekä biokaasun tuotantoa, käyttöä sekä tulevaisuutta. Työssä ei tarkastella muita liikenteen vaihtoehtoisia energianlähteitä, kuten vetyä tai sähköä, joita ei kuitenkaan sovi unohtaa kokonaiskuvan kannalta.

2 NYKYTILANNE

Euroopassa syntyvät kasvihuonepäästöt on poliittisilla päätöksillä jaettu päästökaupan alaisiin ja sen ulkopuolisiin eli ns. taakanjakosektoriin. Päästökaupan alaisuudessa olevat toiminnot on määritelty päästökauppalaissa 311/2011. Taakanjakosektoriin puolestaan kuuluvat esimerkiksi liikenne, maatalous ja jätehuolto. Näistä liikenne on merkittävin osasektori, tuottaen noin viidenneksen Suomen kokonaispäästöistä ja noin 40% taakanjakosektorin päästöistä. Liikenteen päästöjen vähentämisellä on siis merkittävä vaikutus sekä kokonaispäästöjen ja taakanjakosektorin päästöihin. (Ympäristöministeriö, 2017)

Liikenteessä syntyvistä päästöistä suurin osa syntyy henkilöautoista hyötyliikenteen (kuorma-, linja- ja pakettiautojen) tuottaen loput päästöistä lähes kokonaan. Kaksipyöräisten (moottoripyörien ja mopediin) osuus kokonaispäästöistä voidaan katsoa käytännössä merkityksettömäksi. Lipaston eli *Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskujärjestelmän* mukaan tulevaisuudessa hyötyliikenteen osuus kasvaa prosentuaalisesti suuremmaksi kuvan 1 mukaisesti henkilöliikenteen päästöjen vähentyessä ajoneuvokannan uudistumisen ja vähäpäästöisempien käyttövoimien takia. (Lipasto, 2019)



Kuva 1 Lipaston ennuste tieliikenteen päästöjen kehityksestä.

Tieliikenteen päästöjen vähentämiseksi on käytössä useita eri keinoja. Osalla pyritään ohjaamaan kuluttajia ekologisempiin valintoihin (ajoneuvovero, polttoainevero) ja osalla pyritään lisäämään ympäristöystävällisempien polttoaineiden kulutusta (jakeluelvoitelaki). Lisäksi esimerkiksi autoalalle on tehty Green Deal -ilmastosopimus, jonka avulla pyritään edistämään autokannan uudistumista vähäpäästöisemmäksi (Autoalan tiedotuskeskus, 2019a).

Jakeluelvoitelaisissa 446/2007 veloitetaan polttoainejakelijat toimittamaan tietty osuus biopolttoaineita kulutukseen niiden käytön edistämiseksi ja liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Jakeluelvoitteen suorite lasketaan polttoaineiden energiasisällön mukaan ja toimitettava energiasisällön osuus kasvaa vuodesta 2020 eteenpäin vuosittain ollen vuonna 2029 ja eteenpäin 30%. Vuosittaiset jakeluelvoitteet on esitetty taulukossa 1. (Finlex, 2019a)

Taulukko 1 Vuosittaiset biopolttoaineiden jakeluelvoitteet

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029 ja eteenpäin
18,0%	20,0%	18,0%	19,5%	21,0%	22,5%	24,0%	25,5%	27,0%	28,5%	30,0%

Velvoitteen pienentyminen vuosien 2020 ja 2021 välillä johtuu vuosina 2019 ja 2020 käytössä olevasta tuplalaskennasta, jolloin polttoaineen energiasisältö lasketaan kaksinkertaisena jakelovelvoitteeseen, mikäli raaka-aineena on käytetty liitteessä 1 lueteltuja raaka-aineita. Tämän takia ei biopolttoaineiden absoluuttinen osuus ole sama kuin laissa jakelovelvoitteessa määritetty. Laissa on myös määritetty lisävelvoite, jossa edellytetään polttoaineiden jakelijat täyttämään 2021 alkaen tietty osuus jakelovelvoitteesta liitteen 1 A-osassa luetelluista raaka-aineista tuotetuilla polttoaineilla. Vuosittaiset osuudet esitettynä taulukossa 2. Ennen vuotta 2021 vaatimuksena on, että 0,5 % jakelovelvoitteesta täytetään liitteen 1 osan A mukaisista raaka-aineista valmistetulla biopolttoaineella tai Energiaviraston jätteeksi, tähteeksi ja syötäväksi kelpaamattomaksi luokitellusta selluloosasta tai lignoselluloosasta ja joita on käytetty toiminnassa olevassa laitoksessa ennen 9.9.2015. (Finlex, 2019a)

Taulukko 2 Jakelovelvoitteen lisävelvoite 2021 alkaen

2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030 ja eteenpäin
2,0%	2,0%	2,0%	4,0%	4,0%	6,0%	6,0%	8,0%	9,0%	10,0%

Jakeluelvoitelaisissa ei määritellä erikseen mitä polttoainelaatuja yhtiöiden tulee tuoda jakeluun, vaan yhtiöt voivat täyttää velvoitteen parhaimmaksi katsomallaan tavalla. Mikäli jakelija on ylittänyt oman velvoitteensa, voi se hyödyntää ylimääräistä osuutta joko itse seuraavan vuoden velvoitteen täyttämiseksi tai sopia toisen jakelijan kanssa siirtävänsä ylimenneen osuuden heidän jakeluelvoitettansa täyttäväksi. (Finlex, 2019a)

3 DIESEL-VERRANNAISET

Suomessa oli vuoden 2018 lopussa liikennekäytössä noin 750 tuhatta henkilöautoa, noin 315 tuhatta pakettiautoa ja noin 107 tuhatta raskaan liikenteen ajoneuvoa, joista kaksi jälkimmäistä ajoneuvoluokkaa käyttävät Suomessa polttoaineena lähes poikkeuksetta dieseliä (Traficom, 2019). Määrällisesti tarkasteltuna dieselin kulutus liikennepolttoaineista on kaikkein suurin, vuonna 2018 fossiilisen dieselin kulutus oli noin 2 810 miljoonaa litraa ja uusiutuvan dieselin kulutus noin 336 miljoonaa litraa. (Aliisa, 2019)

Biopohjaiset dieseliin verrattavat polttoaineet ovat jaettavissa kahteen eri kategoriaan, perinteiseen biodieseliin (FAME) ja uusiutuvaan dieseliin (HVO). Vaikka molempia käytetään joko dieselin biopohjaisena komponenttina tai sellaisenaan, eroavat tuotteet ominaisuuksiltaan merkittävästi. FAME (Fatty Acid Methyl Ester) valmistetaan esteröimällä kasviöljyjä tai rasvoja, mikä johtaa rajoituksiin raaka-aineen laadussa ja koostumuksessa sekä lopputuotteen laadun vaihteluun. HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) valmistetaan vetykäsittelemällä jätettä ja tähteitä korkeassa lämpötilassa. (Neste, 2019a)

Uusiutuvan dieselin merkittävin hyöty perinteiseen biodieseliin verrattuna on mahdollisuus käyttää sitä rajoituksetta polttoaineena fossiilista dieseliä vastaavan kemiallisen koostumuksen ansiosta, toisin kuin perinteistä biodieseliä, jonka käyttö suurempina pitoisuuksina dieselin komponenttina voi aiheuttaa teknisiä ongelmia. Uusiutuvan dieselin etuna on myös tasalaatuisuus, toisin kuin perinteisessä biodieselissä jossa raaka-aineella on suora vaikutus lopputuotteen ominaisuuksiin.

Vaikka uusiutuva ja fossiilinen diesel ovat kemiallisesti lähes vastaavia, on molemmille määritetty omat standardinsa. Merkittävin ero polttoaineiden välillä standardien perusteella on niiden tiheydessä, joka EN 590-standardin mukaisella fossiilisella dieselillä on 820-845 kg/m³ ja EN 15940-standardin mukaisella uusiutuvalla dieselillä 765-800 kg/m³ setaaniluvun ollessa yli 70 tai 780-810 kg/m³ setaaniluvun ollessa yli 51. (SFS-EN 590:2013, 2017, SFS-EN 15940:2016, 2019)

3.1 Tuotteet

Kotimaisten, kuten myös kansainvälisten markkinoiden osalta merkittävin toimija uusiutuvien dieselin tuotannossa on Neste, jolla on oman ilmoituksensa mukaan n. 60% koko maailman uusiutuvan dieselin tuotantokapasiteetista. On kuitenkin huomioitava, että tähän osuuteen lasketaan ainoastaan uusiutuvan dieselin eli HVO:n tuotanto, ei perinteistä biodieseliä. Nesteen uusiutuva diesel tunnetaan Neste MY dieselinä. Vuonna 2018 sen tuotanto oli 2 368 ktoe (2 587 ktoe 2017). Nesteen uusiutuvien tuotteiden tuotanto jakautuu Porvoon, Rotterdamin ja Singaporen jalostamoille, joista kahden jälkimmäisen kokonaistuotantokapasiteetti on 1 150 ktoe ja Porvoon jalostamon 420 ktoe. (Sipilä *ym.*, 2018, Neste, 2019)

Nesteen lisäksi markkinoilla on muitakin kotimaisia toimijoita, kuten UPM-Kymmene Oyj, joka tuottaa uusiutuvaa dieseliä (UPM BioVerno) Lappeenrannassa Kaukaan biojalostamolla. Myös BioVerno on HVO-tyyppinen uusiutuva diesel. Tällä hetkellä UPM:n tuotanto on kokonaisuudessaan Lappeenrannan Kaukaan biojalostamolla, jossa tuotetaan uusiutuvan dieselin lisäksi uusiutuvaa naftaa. Kokonaistuotantokapasiteetti Kaukaan jalostamolla on 130 ktoe vuodessa. (Sipilä *ym.*, 2018, UPM, 2019a)

Kilpailijoistaan poiketen St1 on tuonut markkinoille etanolipohjaisen uusiutuvan RED95-dieselin, jonka etanolipitoisuus on 90 %. Raaka-aineina St1 käyttää tuotantolaitosten lähiseuduilta saatavia jätteitä, kuten elintarviketeollisuuden biojätettä tai metsäteollisuuden sahanpurua. Etanolidiesel vaatii kuitenkin sitä varten suunnitellun ajoneuvon, joita tällä hetkellä valmistaa ainoastaan Scania. HVO-tyyppisistä dieselistä poiketen etanolidiesel ei siis sovellu yleisiin käyttöön, vaan sen ensisijaisina käyttökohteina on julkinen- ja raskas liikenne. (St1, 2019a)

Teboilin tuotevalikoimassa on Teboil Green+ uusiutuva diesel, jonka raaka-aineina käytetään yhdyskuntajätteitä ja teollisuuden prosessitähteitä. Kuten Neste MY ja UPM BioVerno, täyttää myös Green+ EN 15940 standardin. (Teboil, 2019)

3.2 Tuotanto

Neste MY uusiutuvan dieselin tuotanto tapahtuu NEXBTL-teknologialla (Next Generation Biomass to Liquid), jossa raaka-aine puhdistamisen jälkeen vetykäsittelään korkeassa lämpötilassa. Tässä prosessissa syntyy raaka-aineesta riippumatta fossiilista dieseliä vastaava polttoaine, toisin kuin perinteisen biodieselin tuotannossa. Nesteen käyttämiä raaka-aineita ovat esimerkiksi elintarviketeollisuuden eläin- ja kalarasvajäte, kasviöljytuotannon jätteet ja tähteet sekä palmu- ja rypsiöljy. (Neste, 2019b, 2019a)

UPM BioVerno tuotetaan Neste MY:n tavoin vetykäsittelmällä raaka-aine, jolloin syntyy kemiallisilta ominaisuuksiltaan fossiilista dieseliä vastaava polttoaine. Tämä mahdollistaa tuotteen käytön ilman sekoiterajotteita. BioVernon raaka-aineena käytetään selluntuotannon tähteenä syntyvää raakamäntyöljyä. (UPM, 2019b) Tällä hetkellä BioVernon tuotanto tapahtuu kokonaisuudessaan Lappeenrannassa, mutta UPM selvittää biojalostamon rakentamismahdollisuutta Kotkaan. Jalostamon mahdollisia raaka-aineita olisivat kotimaiset metsätähteet sekä Brassica carinata-kasvin öljy. Kaavailuksi tuotantokapasiteetiksi ilmoitetaan 500 000 tonnia kehittyneitä liikennepolttoaineita vuodessa. (UPM, 2019c)

3.3 Käyttö ja tarvittava teknologia

Uusiutuvan dieselin käyttöä varten ajoneuvoihin ei tarvitse tehdä muutostoimenpiteitä, toisin kuin muiden uusiutuvien polttoaineiden käyttö vaatii. Tämä mahdollistaa uusiutuvan dieselin jakeluosuuden kasvattamisen ongelmattomasti, edellyttäen että valmistajat testaavat ja hyväksyvät sen käytön ajoneuvoissaan mahdollisimman nopealla aikataululla.

3.4 Haasteet

Vaikka Neste ja UPM molemmat ilmoittavat, että heidän vetykäsitelty uusiutuva diesel sopisi kaikkiin dieselajoneuvoihin, on vain osa ajoneuvovalmistajista hyväksynyt EN 15940-standardin mukaisen uusiutuvan dieselin käytön ajoneuvoissaan. Tämän takia kuluttajalle voi koitua ongelmia uusiutuvan dieselin käytöstä, jos ajoneuvon tulee

moottorivaurio. Syynä tähän on kuitenkin ensisijaisesti puutteellinen testaus valmistajien toimesta kyseisen direktiivin mukaisilla polttoaineilla eikä niinkään polttoaineen käytöstä aiheutuneet ongelmat, joita perinteinen biodiesel saattaa aiheuttaa. (Tekniikan maailma, 2019)

Vaikka näennäisenä pyrkimyksenä uusiutuvien polttoaineiden tuotannossa on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, on kyseessä silti voittoa tavoittelevaa liiketoimintaa. Neste vaati 2015 markkinaoikeutta kieltämään UPM-Kymmene Oyj:tä tuottamasta vetykäsitteltyjä polttoaineita vedoten teknologiaan liittyviin patentteihin. Markkinaoikeus kuitenkin hylkäsi kanteen joulukuussa 2015 ja salli UPM:n jatkaa BioVernon tuotantoa. (Markkinaoikeus, 2019)

4 Bensiini-vertannaiset

Ajoneuvojen kappalemääräisesti tarkasteltuna bensiini on yleisin Suomessa käytetty liikennepolttoaine. Vuoden 2018 lopussa Suomen liikennekäytössä olevista autoista bensiinikäyttöisiä oli noin 1 933 tuhatta ja näistä henkilöautoja noin 1 920 tuhatta. Myös lähes kaikki rekisterissä olevat mopot, moottoripyörät ja -kelkat käyttävät bensiiniä, mutta kuten aiemmin on todettu, on niiden osuus kokonaispäästöistä pieni. Bensiiniä ja etanolia polttoaineena käyttäviä ajoneuvoja oli 2018 rekisterissä 4132 kappaletta (Traficom, 2019). Määrällisesti mitattuna fossiilisen bensiinin kulutus 2018 oli noin 1 576 miljoonaa litraa ja etanolin noin 168 miljoonaa litraa (Aliisa, 2019).

4.1 Tuotteet

Bensiiniin verrattavia uusiutuvia polttoaineita voidaan käyttää kuten uusiutuvaa dieseliä, fossiilisen bensiinin biokomponenttina tai sellaisenaan, edellyttäen että ajoneuvo soveltuu tähän. Markkinoilla on saatavilla korkeaseosetanolia eli E85-polttoainetta ABC:n ja St1:n jakelemana Eko E85 ja RE85 tuotenimillä. Markkinoilla on myös UPM:n BioVerno- sekä Nesteen MY-naftaa, joita käytetään fossiilisen bensiinin biokomponentteina mutta kumpaakaan ei ole jakelussa sellaisenaan. (ABC, 2019, Neste, 2019c, St1, 2019b, UPM, 2019d)

4.2 Tuotanto

St1 tuottaa Suomessa uusiutuvaa etanolia kolmella eri prosessitekniikalla, jotka eroavat toisistaan niissä käytettyjen raaka-aineiden ja sivutuotteiden osalta. Etanolix-tuotantolaitoksilla raaka-aineena käytetään elintarviketeollisuuden jätteitä, joissa on korkea tärkkelys- ja sokeripitoisuus. Soveltuvia raaka-aineiden lähteitä ovat esimerkiksi leipomot, panimot ja virvoitusjuomatehtaat. Prosessin sivutuotteina syntyy eläinrehua ja biokaasua. Kyseinen prosessi on käytössä Suomessa kolmella tuotantolaitoksella, jotka sijaitsevat Lahdessa, Vantaalla ja Helsingissä sekä Ruotsissa yhdellä Göteborgissa sijaitsevalla tuotantolaitoksella. Näiden laitosten vuosittainen tuotanto vaihtelee yhdestä yhdeksään miljoonaan litraan. (St1, 2019c)

Cellulonix-prosessiteknologiassa hyödynnetään sahateollisuudessa syntyviä sivutuotteita, kuten sahanpurua ja haketta. Prosessiteknologiaa hyödynnetään tällä hetkellä vain yhdellä, Kajaanissa sijaitsevalla laitoksella. St1:n mukaan teknologia tulee kuitenkin yleistymään tulevaisuudessa, koska se mahdollistaa etanolin tuotannon sahateollisuuden sivutuotteista kustannustehokkaasti, mikä ei aiemmin ole ollut mahdollista siitä huolimatta, että vastaavaa teknologiaa on ollut olemassa aiemminkin. Prosessin sivutuotteena syntyy esimerkiksi ligniiniä, joka hyödynnetään paikallisesti sähkön ja lämmön tuotannossa. Laitoksen vuosittainen tuotantokapasiteetti on 10 miljoonaa litraa. (St1, 2019c)

Kolmas St1:n käyttämä prosessiteknologia on Bionolix, jossa hyödynnetään raaka-aineena yhteiskunnan ja teollisuuden biojätteitä. Kuten Cellulonix-prosessiteknologiaa, hyödynnetään myös Bionolix-prosessiteknologiaa tällä hetkellä vain yhdessä, Hämeenlinnassa Karanojan jätteenkäsittelyalueella. Prosessin sivutuotteena syntyvää tislusjätettä voidaan hyödyntää biokaasun tuotannossa, jonka tuotantolaitos on integroitu tuotantolaitoksen yhteyteen. Laitoksen vuosittainen etanolin tuotantokapasiteetti on miljoona litraa. (St1, 2019c)

UPM:n BioVerno-naftan tuotanto tapahtuu Lappeenrannassa samalla tuotantolaitoksella kuin BioVerno-dieselin tuotanto, jossa raaka-aineena käytetään selluntuotannon tähteenä syntyvää mäntyöljyä. Naftaa voidaan myös hyödyntää kemianteollisuudessa korvaamaan fossiilisia raaka-aineita. (UPM, 2019d)

Neste My-uusiutuva bensiini tuotetaan Neste My-uusiutuvan dieselin sivutuotteena, joten sen raaka-aineet ovat samoja mitä Neste käyttää uusiutuvan dieselin tuotannossa. Kuten BioVerno, myös Neste My luokitellaan naftaksi. (Neste, 2019c)

4.3 Käyttö ja tarvittava teknologia

Korkeaseosetanolin käyttö liikennepolttoaineena edellyttää joko sitä varten suunnitellun tai jälkikäteen muunnetun ajoneuvon. Teknisiltä periaatteiltaan bensiiniä ja korkeaseosetanolia hyödyntävät ajoneuvot eivät eroa merkittävästi, mutta

korkeaseosetanoli edellyttää joitain muutoksia teknisesti ja materiaaleilta toimiakseen. Korkeaseosetanolin bensiiniä pienemmän energiasisällön takia on ajoneuvon polttoaineen ja ilman seossuhteen sekä sytytyksen ajoituksen muututtava etanolipitoisuuden mukaan. Korkea etanolipitoisuus voi johtaa metalliosien kuten polttoainetankin korroosioon tai tietyistä muovilaaduista valmistettujen muoviosien haurastumiseen. (Motiva, 2019a)

Suomessa liikennekäyttöön suunnattu etanoli on joko korkeaseosetanolia (E85) tai sitä käytetään fossiilisen bensiinin biokomponenttina jakeluvelvoitteen täyttämiseksi ja polttoaineen käytöstä syntyvien päästöjen vähentämiseksi. Etanolin toimiessa seoskomponenttina on sen pitoisuus korkeintaan 10 til-%, jos kyseessä on 95 E10-bensiini. (E10-bensiini, 2019)

Valtio pyrkii edistämään korkeaseosetanolin liikennekäyttöä muuntotuella, minkä edellytyksenä on ajoneuvon muuttaminen etanolille soveltuvaksi. Tukea on mahdollista saada vuoden 2021 loppuun asti ja tuen määrä on 200 euroa. (Finlex, 2019b)

4.4 Haasteet

Suomen markkinoilla ei tällä hetkellä ole laisinkaan korkeaseosetanolia polttoaineena hyödyntäviä ajoneuvoja, joten polttoainetta käyttävien ajoneuvojen määrän kasvu johtuu ainoastaan jälkikäteen muunnetuista ajoneuvoista (Autoalan tiedotuskeskus, 2019b). Tämä johtuu valmistajien haasteista saada hyväksytyä flexfuel-ajoneuvoja nykyisiin päästövaatimukseen (Motiva, 2019b). Suomen olosuhteet asettavat myös omat haasteensa korkeaseosetanolin käytölle talviolosuhteissa huonojen kylmäkäynnistysominaisuuksien takia, minkä vuoksi Suomessa myytävään e85-korkeaseosetanoliin lisätään bensiiniä 15 % (Motiva, 2019c).

5 BIOKAASU

Bio- eli metaanikaasua polttoaineena hyödyntävien ajoneuvojen määrä Suomessa on vielä pienehkö, mutta ajoneuvojen määrä on kasvussa. Vuoden 2018 lopulla liikennekäyttöön oli rekisteröitynä noin 1200 pelkästään kaasua käyttävää ajoneuvoa (2017 n. 700 kpl) ja noin 5100 bensiiniä ja kaasua käyttävää ajoneuvoa (2017 n. 2900 kpl) (Traficom, 2019). Kulutuksessa mitattuna biokaasua kulutettiin noin 3,153 miljoonaa kiloa ja fossiilista maakaasua 3,433 miljoonaa kiloa (Aliisa, 2019).

5.1 Tuote

Bensiiniin tai dieseliin verrattavista uusiutuvista nestemäisistä polttoaineista poiketen biokaasua ei ole markkinoilla useina eri tuotteina tai eri brändäyksien alla. Biokaasun koostumus sekä käyttö vastaavat maakaasua ja niiden jakelussa käytetään samoja jakeluasemia. Vaikka tuotteita käyttäessä ei eroa huomaa, on maakaasu kuitenkin fossiilinen polttoaine biokaasun ollessa uusiutuva ja laskennallisesti päästötön.

5.2 Tuotanto

Biokaasun tuotanto perustuu samaan hajoamisprosessiin, joka tapahtuisi orgaaniselle raaka-aineelle luonnollisesti. Prosessissa mikro-organismit hajottavat raaka-ainetta anaerobisissa olosuhteissa, jolloin lopputuotteena syntyy metaania ja hiilidioksidia. Hajoaminen tapahtuu neljässä eri vaiheessa, jotka ovat hydrolyysi, fermentaatio, asetogeneesi ja metanogeneesi. Jokainen prosessin osavaihe perustuu eri mikro-organismien toimintaan, ja ne ovat riippuvaisia edellisen vaiheen tuotteesta. (Deublein ja Steinhauser, 2008 s.93)

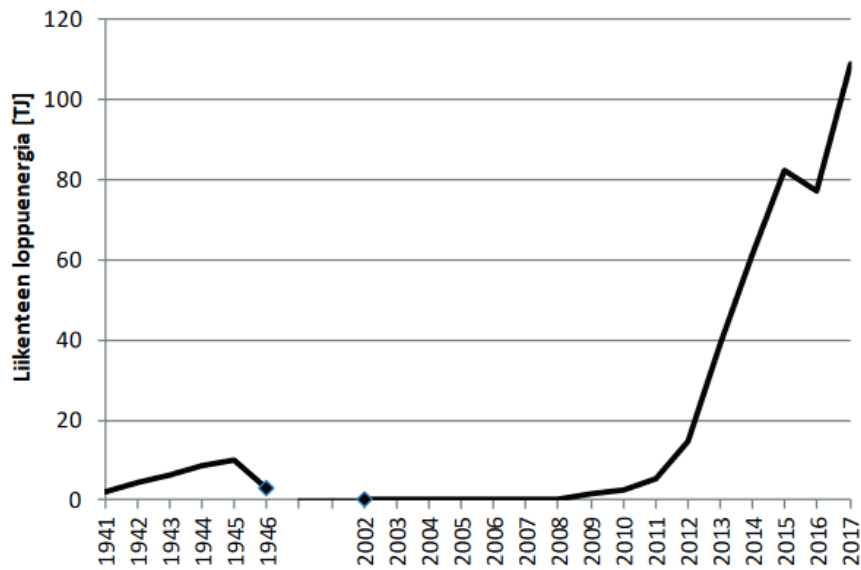
Raaka-aineeksi biokaasun tuotantoon kelpaa teoriassa mikä tahansa orgaaninen aines, joka sisältää proteiineja, hiilihydraatteja sekä lipidejä. Monet raaka-aineeksi sopivista biomassoista ovat maatalouden, yhdyskunnan tai teollisuuden jätteitä ja sivutuotteita. Käytetyllä raaka-aineella on suora vaikutus lopputuotteen koostumukseen, eli metaanin ja hiilidioksidin suhteeseen. Sekoittamalla eri raaka-aineita keskenään pystytään vaikuttamaan lopputuotteen koostumukseen. (Kymäläinen ja Pakarinen, 2015 s.21-23)

Ennen kuin hajoamisprosessissa syntynyt kaasuseos kelpaa liikennekäyttöön on se jalostettava. Jalostuksessa kaasuseoksesta poistetaan mahdollisimman paljon hiilidioksidia, jolloin metaanipitoisuus kasvaa 95-98 %. Jalostetusta biokaasusta käytetään myös nimitystä biometaani. Jalostettu biokaasu vastaa kemialliselta koostumukseltaan maakaasua, jolloin niitä voidaan hyödyntää samoilla teknologioilla ja hyödyntää samaa jakeluverkkoa. (Kymäläinen ja Pakarinen, 2015)

Biokaasun tuotanto Suomessa vuonna 2017 oli 172,2 milj. m³, josta 99,9 milj. m³ tuotettiin reaktorilaitoksilla ja loput kerättiin talteen kaatopaikkalaitoksilla. Merkittävä osa tuotetusta biokaasusta hyödynnetään sähkön- ja lämmön tuotannossa. Kaikkiaan biokaasua hyödynnettiin energiakäytössä 698,6 GWh, mistä liikennekäytön osuus oli noin 30 GWh (noin 109 TJ). (Huttunen *ym.*, 2018 s.8,24)

5.3 Käyttö ja tarvittava teknologia

Biokaasun liikennekäyttö on kasvanut kuluneella vuosikymmenellä merkittävästi vuosittain, kuten voidaan havaita kuvasta 2. Yksi merkittäviä syitä kulutuksen kasvuun on raskaan liikenteen lisääntynyt biokaasun kulutus. Esimerkiksi 2017 Vaasan ja Jyväskylän kaupunkibussit alkoivat hyödyntämään polttoaineena biokaasua. Kulutuksen putoaminen 2016 johtui kaasukäyttöisten bussien käytön lopettamisesta Helsingissä. On arvioitu, että kotimaisella biokaasulla voitaisiin kattaa yli 40 % kotimaisen raskaan tieliikenteen energiantarpeesta vuonna 2030, mutta tämä edellyttäisi panostuksia biokaasuliiketoimintaan ja jakeluverkon kattavuuteen. (Aro *ym.*, 2018, Huttunen *ym.*, 2018)



Kuva 2 Biokaasun kulutus liikenteessä (Huttunen *ym.*, 2018)

Kuten korkeaseosetanoli, vaatii myös biokaasun hyödyntäminen ajoneuvossa joko sitä varten suunnitellun ajoneuvon tai ajoneuvon muuntamisen jälkikäteen biokaasun käytölle soveltuvaksi. Kummassakin tapauksessa ajoneuvossa on paineistettu kaasusäiliö sekä kaasun käyttämiseksi soveltuva polttoainejärjestelmä, joka mahdollistaa sekä bio- että maakaasun käytön. (Gasum, 2019a)

Ajoneuvon polttoainejärjestelmän rakenne määräytyy sen perusteella, käyttääkö ajoneuvo pelkkää kaasua vai kaasua ja bensiiniä. Pelkästään metaanikaasua hyödyntävässä ajoneuvossa on vain yksi, kaasulle tarkoitettu polttoainejärjestelmä. Tällaisessa autossa on myös mahdollista hyödyntää suurempaa puristussuhdetta hyötysuhteen ja polttoainetalouden parantamiseksi. Kaasua ja bensiiniä hyödyntävässä ajoneuvossa on kaksi rinnakkaista polttoainejärjestelmää, jolloin ajoneuvon käyttäminen on mahdollista myös kaasujakeluverkon ulkopuolella bensiinillä. (Motiva, 2019d)

Yleisimmin liikennekäytössä olevaa biokaasua käytetään paineistettuna, jolloin siitä käytetään nimitystä CBG (Compressed BioGas). Kaasun paine riippuu sen käyttökohteesta. Raskaille ajoneuvoille on mahdollista käyttää 250 barin

varastointipainetta, muun liikenteen käyttäessä 200 barin painetta. Muita vaihtoehtoja ovat myös nestemäinen biokaasu LBG sekä adsorboitu tai absorboitu biokaasu ABG. Jälkimmäisessä biokaasu varastoidaan johonkin väliaineeseen, mikä mahdollistaa sen varastoinnin kiinteänä. Teknologia ei kuitenkaan ole yleisessä käytössä. (Kymäläinen ja Pakarinen, 2015)

Bio- ja maakaasun käytön edistämiseksi on mahdollista saada 1000€ muuntotuki vuoden 2021 loppuun asti, mikäli muuntaa autonsa joko pelkästään tai osittain kaasukäyttöiseksi. Tuen saamiseksi ei ole merkitystä hyödyntääkö kuluttaja bio- vai maakaasua (Finlex, 2019b). Tuki ei riitä kattamaan kaasumuunnoksen kokonaiskustannuksia, jotka vaihtelevat 2000€ ja 4000€ välillä ajoneuvon moottorityypin mukaan (Terra Gas Finland Oy, 2019).

5.4 Haasteet

Merkittävin haaste biokaasun liikennekäytölle on sitä hyödyntävän ajoneuvokaluston määrä ja määrän kehitys, koska biokaasua ei voida hyödyntää fossiilisten polttoaineiden biokomponenttina kuten bensiini- ja dieselverrannaisia uusiutuvia polttoaineita. Ajoneuvojen määrän kasvuun vaikuttaa suuresti jakeluverkon kattavuus ja laajentuminen, mikä mahdollistaisi kaasujoneuvon hyödyntämisen laajemmalla alueella. Vaikka monissa kaasujoneuvoissa on myös mahdollisuus hyödyntää bensiiniä, ovat toimintamatkat usein bensiinillä lyhyehköjä.

6 JAKELUVERKKO

Suomen fossiilisten liikennepolttoaineiden jakeluverkko on koko maan kattava, mikä mahdollistaa nestemäisten uusiutuvien polttoaineiden jakelun toteuttamisen suhteellisen helposti. Biokaasu sen sijaan edellyttää täysin uuden jakeluverkon, koska aiempaa jakeluinfraa ei ole olemassa koko maan kattavasti.

Nesteen My-dieseliä on tällä hetkellä saatavissa Suomessa 51 asemalta, joista pohjoisin sijaitsee Rovaniemellä. Jakeluverkko on painottunut kuitenkin voimakkaasti Helsingin alueelle sekä pääteiden varsille (Neste, 2019d). Nesteestä poiketen UPM:n BioVernoa on jakelussa ainoastaan fossiilisen dieselin seoskomponenttina, esimerkiksi ABC:n Smart Diesel ja St1:n Diesel Plus tuotteissa (St1, 2019d, UPM, 2019e). Teboilin Green+ on jakelussa neljällä ammattiliikenteen käyttöön suunnatulla asemalla (Teboil, 2019).

Työssä käsiteltävistä polttoaineista laajin jakeluverkko on korkeaseosetanolilla. St1:n RE85-tuote on jakelussa yhteensä 54 asemalla, joista 15 on Shell-asemia ja loput St1-asemia. ABC:n Eko 85-tuotetta on jakelussa 92 ABC-aseamalla. Yhteensä E85-polttoaineita on siis jakelussa 146 asemalla Suomessa. (ABC, 2019, St1, 2019e)

Biokaasun jakelu asiakkaille voi tapahtua joko sertifiointijärjestelmän perusteella tai puhtaana biokaasuna sitä varten tarkoitetuilta asemilta. Biokaasusertifikaattijärjestelmässä asiakkaalle myyty tuote ei ole puhtaasti biokaasua, vaan biokaasun ja maakaasun seosta. Sen sijaan asiakkaan ostaessa biokaasua järjestelmän perusteella syötetään kaasuverkkoon myytyä määrää vastaava määrä biokaasua. Järjestelmä on Gasumin ylläpitämä ja siihen voivat liittyä lisäksi niin biokaasun tuottajat kuin kuluttajatkin. Järjestelmän etuna on sen tuoma joustavuus biokaasun jakeluun, koska se mahdollistaa biokaasun jakelun, vaikka jakeluasemalla ei olisikaan erillistä biokaasusäiliötä. Tällä hetkellä Suomessa on toiminnassa 44 henkilöliikenteelle ja 7 raskaalle liikenteelle tarkoitettua kaasunjakeluasemaa. (Gasum, 2019b, 2019c, 2019d)

Energiavirasto järjesti syyskuussa 2019 tukikilpailituksen sähkö- ja kaasuajoneuvojen lataus- ja tankkausverkoston laajentamiseksi. Tukea oli mahdollista saada kaasun siirto- ja jakeluverkon ulkopuolelle toteutettavalle biokaasun tankkausasemalle, ja tätä tukea varten oli jätetty yhteensä 16 hakemusta. Tarjousten yhteenlaskettu tukimäärä oli 3 542 670 euroa, kun tukea oli mahdollista antaa 1 500 000 euroa. Energiavirasto valitsee hakemuksista kannattavimmat, jolle se myöntää tuen. (Energiavirasto, 2019a, 2019b)

7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Poliittiset päätökset määrittävät pitkälti niin fossiilisten kuin uusiutuvien polttoaineiden tulevaisuutta. Tehdyt päätökset, kuten jakeluelvoitelaki, määrittelee jo konkreettisesti uusiutuvien liikennepolttoaineiden tulevaisuutta, kun taas alla esiteltävät poliittiset ohjelmat antavat suuntaviivoja tuleville poliittisille päätöksille.

7.1 Keskipitkän aikavälin politiikka

2017 julkaistussa Ympäristöministeriön raportissa *Valtionneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030* määritellään Suomen keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikka päästökaupan ulkopuoliselle eli taakanjakosektorille. (Ympäristöministeriö, 2017)

Raportissa on arvioitu liikenteen päästökehitystä raportin kirjoitushetken ajankohtana (2017), joten arvioissa saattaa olla eroja tänä päivänä tehtyihin. Raportin julkaisun jälkeen esimerkiksi siinä ehdotettu biopolttoaineiden jakeluelvoitteen vuosittainen kasvattaminen on kirjattu lakiin, kuten se 2. kappaleessa on esitelty. Tätä ei ole huomioitu päästövähennämien laskennassa, jossa biopolttoaineiden osuutena on pidetty vuoden 2020 jakeluelvoitetta eli 20 % sisältäen tuplalaskennan. Liikenteen päästövähennämien lasketaan koostuvan biopolttoaineiden käytön lisääntymisestä, autokannan uudistumisesta ja samalla ominaispäästöjen pienenemisestä sekä sähköautojen yleistymisestä. Raportissa mainitaan myös, että raskaan liikenteen kuljetuskokojen kasvattamisella parannettaisiin raskaan liikenteen energiatehokkuutta sekä polkupyöräilyn ja julkisen liikenteen osuuden kasvattaminen liikennesuoritteissa. (Ympäristöministeriö, 2017)

Lisätoimenpiteinä päästöjen vähentämiseksi tieliikenteessä raportissa mainitaan kolme erilaista keinoa: fossiilisten polttoaineiden korvaaminen, ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen sekä liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen. Näistä kaksi ensimmäistä on merkittäviä uusiutuvien liikennepolttoaineiden kannalta. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen tapahtuu käytännössä joko uusiutuvilla polttoaineilla tai sähköistämällä autokantaa. Raportissa

esitetään, että pidemmällä aikavälillä henkilöautokantaa pyritäisiin ensisijaisesti sähköistämään, jotta uusiutuvien polttoaineiden käyttöä voitaisiin painottaa raskaan liikenteen ohella myös lento- ja laivaliikenteeseen. Ajoneuvokannan energiatehokkuus paranisi EU:n asettamien päästörajoitteiden myötä, mutta lisäksi tuettaisiin ajoneuvojen muuttamista joko kaasu- tai etanolikäyttöisiksi. Kyseinen tukijärjestelmä on käytössä vuoden 2021 loppuun. Fossiilisten polttoaineiden korvaamisen päästövähennykseksi arvioidaan 1,5 Mt CO₂-ekv. ja ajoneuvokannan energiatehokkuuden parantamisen puolestaan 0,6 Mt CO₂-ekv. vuoteen 2030 mennessä. (Ympäristöministeriö, 2017)

7.2 Hiiletön liikenne 2045

Liikenne- ja viestintäministeriön alainen Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmä julkaisi syyskuussa 2018 *Hiiletön liikenne 2045 – polkuja päästöttömään tulevaisuuteen* -väliraportin ja joulukuussa 2018 edellisen raportin pohjalta tehdyn *Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045*-loppuraportin. Näistä ensimmäisessä esitettiin kolme skenaariota (BIO, TEKNO ja PALVELU), joiden mukaisesti Suomen liikennejärjestelmä voisi kehittyä tulevaisuudessa. BIO-skenaariossa uusiutuvilla polttoaineilla on kaikkein suurin merkitys liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Skenaariossa biokaasun kulutuksen kasvu on kuitenkin oletettu pieneksi, koska BIO-polussa autokannan oletetaan uudistuvan hitaasti, jolloin biokaasua käyttävä autokanta ei kasvaisi merkittävästi. Tämän takia bensiiniin ja dieseliin verrattavien uusiutuvien polttoaineiden oletetaan vastaavan suurelta osin liikenteen päästövähennyksestä. Raportissa oletetaan, että 2045 biopolttoaineiden osuus kulutuksesta on 100 %. Kuvattua polkua ei kuitenkaan pidetä toteuttamiskelpoisena biopolttoaineiden rajoitusten ja korkeaksi jäävän energiantarpeen takia. TEKNO-polussa sen sijaan oletettiin biokaasun liikennekäytön yleistyvän merkittävästi sähkön ja vedyn rinnalla ajoneuvojen teknologisen kehityksen myötä. PALVELU-polussa pyritäisiin hiilettömyyteen ensisijaisesti vähentämällä liikennesuoritetta siirtämällä tieliikenteen painopistettä julkiseen liikenteeseen ja muihin liikkumismuotoihin sekä tehostamalla tavaraliikennettä. (Särkijärvi *ym.*, 2018a)

Loppuraportissa yhdistettiin väliraportin kolmesta eri polusta toteuttamiskelpoisimmat keinot yhdeksi yhtenäiseksi toimenpideohjelmaksi. Uusiutuvien polttoaineiden osalta raportissa esitettiin, että vuoden 2030 jälkeen biopolttoaineiden absoluuttinen määrä liikenteessä ei enää kasvaisi, vaan liikenteen kokonaisenergian kulutus kääntyisi laskuun. Tämän takia 2045 100 % liikenteen kuluttamista polttoaineista olisivat biopohjaisia. Tavoite perustellaan biopolttoaineiden raaka-aineiden rajallisella saatavuudella, minkä takia ei ole mahdollista korvata kaikkia liikennepolttoaineita biopohjaisilla jos nykyinen energiantarve pysyisi ennallaan. Kotimaisen biokaasun liikennekäytön lisääminen on myös merkittävässä roolissa raportin mukaan tavoitteen täyttämiseksi. Raportissa esitetään myös muita toimenpiteitä, kuten fossiilisten polttoaineiden verotuksen kiristämistä sekä uusien bensiini- ja dieselkäyttöisten autojen myynnin kieltämistä viimeistään 2035 kokonaispäästöjen vähentämiseksi. (Särkijärvi *ym.*, 2018b)

8 YHTEENVETO

Suomessa tieliikenteen päästöt ovat noin viidenneksen kokonaispäästöistä ja noin 40 % päästökaupan ulkopuolisista päästöistä, joten vähennyspotentiaalia niissä on merkittävästi. Maamme matalan väestötiheyden ja pitkien välimatkojen takia niin henkilö- kuin tavaraliikenteelläkin on merkittävä rooli yhteiskunnan toiminnan kannalta, joten päästöjen vähentämiseksi on löydettävä keinoja, jotka mahdollistavat kuitenkin yhteiskunnan toiminnan jatkumisen.

Päästöjen vähentämiseksi on vähennettävä fossiilisten polttoaineiden kulutusta, mikä voidaan toteuttaa pienentämällä ajoneuvokannan ominaispäästöjä teknologian kehityksellä, vähentämällä liikennesuoritetta ja tehostamalla liikkumista sekä vaihtoehtoisten käyttövoimien osuutta kasvattamalla. Liikennekäyttöön soveltuvia vaihtoehtoisia käyttövoimia ovat esimerkiksi sähkö, vety ja uusiutuvat polttoaineet. Sähkön ja vedyn osuus tulee tulevaisuudessa olemaan varmasti merkittävä, mutta päästöjen vähentämiseksi nopealla aikataululla on uusiutuvien liikennepolttoaineiden käytöllä merkittävä vaikutus.

Tieliikennekäytössä olevat uusiutuvat polttoaineet voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri kategoriaan: bensiiniin tai dieseliin verrattavissa oleviin sekä biokaasuun. Yleisin bensiiniin verrattavissa oleva polttoaine on etanoli, jota käytetään yleisesti fossiilisen bensiinin biokomponenttina. Etanolia on saatavilla myös korkeaseospolttoaineena, jossa 85 % polttoaineena on etanolia. Vaihtoehtona etanolille on uusiutuva nafta, jota myös voidaan hyödyntää fossiilisen bensiinin biokomponenttina.

Dieseliin verrattavat polttoaineet ovat joko perinteistä biodieseliä (FAME) tai uusiutuvaa dieseliä (HVO). FAMEa käytetään fossiilisen dieselin biokomponenttina, mutta sen käytölle on teknisiä rajoitteita. HVO-dieseliä voidaan hyödyntää ilman sekoiterajoitteita, mikä mahdollistaa sen hyödyntämisen myös omana tuotteenaan. Tätä rajoittaa kuitenkin vielä ajoneuvovalmistajien puutteelliset hyväksynnät, sillä fossiilisen dieselin ja uusiutuvan dieselin standardit eroavat toisistaan joissain määrin.

Biokaasu on orgaanisen aineksen hajoamisessa syntyvää metaanin ja hiilidioksidin seosta, jota voidaan jalostettuna hyödyntää liikennekäytössä. Jalostettu biokaasu vastaa koostumukseltaan fossiilista maakaasua. Tämä mahdollistaa biokaasun jakelun jo olemassa olevan maakaasuverkon ja sertifikaattijärjestelmän avulla, jossa kaasuverkkoon syötetään ostoa vastaava määrä biokaasua.

Uusien polttoaineiden käytön mahdollistamiseksi tulee niiden jakeluverkon oltava tarpeeksi kattava. Tällä hetkellä kattavin jakeluverkko on korkeaseosetanolilla, jonka jakelu tapahtuu 146 asemalla. Uusiutuvaa dieseliä on saatavilla 55 asemalta, mutta kumpaakin edellä mainituista käytetään myös fossiilisten polttoaineiden biokomponentteina. Jakeluverkon laajentaminen on myös suhteellisen helppoa, koska vanhaa jakeluinfraa voidaan soveltaa tuotaessa markkinoille uusia tuotteita. Kuten myös edellä mainittuja tuotteita, on biokaasua jakelussa puhtaana biokaasuna sekä fossiiliseen maakaasuun sekoitettuna. Jälkimmäisessä jakelumuodossa hyödynnetään sertifikaattijärjestelmää, jossa kulutuksen perusteella olemassa olevaan maakaasuverkkoon syötetään biokaasua. Toiminnassa olevia biokaasun jakeluasemia on yhteensä 51.

Uusiutuvien liikennepolttoaineiden suhteellinen osuus tulee lisääntymään vuoteen 2030 asti, jolloin jakeluelvoitelain mukaisesti 30 % myydyistä liikennepolttoaineista tulisi olla biopohjaisia. Tätä pidemmälle tulevaisuutta ei ole vielä määritetty, mutta Liikenne- ja viestintäministeriön toimenpideohjelmassa biopolttoaineiden absoluuttinen määrä ei enää kasvaisi vuoden 2030 jälkeen, ollen kuitenkin 2045 100 % liikenteessä käytetyistä polttoaineista. Tieliikenteen kokonaisenergian kulutuksen tulisi siis kääntyä laskuun sekä muiden vaihtoehtoisen polttoaineiden, kuten sähkön, yleistyä.

LÄHDELUETTELO

- ABC (2019). Eko E85 | Polttoaineet | FI | ABC-asemat. URL: <https://www.abcasemat.fi/fi/polttoaineet/eko-e85> [Viitattu 12 loka 2019].
- Aliisa (2019). URL: http://lipasto.vtt.fi/aliisa/aliisa_tulokset.htm [Viitattu 30 syys 2019].
- Aro, K., Rautiainen, A., Talus, K., Pääkkönen, A., Aalto, P., Kojo, M., ja Rönkkö, T. (2018). *Voiko raskas tieliikenne siirtyä biokaasuun?* EL-TRAN konsortio.
- Autoalan tiedotuskeskus (2019a). Autoalan green deal -ilmastosopimus - Autoalan Tiedotuskeskus. URL: http://www.aut.fi/ymparisto/autoalan_green_deal_-ilmastosopimus [Viitattu 25 syys 2019].
- Autoalan tiedotuskeskus (2019b). Käyttövoimat - Autoalan Tiedotuskeskus. URL: <http://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/kayttovoimat> [Viitattu 13 loka 2019].
- Deublein, D. ja Steinhäuser, A. (2008). *Biogas from waste and renewable resources*. Weinheim: Wiley cop. 2008.
- E10-bensiini (2019). E10-bensiini – Tarkista nyt sopivuus autoihin, moottoripyöriin, veneisiin ja pienkoneisiin! - E10. URL: <https://www.e10bensiini.fi/> [Viitattu 22 loka 2019].
- Energiavirasto (2019a). Liikenteen infratuki - Energiavirasto. URL: <https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki> [Viitattu 22 loka 2019].
- Energiavirasto (2019b). Runsaasti tarjouksia liikenteen infrastruktuurituen tarjouskilpailussa - Tiedote - Energiavirasto. URL: https://energiavirasto.fi/tiedote/-/asset_publisher/runsaasti-tarjouksia-liikenteen-infrastruktuurituen-tarjouskilpailussa [Viitattu 22 loka 2019].
- Finlex (2019a). Laki biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä 446/2007. URL: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070446#L2P5b> [Viitattu 18 loka 2019].
- Finlex (2019b). Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta ja sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuesta sekä henkilöautojen kaasu- tai etanolikäyttöisiksi muuntamisen tuesta 971/2017. URL: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170971> [Viitattu 22 loka 2019].
- Gasum (2019a). Bensa-auton muuntaminen kaasukäyttöiseksi | Gasum. URL: <https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasuauto/kaasuauton-hankinta/bensa-auton-muuntaminen-kaasukayttoiseksi/> [Viitattu 29 syys 2019].

- Gasum (2019b). Vaikuta valitsemalla biokaasu | Gasum. URL:
<https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/sertifikaattijarjestelma/> [Viitattu 23 loka 2019].
- Gasum (2019c). Lisätietoa biokaasusertifikaateista | Gasum. URL:
<https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/sertifikaattijarjestelma/lisatietoa-biokaasusertifikaateista/> [Viitattu 23 loka 2019].
- Gasum (2019d). Kaasutankkausasemat Suomessa | Gasum. URL:
<https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/> [Viitattu 23 loka 2019].
- Huttunen, M.J., Kuittinen, V., ja Lampinen, A. (2018). *Suomen biokaasulaitosrekisteri N:o 21*. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto.
- Kymäläinen, M. ja Pakarinen, O. (2015). *Biokaasuteknologia*. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Lipasto (2019). Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. URL: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/co2ekvs.htm> [Viitattu 25 syys 2019].
- Markkinaoikeus (2019). MAO:866/15 - Markkinaoikeus. URL:
<https://www.markkinaoikeus.fi/fi/index/paatokset/teollisjatekijanoikeudellisetasiat/teollisjatekijanoikeudellisetasiat/1449140280611.html> [Viitattu 25 syys 2019].
- Motiva (2019a). Flexfuel eli etanoli-bensiiniauto - Motiva. URL:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisa_asti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/flexfuel_eli_etanoli-bensiiniauto [Viitattu 14 loka 2019].
- Motiva (2019b). Flexfuel- eli korkeaseosetanoliauto - Motiva. URL:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisa_asti/valitse_auto_viisaasti/autotyypit/flexfuel-eli_korkeaseosetanoliauto [Viitattu 13 loka 2019].
- Motiva (2019c). Korkeaseosetanoli E85 - Motiva. URL:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisa_asti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/korkeaseosetanoli_e85 [Viitattu 22 loka 2019].
- Motiva (2019d). Kaasuatot - Motiva. URL:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisa_asti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/kaasuatot [Viitattu 14 loka 2019].

- Neste (2019a). Mitä eroa on uusiutuvalla dieselillä ja biodieselillä? | Neste. URL: <https://www.neste.fi/artikkeli/mita-eroa-uusiutuvalla-dieselilla-ja-biodieselilla> [Viitattu 23 syys 2019].
- Neste (2019). *Nesteen vuosikertomus 2018*.
- Neste (2019b). Uusiutuvat raaka-aineet | Neste. URL: <https://www.neste.com/fi/puhtaammat-ratkaisut/tuotteet/uusiutuvat-polttoaineet/uusiutuvat-raaka-aineet> [Viitattu 25 syys 2019].
- Neste (2019c). Neste MY uusiutuva bensiini™ | Neste. URL: <https://www.neste.com/fi/puhtaammat-ratkaisut/tuotteet/uusiutuvat-polttoaineet/neste-my-uusiutuva-bensiini> [Viitattu 12 loka 2019].
- Neste (2019d). Neste maps | Neste. URL: https://www.neste.fi/asetat?orig=&dest=&field_geofield_distance%5Borigin%5D=&field_station_tuotteisto_value_9%5B1%5D=1 [Viitattu 22 loka 2019].
- Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S., ja Lohko-Soner, K. (2018a). *Hiiletön liikenne 2045 – polkuja päästöttömään tulevaisuuteen*. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S., ja Lohko-Soner, K. (2018b). *Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti*. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- SFS-EN 15940:2016 (2019).
- SFS-EN 590:2013 (2017).
- Sipilä, E., Kiuru, H., Jokinen, J., Saare-, J., Tamminen, S., Laukkanen, M., Palo-, P., Nylund, N., ja Sipilä, K. (2018). *Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030*. Valtioneuvoston kanslia.
- St1 (2019a). RED95 kuljettaa puhtaammin - St1. URL: <https://www.st1.fi/yrityksille/red95-kuljettaa-puhtaammin> [Viitattu 28 syys 2019].
- St1 (2019b). RE85 -polttoaine on ympäristöystävällisempi valinta - St1. URL: <https://www.st1.fi/yksityisille/tuotteet-ja-palvelut/polttonesteet/bensiinit-ja-re85/re85> [Viitattu 12 loka 2019].
- St1 (2019c). Advanced fuels from waste - St1. URL: <https://www.st1.eu/about-st1/company-information/areas-operations/advanced-fuels-waste> [Viitattu 14 loka 2019].
- St1 (2019d). Uudistunut St1 Diesel plus sisältää UPM:n kotimaista uusiutuvaa dieseliä. URL: <https://www.st1.fi/uudistunut-st1-diesel-plus-sisaltaa-upm-n-kotimaista->

uusiutuva-dieselia [Viitattu 22 loka 2019].

St1 (2019e). Huoltoasemat. URL: <https://www.st1.fi/asemahaku/> [Viitattu 24 loka 2019].

Teboil (2019). Teboil Green+ Uusiutuva Diesel / Teboil. URL: <https://www.teboil.fi/tuotteet/diesel/teboil-green-uusiutuva-diesel/> [Viitattu 22 loka 2019].

Tekniikan maailma (2019). Mercedes-Benz ei kelpuuta Neste MY diesel -polttoainetta, Volvo hyväksyy sen vain uusiin autoihin - Tekniikan Maailma. URL: <https://tekniikanmaailma.fi/mercedes-benz-ei-kelpuuta-neste-my-diesel-polttoainetta-volvo-hyvaksyy-sen-vain-uusiin-autoihin/> [Viitattu 25 syys 2019].

Terra Gas Finland Oy (2019). Tuotteet ja hinnat - Terra Gas Finland Oy. URL: <https://terragas.fi/tuotteet-ja-hinnat/> [Viitattu 29 syys 2019].

Traficom (2019). Ajoneuvokannan tilastot | Traficom. URL: <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/ajoneuvokannan-tilastot> [Viitattu 30 syys 2019].

UPM (2019a). UPM Lappeenrannan biojalostamo | UPM Biopolttoaineet. URL: <https://www.upmbiofuels.com/fi/upm-biopolttoaineet/tuotanto/upm-lappeenrannan-biojalostamo/> [Viitattu 14 loka 2019].

UPM (2019b). UPM BioVerno -diesel | UPM Biopolttoaineet. URL: <https://www.upmbiofuels.com/fi/liikennepolttoaineet/upm-bioverno-diesel-polttoaine/> [Viitattu 25 syys 2019].

UPM (2019c). UPM Biopolttoaineet | UPM Biopolttoaineet. URL: <https://www.upmbiofuels.com/fi/upm-biopolttoaineet/> [Viitattu 23 loka 2019].

UPM (2019d). UPM BioVerno -nafta | UPM Biopolttoaineet. URL: <https://www.upmbiofuels.com/fi/liikennepolttoaineet/upm-bioverno-nafta-polttoaine/> [Viitattu 12 loka 2019].

UPM (2019e). ABC-ketjun valikoimaan kotimainen, uusiutuva UPM BioVerno -diesel | UPM Biopolttoaineet. URL: <https://www.upmbiofuels.com/fi/ajankohtaista/uutiset/2015/05/abc-ketjun-valikoimaan-kotimainen-uusiutuva-upm-bioverno--diesel/> [Viitattu 22 loka 2019].

Ympäristöministeriö (2017). *Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 – Kohti ilmastoviisasta arkea*. Ympäristöministeriö.

LIITE 1. LAIN 446/2007 LIITE (16.6.2017/387)

BIOPOLTTOAINEIDEN RAAKA-AINEITA

A osa. Raaka-aineet, joiden vaikutus jakeluelvoitteen saavuttamiseen lasketaan 5 §:n 2 momentin nojalla kaksinkertaisena niiden energiasisältöön verrattuna ja joista tuotetun tai valmistetun biopolttoaineen lasketaan täyttävän jakeluelvoitteen alarajaa 5 §:n 4 momentin 1 kohdan nojalla:

- a) levät, jos ne on tuotettu maalla lammikoissa tai valoreaktoreissa;
- b) sekalaisen yhdyskuntajätteen biomassaosuus, ei kuitenkaan lajiteltu kotitalousjäte, johon sovelletaan yhdyskuntajätteen erilliskeräystä ja kierrätystä koskevia velvoitteita;
- c) kotitalouksista peräisin oleva biojäte ja vastaava jäte, jota koskee jätelain (646/2011) 6 §:n 1 momentin 10 a kohdassa määritelty erilliskeräys;
- d) teollisuusjätteen biomassaosuus, joka ei sovellu käytettäväksi elintarvike- tai rehuketjussa, mukaan lukien raaka-aineet, jotka ovat peräisin vähittäis- ja tukkukaupasta sekä elintarvike- ja rehuteollisuudesta ja kalastus- ja vesiviljelyalalta, lukuun ottamatta B osassa mainittuja raaka-aineita;
- e) olki;
- f) eläinten lanta ja jätevesiliete;
- g) palmuöljypuristamoiden jäteliete ja tyhjät palmuhedelmätartut;
- h) mäntypiki;
- i) raaka glyseroli;
- j) sokeriruokojäte;
- k) rypäleiden puristejäännökset ja viinisakka;
- l) pähkinäkuoret;
- m) kuoret;
- n) tähkät, joista on poistettu maissinjyvät;
- o) metsätalouden ja siihen perustuvan teollisuuden jätteistä ja tähteistä saatava biomassaosuus, kuten puunkuori, oksat, esikaupalliset harvennukset, lehdet, neulaset, latvukset, sahanpuru, kutterilastut, mustalipeä, ruskealipeä, kuituliete, ligniini ja mäntyöljy;
- p) muiden kuin ruokakasvien selluloosa eli pääasiassa sellainen selluloosasta ja hemiselluloosasta koostuvaa raaka-aine, jonka ligniinipitoisuus on alhaisempi kuin lignoselluloosassa, mukaan lukien ravinto- ja rehuosien tähteet, tärkkelyspitoisuudeltaan alhaiset heinämäiset energiakasvit, teollisuustähteet ja biojätteestä peräisin oleva raaka-aine;
- q) muu lignoselluloosa eli ligniinistä, selluloosasta ja hemiselluloosasta koostuva raaka-aine, kuten metsistä, puumaisista energiakasveista sekä puunjalostusteollisuuden tähteistä ja jätteistä saatava biomassa, lukuun ottamatta sahatukkeja ja vaneritukkeja.

B osa. Raaka-aineet, joiden vaikutus jakeluelvoitteen saavuttamiseen lasketaan 5 §:n 2 momentin nojalla kaksinkertaisena niiden energiasisältöön verrattuna:

- a) käytetty ruokaöljy;
- b) eläinrasvat, jotka on luokiteltu muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveysnäköistä sekä asetuksen (EY) N:o 1774/2002 kumoamisesta (sivutuoteasetus) annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1069/2009 mukaisesti luokkiin 1 ja 2.