

# Bioetanolin liikennekäytön kehittäminen

E85-muutossarjan testaus

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristöteknologia  
Energia  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Iida Hollmén

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristöteknologia

HOLLMÉN, IIDA:

Bioetanolin liikennekäytön  
kehittäminen  
E85-muutossarjan testaus

Energia suuntautumisvaihtoehdon opinnäytetyö, 70 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

---

Bioetanolin liikennekäytön lisääminen ja kehittäminen on ajankohtaista, jotta liikenteen päästöjen vähentämiseen kohdistuvat tavoitteet saavutettaisiin. Tavallisessa bensiiniautossa voidaan alkaa käyttää bioetanolipohjaista E85-polttoainetta tekemällä autoon etanolikonversio, jossa ajoneuvoon asennetaan E85-muutossarja.

Opinnäytetyö on laadittu Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK ry:lle, joka kiinnostui tarjoamaan jäsenilleen etanolikonversion edulliseen jäsenhintaan. MTK kokosi testiryhmän testaamaan E85-polttoaineen käyttöön siirtymistä. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko muutossarjan asennus ja E85-polttoaineella ajo taloudellisesti kannattavaa tavalliselle autoilijalle sekä aiheuttaako tekninen toimivuus muutostarpeita ajo- ja käyttötottumuksiin.

Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee liikenteen biopolttoaineita ja niihin liittyvää verotusta sekä pohtii biopolttoaineiden haasteita ja tulevaisuutta keskittyen Suomen tilanteeseen. Lisäksi kerrotaan muutossarjan asennuksesta ja toiminnasta sekä etanolikonversion jälkeen ajoneuvolle tehtävästä muutokatsastuksesta. Tutkimusosuudessa on analysoitu testiryhmän kokemuksia, laskettu testiryhmän ajopäiväkirjojen pohjalta taloudellista kannattavuutta ja tehty herkkyystarkasteluja taloudelliseen kannattavuuteen.

Tulokseksi saatiin, että testaajat kokivat E85-polttoaineen käyttämisen helppona ja hyvänä vaihtoehtona. Testiryhmän keskiarvoista laskettujen tulosten perusteella muutossarjan hankinta osoittautui myös taloudellisesti kannattavaksi vaihtoehdoksi. Suuria säästöjä korkeaseosetanolilla ajettaessa ei testiryhmän keskiarvojen perusteella saavuteta ja kannattavuus on altis etanolikonversion ja polttoaineen hinnan sekä verotuksen muutoksille. Ympäristöystävällisemmän polttoaineen ja kotimaisen työn arvostajalle siirtyminen bioetanolin käyttöön on kuitenkin kannattava muutos, josta bonuksena voi saada hieman säästöä polttoainekuluissa.

Asiasanat: biopolttoaineet, bioetanol, E85, etanolikonversio, muutossarja

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

HOLLMÉN, IIDA:

Developing the use of  
bioethanol in traffic  
Testing the E85 conversion kit

Bachelor's Thesis in Environmental Technology, 70 pages, 2 pages of  
appendices

Spring 2017

ABSTRACT

---

It is essential to increase and develop the use of bioethanol in traffic, in order to accomplish the goals of reducing traffic emissions. One may start to use bioethanol-based E85 fuel in ordinary gasoline-driven cars by making an ethanol conversion in which the vehicle is installed with an E85 conversion. This thesis was commissioned by The Central Union of Agricultural Producers and Forest Owners (MTK), which was interested in offering its members the ethanol conversion at an inexpensive price. MTK assembled a test crew to test the transition into using E85 fuel. The goal of the thesis was to examine whether installing the conversion and driving with E85 fuel would be cost-effective for a regular car user and whether the technical functionality would require a change in the habits of driving and using the vehicle.

The theory part of the thesis deals with bio-fuels in traffic and related taxation. It also reflects on the challenges and future of bio-fuels, focusing on the situation in Finland. In addition, the thesis deals with the installation of the modification and the inspection made to the vehicle after ethanol conversion. In the empirical part there is an analysis of the experiences of the group of people testing the modification, calculations of the cost-effectiveness based on their drive-journals, and a sensitivity analysis for cost-effectiveness.

The outcome shows that the people testing the modification experienced using E85 fuel as an easy and good alternative. Based on the results calculated by using the mean value of variates from the test group's drive-journals, acquiring the modification was also found to be an economically worthwhile option. The gained savings of using high-alloy ethanol when driving will not be great, according to the test group's averages, and cost-effectiveness is sensitive to changes in the price of ethanol-conversion and fuel as well as in taxation. Nevertheless, transition into using bioethanol is worthwhile for one who values a more environment-friendly fuel and domestic labour. As a bonus one can get some moderate savings in fuel expenses.

Key words: bio-fuels, bioethanol, E85, ethanol conversion, conversion kit

## SISÄLLYS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | JOHDANTO   | 1  |
| 2   | BIOPOLTTOAINEET  | 3  |
| 2.1 | Biopolttoaineiden määritelmä   | 3  |
| 2.2 | Biopolttoaineiden sukupolvet   | 3  |
| 2.3 | Bioetanoli   | 4  |
| 2.4 | Biodiesel ja uusiutuva diesel  | 7  |
| 2.5 | Biokaasu   | 8  |
| 3   | VEROTUS  | 10 |
| 3.1 | Verotus Suomessa   | 10 |
| 3.2 | Autovero   | 10 |
| 3.3 | Ajoneuvovero   | 11 |
| 3.4 | Valmistevero   | 11 |
| 4   | BIOPOLTTOAINEDEN TUOTANNON HAASTEET JA TULEVAISUUS                   | 14 |
| 4.1 | Energiapolitiikka ja asetetut tavoitteet                             | 14 |
| 4.2 | Tavoitteiden saavuttaminen   | 15 |
| 4.3 | Biopolttoaineiden tuotannon raaka-aineiden kapasiteetti ja kestävyys | 16 |
| 4.4 | Bioetanolin tulevaisuus  | 18 |
| 5   | EFLEXFUEL-MUUTOSSARJAN ASENNUS JA TOIMINTA                           | 21 |
| 5.1 | Muutossarjat   | 21 |
| 5.2 | eFlexFuel-muutossarjan soveltuvuus                                   | 23 |
| 5.3 | eFlexFuel-muutossarjan toiminta                                      | 27 |
| 6   | MUUTOSKATSASTUS  | 30 |
| 6.1 | Muutostarkastuksen vaatimukset ajoneuvolle                           | 30 |
| 6.2 | Muutostarkastuksen vaiheet   | 30 |
| 7   | MUUTOSSARJAN TESTAUS   | 32 |
| 7.1 | Testiryhmä ja heidän autonsa   | 32 |
| 7.2 | Testiryhmän haastattelut   | 33 |
| 7.3 | Ajopäiväkirjat   | 36 |
| 7.4 | Kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset                              | 38 |
| 7.5 | Testitulosten keskiarvot, tulosten vertailu ja analysointi           | 40 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 7.5.1 | Kulutus ja energiasisältöhintaerot                                     | 40 |
| 7.5.2 | Muuttuvat vuosikustannukset  | 44 |
| 7.6   | Herkkyyslaskelmat  | 51 |
| 7.6.1 | Valmisteveron herkkyys   | 51 |
| 7.6.2 | Käyttövoima- ja perusveron herkkyys                                    | 55 |
| 7.7   | Laskelmapohja taloudelliseen kannattavuuteen ja herkkyystarkasteluihin | 57 |
| 8     | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET   | 59 |
| 8.1   | Yhteenveto muutossarjan käyttökokemuksista                             | 59 |
| 8.2   | Yhteenveto taloudellisesta kannattavuudesta                            | 60 |
|       | LÄHTEET  | 64 |
|       | LIITTEET   | 71 |

## 1 JOHDANTO

Liikenteen päästöjen vähentämisessä yksi keino on panostaa biopolttoaineiden käytön kasvattamiseen. Biopolttoaineista bioetanolin käytön lisääminen henkilöautoissa on verrattain edullinen vaihtoehto päästöjen vähentämiseen. Bioetanolipohjaisia polttoaineita on mahdollista käyttää tehdasvalmisteisissa flexfuel-autoissa, mutta myös tavalliseen bensiiniautoon voidaan tehdä etanolikonversio, joka mahdollistaa bioetanolin käytön.

Etanolikonversiossa autoon asennetaan E85-muutossarja, jonka jälkeen ajoneuvosta tulee flexfuel eli siihen voi bensiinin lisäksi tankata bioetanolia sisältävää korkeaseosetanolia sekä muita bensiinilaatuja. Etanolikonversioita on tehty aiemmin Suomessa suhteellisen vähän, mikä johtui kalliista muutokatsastuksesta, jonka Trafi vaatii bioetanolia käyttämään muutetuille ajoneuvoille. Lokakuussa 2015 Trafi kuitenkin helpotti autojen muutokatsastusta, jolloin etanolikonversion tekeminen ennen 1.1.2007 käyttöönotettuun henkilöautoon muuttui aiempaa huomattavasti edullisemmaksi.

Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto MTK ry kiinnostui muutokatsastuksen helpottumisen myötä mahdollisuudesta tarjota jäsenilleen etanolikonversion edulliseen jäsenhintaan, jolloin jäsenet voisivat ajaa pääosin kotimaisista raaka-aineista valmistetulla polttoaineella. MTK kokosi testiryhmän testaamaan korkeaseosetanoliin siirtymistä. Testaajilta keräämieni tietojen pohjalta olen opinnäytetyössäni selvittänyt, onko muutossarjan asennus ja korkeaseosetanolilla ajo taloudellisesti kannattavaa tavalliselle autoilijalle sekä aiheuttaako tekninen toimivuus muutostarpeita ajo- ja käyttötottumuksiin.

Kerron opinnäytetyöni teoriaosuudessa liikenteen biopolttoaineista ja niihin liittyvästä verotuksesta, joiden ymmärrys on tutkimuksen kannalta olennaista. Lisäksi pohdin biopolttoaineiden haasteita ja tulevaisuutta keskittyen Suomen tilanteeseen. Teoriaosuus keskittyy ensisijaisesti bioetanoliin, joka on testauksessa suuressa roolissa. Kerron muutossarjan

asennuksesta ja toiminnasta sekä etanolikonversion jälkeen ajoneuvolle tehtävästä muutokatsastuksesta.

Tutkimusosuudessa olen analysoinut testiryhmän kokemuksia, laskenut testiryhmän ajopäiväkirjojen pohjalta taloudellista kannattavuutta ja tehnyt herkkyystarkasteluja taloudelliseen kannattavuuteen. Kerron, miten olen kannattavuuslaskelmat suorittanut, millaiset tulokset testauksesta sain ja mitä johtopäätöksiä niistä voidaan vetää. Lisäksi esittelen tekemiäni herkkyystarkasteluita. Päästöjen vähenemisen olen jättänyt arvioimatta, koska se ei tämän selvityksen laajuuden huomioiden olisi ollut teknisesti mahdollista.

## 2 BIOPOLTTOAINEET

### 2.1 Biopolttoaineiden määritelmä

Biopolttoaineilla tarkoitetaan biomassasta tuotettuja nestemäisiä tai kaasumaisia polttoaineita, joita käytetään liikenteessä (Laki biopolttoaineista ja bionesteistä 393/2013, 4 §). Biopolttoaineisiin lukeutuu esimerkiksi bioetanoli, biodiesel, biokaasu, biodimetyylieetteri, biobutanoli, biometanoli, bioETBE, bioMTBE, bioTAE, synteettiset biopolttoaineet, puhdas kasviöljy, puukaasu ja biovety (Motiva 2016f). Suomen markkinoilla tärkeimmät biopolttoaineet ovat bioetanolipohjaiset korkeaseosetanolit, biodieselit sekä biokaasu.

Biopolttoaineet valmistetaan biomassasta, jolla tarkoitetaan biologista alkuperää olevia tuotteita, tähteitä ja jätteitä, jotka ovat peräisin maataloudesta, metsätaloudesta ja niihin liittyviltä tuotannonaloilta sekä kalastuksesta ja vesiviljelystä. Lisäksi biomassaa ovat teollisuus- ja yhdyskuntajätteiden biohajoava osuus. (Laki biopolttoaineista ja bionesteistä 393/2013, 4 §.)

### 2.2 Biopolttoaineiden sukupolvet

Liikenteen biopolttoaineet jaotellaan ensimmäisen, toisen ja kolmannen sukupolven polttoaineisiin. Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineilla tarkoitetaan sokeri- ja tärkkelyspitoisista kasveista sekä öljypitoisista kasveista ja bioraaka-aineista valmistettuja polttoaineita. Valmistuksessa käytetään ruoaksi kelpaavia raaka-aineita, joten polttoaine kilpailee ruoantuotannon kanssa. (Motiva 2016f.)

Toisen sukupolven biopolttoaineet valmistetaan kasvi- ja puupohjaisesta selluloosasta sekä jätteistä. Raaka-aineiden ollessa teollisuuden sivuvirtoja ja jätteitä vähentävät toisen sukupolven polttoaineet tehokkaammin päästöjä kuin ensimmäisen sukupolven polttoaineet.



Lisäksi ne ovat fossiilista bensiiniä ja dieseliä korkealaatuisempia. (Motiva 2016f.)

Kolmannen sukupolven biopolttoaineita tullaan valmistamaan uusista raaka-aineista kuten levistä. Nämä polttoaineet ovat kuitenkin vasta kehitteillä eivätkä kaupallistu vielä lähivuosina. (Motiva 2016f.)

### 2.3 Bioetanoli

Vaihtoehtopolttoaineista bioetanoli on tällä hetkellä globaalisti kaikkein yleisin (Motiva 2016e). Lisäksi bioetanoli on maailmanlaajuisesti eniten käytetty ja tunnetuin bensiiniin sekoitettava biokomponentti (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016a).

Suomessa etanolin käyttö osana biopolttoaineita kasvoi vuonna 2011, kun markkinoille tuli 95 E 10 bensiini, joka sisältää enintään 10 prosenttia etanolia. Bioetanoliosuus voi vaihdella ja bioetanolin sijaan saatetaan käyttää myös muita eettereitä ja alkoholeja. (Motiva 2016g; Motiva 2016c.)

Ensimmäisen sukupolven bioetanolia valmistetaan käymisprosessilla sokeri- ja tärkkelyspitoisista aineista, kuten sokeriruo´osta, viljasta, maissista ja perunasta. Maailmanlaajuisesti suurimmat tuottajamaat ovat Yhdysvallat ja Brasilia. Euroopassa bioetanolia tuottavat eniten Ranska, Saksa ja Espanja, joiden pääraaka-aineina ovat sokerijuurikas ja vehnä. Pohjoisen sijainnin vuoksi ensimmäisen sukupolven bioetanolin tuotto ei ole Suomessa kannattavaa. Tämän vuoksi Suomessa keskitytään toisen sukupolven bioetanoliiin, joka valmistetaan elintarvike- ja leipomoteollisuuden biojätteistä ja sivuvirroista sekä kotitalouksien, kauppojen ja teollisuuden biojätteistä ja -tähteistä. Tulevaisuudessa bioetanolia valmistetaan myös puuteollisuuden sivuvirroista. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016a.)

Korkeaseosetanoliksi kutsutaan moottoripolttoainetta, joka sisältää 70-85 % etanolia ja loput bensiiniä. Etanolin määrä riippuu vuodenajasta niin,

että talvisin bensiiniä on enemmän, jolloin kulkuneuvon kylmäkäynnistys helpottuu. Tällainen polttoaine on esimerkiksi E85, jota voi, kuten muitakin korkeaseosetanoleja, käyttää ainoastaan flexfuel-autoissa (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016c). Flexfuel lyhennettynä FFV tarkoittaa autoa, joka toimii bensiinimoottorilla kuten bensiiniauto, mutta siihen voi bensiinin lisäksi tankata missä suhteessa tahansa korkeaseosetanolia ja muita bensiinilaatuja (Motiva 2016c).

Moottoritekniikasta ja etanolin koostumuksesta riippuen pakoputkesta mitatut hiilidioksidipäästöt jäävät korkeaseosetanolia käytettäessä hieman pienemmiksi kuin tavallisella bensiinillä. Polttoaineen päästöjen todellinen määrä selviää vasta tarkasteltaessa koko polttoaineketjua, jolloin hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät korkeaseosetanolilla kuin tavallisella bensiinillä. Korkeaseosetanolin bensiiniä heikommat kylmäkäynnistysominaisuudet johtuvat etanolin korkeammasta syttymislämpötilasta. Kylmäkäynnistys aiheuttaa aldehydi- ja alkoholipäästöjä, joiden määrään voidaan vaikuttaa lämmittämällä moottori etukäteen. Korkeaseosetanolin positiivisena erona verrattuna bensiiniin on suurempi oktaaniluku sekä lisäksi huomattavasti bensiiniä korkeampi puristuskestävyys. Tämä mahdollistaa bensiinin käyttöä paremman hyötysuhteen ja tehon. Etanolin bensiiniä pienemmästä energiasisällöstä johtuen korkeaseosetanolin kulutus on bensiiniä suurempi. (Motiva 2016e; Motiva 2016c; Motiva 2016b.) Moottorin öljynvaihtoa suositellaan pääsääntöisesti korkeaseosetanolilla ajettaessa 10 000 - 15 000 km välein (StepOne Tech Oy 2016c).

St1 Oy:n tytäryhtiö St1 Biofuels Oy keskittyy biopolttoaineisiin, niiden biokemiallisiin prosesseihin ja tuotantolaitosten hankekehitykseen, suunnitteluun ja toteutukseen. RE85 on yhtiön kehittämä E85 korkeaseosetanoli, joka valmistetaan suomalaisesta elintarviketeollisuuden, kauppojen ja kotitalouksien biojätteestä jätteen syntysijoilla, jolloin kuljetus on saatu minimoitua. Polttonesteen kylmäkäynnistysominaisuuksia on paranneltu lisäämällä seokseen bensiinin erikoiskomponentteja. RE85-polttonesteen käyttö vähentää fossiilisia päästöjä 80 %, sillä se sisältää 80-85 % bioetanolia. RE85-polttonesteellä on Suomalaisen Työn Liiton

myöntämä Avainlippu. E85-polttonestettä pystyy tankkaamaan tällä hetkellä 52:lta St1:n ja Shellin asemalta. (St1 Oy 2016c.)

St1:n bioetanolin valmistetaan kolmenlaisilla tehtailla. Etanolix-laitokset, jotka sijaitsevat Lahdessa, Vantaalla, Haminassa ja Jokioisissa, käyttävät raaka-aineena sokeri- ja tärkkelyspitoista jätettä ja prosessitähteitä, jotka ovat peräisin elintarviketeollisuudesta. Osa jätteistä, kuten vanha leipä, tulee laitokseen pakattuna. Riippuen käytettävästä raaka-aineesta ja laitoksen koosta, on valmistuskapasiteetti 1000-9000 m<sup>3</sup> bioetanolia vuodessa. Sivutuotteena syntyy rehua tai lannoitetta. Prosessi vaatii lämpöä ja se tuotetaan pääosassa uusiutuvalla energialla tai laitokseen integroidun raaka-aineita toimittavan tehtaan ylijäämälämmöllä. (St1 Oy 2016a.)

Hämeenlinnan Karanojan jätteidenkäsittelyalueella sijaitsee Bionolix-laitos, joka on St1:n ja jätehuolto-yhtiö Kiertokapula Oy:n yhteishanke. Raaka-aineena laitos käyttää kotitalouksien biojätettä sekä kauppojen ja elintarviketeollisuuden, sekä pakkausten biojätettä. Laitos tuottaa vuodessa noin miljoona litraa bioetanolia. Laitoksen vastaanottokapasiteetti on 19 000 tonnia. Bionolix-laitos on omavarainen käyttämänsä energian suhteen. Laitoksen yhteyteen on integroitu biokaasulaitos, joka hyödyntää valmistuksen sivutuotteita biokaasun tuotantoon, jonka jälkeen jäljelle jäävää humusmassaa käytetään maanparannusaineena. (St1 Oy 2016a.)

Cellunolix-laitos puolestaan on St1:n uusin tehdaskonsepti ja se pääsee täyteen toimintaansa Kajaanissa vuoden 2017 aikana. St1 omistaa laitoksen yhdessä SOK:n kanssa. Laitokselle on jo nyt suunnitteilla laajennusta. Cellunolix-laitoksen raaka-aineet tulee olemaan selluloosapohjaisia kuten sahanpuru, kierrätyskuitu ja olki. Laitos käyttää bioetanolin valmistukseen sahanpurua, joka on sahateollisuuden sivutuote. Tuotantokapasiteetiltaan 10 miljoonaa litraa vuodessa bioetanolia tuottava laitos tuottaisi kaiken tarvitsemansa energian prosessin sivutuotteena syntyvästä ligniinistä. Ylijäämäenergialla on tarkoitus tuottaa sähköä ja lämpöä yleiseen käyttöön. (St1 Oy 2016a.) Lisäksi St1:sen ja SOK:in yhteisyrittä

NEB suunnittelee Pietarsaaren toista Cellunolix-bioetanolitehdasta, jonka tuotantokapasiteetti olisi 50 miljoonaa litraa bioetanolia vuodessa. (St1 Oy 2016b, St1 Oy 2016e.)

Etanolitehtailta 85-prosenttinen bioetanoli kuljetetaan Haminaan, jossa se väkevöidään lähes 100 %:iin. Polttoaineterminaalissa bioetanolia käytetään RE85-biopolttoaineen sekä RED95 -etanolidieselin valmistukseen sekä biokomponenttina bensiiniin (St1 Oy 2016a.) St1 Nordic Oy:n ja SOK:in omistama öljy- ja biotuotteiden tukkukauppa North European Oil Trade Oy (NEOT) toimittaa polttonesteet ABC:lle, St1:lle ja Shellille (North European Oil Trade Oy 2016).

ABC-ketjun Eko E85-polttoaine on samankaltainen polttoneste kuin St1:n RE85 sisältäen myös 80-85 % bioetanolia raaka-aineenaan kotimaiset elintarviketeollisuuden biojätteet. Polttoaineen valmistuksessa minimoidaan raaka-aineen kuljetuksia, joten se valmistetaan siellä missä biojätettä syntyy. Myös Eko E85 on täysin kotimainen tuote ja sillä on Suomalaisen Työn Liiton myöntämä Avainlippu. Eko E85:tä voi tankata tällä hetkellä Suomessa lähes seitsemältäkymmeneltä ABC-asemalta. (SOK 2016.)

#### 2.4 Biodiesel ja uusiutuva diesel

Uusiutuvista raaka-aineista valmistetut dieselpolttoaineet jaetaan kahteen ryhmään. Toinen on perinteinen biodiesel eli FAME sekä RME ja toinen on uusiutuva diesel. Perinteinen biodiesel valmistetaan kasviöljyistä esteröimällä ja se saattaa sisältää raaka-aineista tai tuotantoprosessista johtuvia epäpuhtauksia. Perinteisen biodieselin runsas käyttö voi aiheuttaa autolle ongelmia kuten esimerkiksi vaurioittaa moottorin tiivisteitä, minkä vuoksi sitä käytetään sekoitettuna tavallisen dieselin joukkoon. Osa jakeluyhtiöistä täyttää biopolttoaineosuuden, joka on 7%:a, perinteisellä biodieselillä uusiutuvan dieselin sijaan. Uusiutuvan dieselin kemiallinen koostumus on fossiilisen dieselin kaltainen, joten uusiutuvaa dieseliä voi käyttää tavallisessa dieselmoottorissa sellaisenaan tai sekoitettuna

fossiilisen dieselin joukkoon. Polttoaineen tasalaatuinen lopputulos saavutetaan valmistusprosessilla, jossa raaka-aineet, jotka ovat pääosin jätettä, puhdistetaan epäpuhtauksista ja vetykäsitellään korkeassa lämpötilassa. Uusiutuvaa dieseliä kehitetään Suomessa aktiivisesti, mutta sen saatavuus on yhä rajallista. Tällä hetkellä uusiutuvaa dieseliä myydään sekoitettuna fossiiliseen dieseliin. (Motiva 2016h; Neste 2016a.)

Suomen markkinoilla on tarjolla tällä hetkellä UPM:n tuottamaa uusiutuvaa dieseliä UPM BioVernoa, jota myydään sekoitettuna St1:n Diesel Plusaan ja ABC:n Smart Dieseliin sekä Nesteen uusiutuvaa dieseliä sisältävää Neste Pro Dieseliä. Niiden lisäksi kuluttajille myydään St1:sen RED95 dieseletanolipolttoainetta, joka soveltuu käytettäväksi sille kehitellyissä etanolidieselmoottoreissa. (St1 Oy 2016d; UPM Biopolttoaineet 2016; 2016b; Biotalous 2016.)

## 2.5 Biokaasu

Biokaasu on biopolttoaine, joka syntyy mädätyksessä eli eloperäisen aineen hajotessa anaerobisten bakteerien vaikutuksesta. Kaasuseos sisältää pääosin metaania noin 50-70% ja hiilidioksidia 30-50%, mutta myös hieman muita aineita kuten vettä, typpeä, happea, vetyä, ammoniakkia ja rikkivetyä. Metaanin ansiosta biokaasu sopii hyvin liikennepolttoaineeksi, kunhan siitä ensin poistetaan vesi ja rikki. Biokaasun polttamisesta ei synny hiilidioksidin nettopäästöjä ja palaessaan se vapauttaa vain vettä ja hiilidioksidia. Tästä johtuen se on ympäristöystävällinen vaihtoehto. Biokaasua voidaan valmistaa erilaisista biomassaraaka-aineista kuten lanta, jätevesilietteet, bionurmi ja biojätteet. (Motiva 2016a.)

Biokaasua käytetään autoissa, joissa on kaasujärjestelmä (Liikennebiokaasu.fi 2016a). Biokaasua voidaan käyttää liikenteessä paineistettuna (CBG, Compressed BioGas) tai nesteytettynä (LBG, Liquefied BioGas), mutta Suomessa käytetään ainoastaan paineistettua biokaasua. Vuoden 2014 lopussa Suomessa toimi yhdeksän liikennebio-

kaasun kaupallista tuotantolaitosta. Tällä hetkellä Suomessa on reilu kaksikymmentä Gasumin tankkausasemaa sekä yksi maatalan julkinen tankkausasema. (Suomen Biokaasuyhdistys 2014; Motiva 2016a; Liikennebiokaasu.fi 2016b.)

### 3 VEROTUS

#### 3.1 Verotus Suomessa

Henkilöautojen sekä liikenteen käyttämän energian verotus Suomessa on ympäristöohjaava (VTT 2015). Ajoneuvon omistajaa koskettaa useat verot, joita ovat autovero, ajoneuvovero ja energiaverotus. Verotus vaikuttaa vahvasti ajoneuvon käyttökustannuksiin. Sekä bensiini- että flexfuel-ajoneuvojen käyttökustannuksiin kohdistuu ajoneuvoveron perusvero sekä polttoaineiden valmistevero (Trafi 2016c). Polttoaineen koko hinnasta, mukaan lukien hintaan sisältyvästä valmisteverosta, maksetaan arvonlisävero (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016b). Verohuojennusten ja velvoitteiden yhtäaikainen käyttö ei ole EU-lainsäädännön mukaan sallittua. Myöskään yksittäistä tekniikkaa ei voida suosia vaan ratkaisevaa on suorituskyky. Poikkeuksena tästä on biokaasu, johon ei kohdisteta polttoaineveroja. (VTT 2015.)

#### 3.2 Autovero

Autoverolla tarkoitetaan ensiverotusta Suomeen tuotaville autoille. Autovero maksetaan Tullille (Trafi 2015b). Ajoneuvon vähittäismyyntiarvo eli verotusarvo Suomen markkinoilla sekä hiilidioksidipäästöt määrittävät veron suuruuden. Jos auto on vanha, eikä siitä ole saatavilla valmistajan ilmoittamia päästötietoja, veroprosentti perustuu auton kokonaispainoon ja käyttövoimaan. (Tulli 2016a.)

Koska autovero määräytyy CO<sub>2</sub>-päästöistä, on ympäristöystävällisten autojen autovero edullisempi kuin tavallisten. Tämä toimii ilmastoystävällisen auton valitsemisen kannustuksena auton hankintahetkellä. Autoverotuksella pyritään ohjaamaan tulevaa polttoaineenmyyntiä, sillä auton ostohetkellä määräytyy, mitä polttoainetta autoon tullaan tankkaamaan. (Harju-Autti, Neuvonen & Hakkarainen. 2011, 80.) Pienempien hiilidioksidipäästöjen vuoksi uuden flexfuel-auton autovero on halvempi verrattuna

vastaavaan tavalliseen bensiiniautoon. Tämän vuoksi uuden flexfuel-auton hinta ei tule kalliimmaksi kuin uuden bensiiniauton. (Motiva 2016c.)

### 3.3 Ajoneuvovero

Ajoneuvoveroon kuuluu perusvero sekä käyttövoimaveron. Perusvero määräytyy auton valmistajan ilmoittaminen hiilidioksidipäästöjen mukaan. Vanhemmilla autoilla ei välttämättä ole EU-direktiivin mukaista päästötietoa ajoneuvoliikennerekisterissä, jolloin vero perustuu auton kokonaismassaan. Ajoneuvovero maksetaan vuosittain Trafille. (Trafi 2016c.)

Vaikka perusvero suosii ympäristöystävällisiä autoja, se ei huomioi, mitä polttoainetta kulkuneuvo käyttää. Tämä johtuu siitä, että verotus määräytyy suoraan CO<sub>2</sub>-päästöistä, jolloin se ei huomioi polttoaineen elinkaarta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että bensiiniä käyttävän auton perusvero on sama kuin flexfuel-auton, joka käyttää bioetanolia.

Käyttövoimaveron peritään henkilö-, paketti- ja kuorma-autoilta, jotka käyttävät moottoribensiinin sijaan muuta voimaa tai polttoainetta. Tällaisia autoja ovat dieselillä, sähköllä, sähköllä ja moottoribensiinillä, sähköllä ja dieselöljyllä ja metaanipolttoaineella kulkevat autot. Bensiini- ja flexfuel-ajoneuvoista ei peritä käyttövoimaveron. (Trafi 2016c; Motiva 2016c.)

Mielestäni käyttövoimaverosta kannattaisi luopua kokonaan kaikkien autojen kohdalla, jolloin verot perustuisivat tasapuolisesti energiasisältöön ja hiilidioksidipäästöihin, jolloin verojen määrä kohdistuisi kuluttamiseen.

### 3.4 Valmistevero

Energiaverotus eli valmistevero koostuu energiasisältö- ja hiilidioksidiverosta ja sitä maksetaan nestemäisistä polttoaineista (Valtiovarainministeriö 2016). Polttoaineen lämpöarvo määrittää energiasisältöveron suuruuden. Hiilidioksidivero taas määräytyy poltosta syntyvä hiilidioksidin ominais-



päästön mukaan (Valtiovarainministeriö 2016). Lisäksi nestemäisten polttoaineiden valmisteverotuksen yhteyteen kuuluu huoltovarmuusmaksu (Tulli 2016b). Huoltovarmuusmaksulla katetaan valtiolle aiheutuvia menoja varmuusvarastoinnista ja muusta huoltovarmuuden turvaamisesta (Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 1305/2007, 1 §).

Valmistevero pyrkii edesauttamaan ilmaston muutoksen hillintää. Verot perustuvat annettuihin lakeihin ja niitä säädellään EU:n neuvoston direktiiveillä. Direktiivit asettavat biopolttoaineille kestävyyskriteerejä sekä asettavat vähimmäisverotasot. (Valtiovarainministeriö 2016.)

Valmisteveroa maksetaan muun muassa moottoribensiinistä, bioetanolistä, MTBE-, TAME-, ETBE-, ja TAAE -eettereistä, joita lisätään moottoribensiiniin. Valmisteveroa maksavat valtuutettu varastonpitäjä ja rekisteröity tai väliaikaisesti rekisteröity vastaanottaja sekä ne, jotka tuovat valmisteveronalaisia tuotteita EU:n ulkopuolelta tai hankkivat tuotteita verottomaan tarkoitukseen aiheuttomasti. (Tulli 2016b.)

Apuaineesta, jota lisätään nestemäiseen polttoaineeseen, on myös suoritettava huoltovarmuusmaksu. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi E85-polttoaineesta maksetaan valmisteveroa sekä bioetanolista että moottoribensiinistä. (Tulli 2016b). Tästä johtuen polttoaineen hinnan vaihteluun vaikuttaa kuinka paljon polttoneste sisältää eri komponentteja (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016b).

Valmistevero maksetaan tuotteesta sentteinä tuotelitran kohden, jolloin se on hinnasta riippumaton. Tämän vuoksi valmisteveron prosentuaalinen osuus polttoaineen hinnasta vaihtelee kuluttajahinnan muuttuessa. (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016e.) Talvisin, kun korkeaseosetanoli sisältää runsaammin bensiiniä on veron suuruus polttoaineen hinnasta prosentuaalisesti suurempi kuin kesällä jolloin bensiiniä on vähemmän. Tämä johtuu bensiinin korkeammasta verosta suhteessa bioetanoliin. Biokomponenttien osuus tulee kaikissa polttoaineissa tulevaisuudessa nousemaan, joten siltä osin maksettavan veron määrä tulee periaatteessa vähene-

mään. Verojen määrää kuitenkin korotetaan ylipäättäen, joten todellisuudessa veron euromääräinen osuus tuskin vähenee.

Nestemäisten polttoaineiden verotus on keskittynyt viime vuosina entistä enemmän hiilidioksidiveroon ja koska biopolttoaineiden hiilidioksidipäästöt ja lämpöarvot ovat fossiilisia pienempiä, biopolttoaineiden verotasot ovat fossiilisten polttoaineita matalammalla (Valtiovarainministeriö 2016).

Yksinkertaistettuna verotus on polttoaineilla sitä alhaisempi, mitä ilmastoystävällisempiä ne ovat ja mitä enemmän verotuksessa painotetaan hiilidioksidipäästöjä, sitä enemmän biopolttoaineiden kilpailukyky paranee.

Valmisteverotuksessa onkin odotettavissa lisäkehitystä tähän suuntaan, sillä hallitus on tehnyt esityksen eduskunnalle nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta annettujen lakien muuttamisesta. Esityksen mukaan vuoden 2017 alusta verotus nousisi polttoaineilla niin, että nousu olisi voimakkaampaa fossiilisilla polttoaineilla kuin biopolttoaineilla. (Hallituksen esitys 2016.)

## 4 BIOPOLTTOAINEDEN TUOTANNON HAASTEET JA TULEVAISUUS

### 4.1 Energiapolitiikka ja asetetut tavoitteet

Tutkimusosuudessa tarkastellaan muutossarjan hankinnan kannattavuutta taloudellisuuden ja käyttökokemusten kannalta. Taloudellisuuteen vaikuttaa polttoaineen tuotantokustannusten ohella merkittävästi bioetanolia koskeva politiikka. Poliitikalla voidaan joko tukea sen käytön lisäämistä tai tehdä käyttö kannattamattomaksi.

Liikenteen päästöihin pyritään vaikuttamaan biopolttoaineisiin kohdistuvala energiapolitiikalla, joka määräytyy valtioneuvoston hyväksymien energia- ja ilmastostrategioiden sekä muiden hallitusneuvotteluissa sovittujen tavoitteiden ja kansainvälisten sitoumusten mukaan (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016b). Työ- ja elinkeinoministeriön tehtäviin energiapolitiikassa kuuluu tärkeänä osana uusiutuvan energian edistäminen, energiamarkkinoiden ja toimitusvarmuuden kehittäminen sekä päästökäytön toimeenpano ja ilmastopolitiikan kansallisen valmistelun ja toimeenpanon yhteensovittaminen. Energiapolitiikan ohjailu- ja vaikutuskeinoina ovat lainsäädäntö ja verotus sekä energia- ja investointituet. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016b.) Lisäksi Euroopan parlamentin ja neuvoston Polttoaineiden laatudirektiivi vaatii biopolttoaineilta kestävyyskriteerien mukaisuutta sovellettaessa direktiiviin perustuvaa kasvihuonekaasupäästöjen vähennysvelvoitetta (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016a).

Viime aikoina energiapolitiikka on ohjannut vahvasti panostamaan biopolttoaineisiin, jotta asetetut päästöjen vähennys -tavoitteet olisi saavutettavissa. EU, joka ohjaa energiapolitiikkaa kasvavassa määrin, on asettanut päämäärän, että vuoteen 2020 mennessä kasvihuonekaasuja tulee vähentää 20%:a, nostaa uusiutuvan energian osuutta keskimäärin 20%:iin kokonaiskulutuksesta ja parantaa energiatehokkuutta 20%lla. Päätös tehtiin vuonna 2008 ja Suomi sitoutui nostamaan uusiutuvan energian osuutta 38%:lla. Vertailuna on vuoden 2005 tilanne. Energia- ja ilmastostrategia hyväksyttiin valtioneuvostossa 2013. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016b.) Biopolttoaineiden kohdalla tavoite vuodelle

2020 on lisätä niiden käyttöä tieliikenteen polttoaineista EU:ssa 10%:iin ja Suomessa 20%:iin (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016c). Tavoite on kaksinkertaistettu jakeluvuorokaudella, joka asettaa tietyt vaatimukset biopolttoaineiden energiasisällön kokonaismäärästä eri polttoaineilla. Jakeluvuorokauden täyttämistä helpottaa tuplalaskenta, jota käytetään biopolttoaineen energiasisällön jakeluvuorokauden täyttämisen laskentaan, kun biopolttoaine on tuotettu jätteistä, tähteistä tai syötäväksi kelpaamattomasta selluloosasta tai lignoselluloosasta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016d.) Vuodelle 2020 asetettujen tavoitteiden lisäksi Sipilän hallitusohjelma on tehnyt kunnianhimoisen linjauksen, jonka mukaan liikenteen uusiutuvien polttoaineiden osuus nostetaan 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvoston kanslia 2015).

#### 4.2 Tavoitteiden saavuttaminen

Jotta energiapolitiittisiin tavoitteisiin päästäisiin kannattaa liikenteen polttoaineissa keskittyä nestemäisiin polttoaineisiin. Lyhyellä aikajänteellä olevan muutostarpeen vuoksi nestemäiset polttoaineet ovat nopein ja kustannustehokkain vaihtoehto johtuen olemassa olevasta pääosin nestemäisiin polttoaineisiin pohjautuvasta polttoaineen jakelutekniikasta sekä olemassa olevasta ajoneuvokannasta. Nestemäisten biopolttoaineiden etuna on, että uusiutuvan biodieselin käyttö ei vaadi dieselpolttoainetta käyttävälle henkilöautolle tehtäviä toimenpiteitä ja bensiiniauton siirtymisen korkeaseosanolin käyttöön on ajoneuvoon tehtävän etanolikonversioon ansiosta verrattain edullista sekä helppoa.

Myös VTT:n tutkimuksen mukaan nestemäiset biopolttoaineet ovat yksittäisinä teknologioina ainoita, joilla pystytään saavuttamaan 40%:n päästövähennys ilman kustannuksien, kaluston tai jakelun aiheuttamia reunaehtoja. Kannattavimmaksi tutkimuksessa silti todetaan erilaisten vähäpäästöisempien vaihtoehtojen yhdistäminen niin, että niistä jokaisesta hyödynnetään kustannustehokkain määrä. Joissakin tapauksissa kuten akkusähköautojen kohdalla voi tutkimuksen mukaan olla tarpeen odottaa

teknologian kehittymistä. (VTT 2015.) Myös esimerkiksi biokaasulle rakennettavan valtakunnallisen jakeluverkoston rakentaminen on taloudellisesti ja teknisesti haastavaa, vaikka biokaasu itsessään on energiapoliittisesti hyvä vaihtoehto. Biokaasun tankkausasemat tulevat kuitenkin tulevaisuudessa kasvamaan merkittävästi sekä Suomessa että EU:ssa, sillä vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden infrastruktuuridirektiivi edellyttää koko EU:n kattavan metaanitankkausverkoston rakentamista. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94, EU)

#### 4.3 Biopolttoaineiden tuotannon raaka-aineiden kapasiteetti ja kestävyys

Biopolttoaineiden tuotanto Suomessa keskittyy jätteisiin sekä teollisuuden sivuvirtoihin. Kilpailu jätevirroista tulee varmasti vaikuttamaan biopolttoainealaan. Jätteitä hyödyntäviä laitoksia rakennetaan Suomeen koko ajan lisää ja samaan aikaan jätteen määrää pyritään vähentämään. Esimerkiksi kauppojen ylijäämän ohjaaminen ravitsemukselliseen hyötykäyttöön vähentää sen määrää polttoainetarkoituksiin. (Ympäristöministeriö 2016; Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 98/2009, EY). Juha Sipilän hallitusohjelmassa 2015 jätteen veroa kohotetaan, mutta jätteen polttoa ei aseteta verolle. Kierrätysaste yhdyskuntajätteelle nostetaan vähintään 50%:iin. (Valtioneuvoston kanslia 2015.)

Teollisuuden sivuvirroista saatava raaka-aine biopolttoaineiden valmistukseen, kuten sahanpuru, vaatii teollisuuden säilymisen. Sellutehtaiden laajennukset sekä uudet tehtaot tulevat nostamaan havukuitupuun ja koivukuitupuun kysyntää. Lisäksi energiapuun kysyntä lisääntyy, koska ollaan rakentamassa lukuisia puuta käyttäviä yhteistuotantovoimalaitoksia. Paperin- ja kartongintuotannon puolestaan oletetaan laskevan, jolloin havukuitupuuta vapautuu muihin käyttötarkoituksiin. (VTT 2015.)

Metsäteollisuuden raakapuun käyttöä on arvioitu Pöyryn ja VTT:n CrossCluster 2030 skenaarion laskennassa syksyllä 2014. Laskelma perustuu Pöyryn viimeisimpiin sellun- ja paperin tuotantoennusteisiin,

mekaanisen metsäteollisuuden tuotantoskenaarioihin sekä puun energiakäyttöön TIMES VTT energiajärjestelmämallilla laskettuna. Laskennan lopputuloksena Suomen kestävä hakkuupotentiaali mahdollistaisi, että biopolttoaineiden valmistukseen voitaisiin lisätä 10 miljoonaa kiintokuutiota kotimaista puuta vuonna 2030. Johtopäätöksessä on otettu huomioon myös metsäteollisuuden puun käytön tarve. (VTT 2015.) Vuoden 2015 hallitusohjelmassa tavoitteena on monipuolistaa ja lisätä puun käyttöä 15 miljoonalla kuutiometrillä vuodessa, joka pitää sisällään puun käytön biopolttoaineiden valmistukseen (Valtioneuvoston kanslia 2015). Bioetanolin tuotantoon käytettävän puun tulisi kuitenkin parhaan energiatehokkuuden sekä kestävyuden säilyttämisen vuoksi olla teollisuuden sivuvirtoja eikä sen tuotanto saisi olla ensisijaista. Kestävyuden kannalta huomionarvoista on myös hakkuiden pienentävä vaikutus hiilinieluihin (WWF 2015). WWF:n mukaan metsäluonnon monimuotoisuus heikkenee jo nykyisillä hakkuumäärillä (WWF 2016).

TIMES VTT -mallin skenaariolaskelmat ennustavat, että energiapuun käyttö sähkön- ja lämmön tuotannossa laskee vuoden 2020 jälkeen, sillä biopolttoaineiden valmistaminen syrjäyttää sen johtuen ei-päästökauppa-sektorin korkeammasta maksukyvyistä. Huomioituna Pöyryn arvio alueellisesta metsähakkeen hyödyntämistasosta voidaan todeta, että pahin raaka-ainekilpailu uusien puuta käyttävien biopolttoainelaitosten välillä on etelästä Jyväskylän korkeudelle asti. Metsähakkeen hyödyntämisaste on myös korkea Pietarsaaren ympäristössä, mikä aiheuttaa raaka-aineen hinnan nousua, jos kysyntä lisääntyy. Hakkuu- ja sahausmäärät oletettavasti nousevat alueilla joihin tulee uusia sellutehtaita, mikä tarkoittaa samalla metsähakkeen ja teollisuuden sivutuotteiden tarjonnan kasvua. Tällaiset alueet Keski- ja Itä-Suomessa sekä alueet, joissa kilpailu energiantuotannon kanssa on vähäisempää kuin muualla Suomessa, ovat potentiaalisia vuoden 2030 skenaarion biopolttoainelaitoksille. (VTT 2015.)

Biopolttoaineiden tuotannolle ei kuitenkaan ole erityisen merkittävää, missä laitos sijaitsee, koska kuljetuskustannusten osuus tuotteesta on pieni. Tämän vuoksi merkittävämpää on sijoittaa laitokset alueille, joissa raaka-ainetta on saatavilla edullisesti, saati jakelukeskusten läheisyyteen.

Kokonaisuuden kannalta merkittävää on, miten puuraaka-aine on saatavilla, miten se riittää ja mikä on sen hinta. (VTT 2015.)

VTT:n tutkimus toteaa, että suurimman osan 40% päästövähennysten vaatimasta biopolttoaineiden lisäkysyntään tarvittavista uusinvestoinneista voitaisiin toteuttaa kotimaisen puu- ja jättepohjaisen raaka-aineen avulla. Vaikka kestävät biomassavaramme metsäbiomassojen eri muodoissa, oljessa ja muissa maatalousjätteissä ovat henkeä kohden Euroopan suurimmat, ei uusiutuvan energian raaka-ainelähteet riitä kattamaan koko liikenne-sektorin energiantarvetta, kun kotimaisen ja kansainvälisen liikenteen käyttämän suuren energiamäärän lisäksi huomioidaan muidenkin yhteiskunnan osa-alueiden energiantarve. (VTT 2015.)

#### 4.4 Bioetanolin tulevaisuus

Kotimaisen bioetanolin ja biodieselin etuna on, että ne lisäävät Suomen polttoaineomavaraisuutta. Samalla niiden tuotanto tuo tuloja kotimaisille raaka-aineen tuottajille kuten maa- ja metsätalousyrittäjille sekä metsä- ja energiateollisuudelle. (VTT 2015.)

Jos biopolttoaineiden valmistusraaka-aineet eivät riitä kattamaan kysyntää tai jos kotimainen tuotanto ei ole kilpailukykyistä, joudutaan polttoainetta tuottamaan lisäksi muilla keinoin ja mahdollisesti tuomaan raaka-aine tai polttoaine Suomen ulkopuolelta. Tällöin omavaraisuuden lisäksi ei voida enää puhua samanlaisista päästövähennyksistä kuin aiemmin ja esiin nousee kysymys tuotantoketjun avoimuudesta ja biopolttoaineiden kestävyden turvaamiseksi asetetun RES-direktiivin kestävyyskriteereiden noudattamisen luotettavuudesta. Kotimaisen bioetanolin hintaan ja tuotannon kannattavuuteen vaikuttavat voimakkaasti jätteisiin kohdistuvat tuet.

Kilpailukykyisyyden lisäksi haasteena on tasapainotella kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden ja päästötavoitteiden välillä ja löytää niihin toimiva ratkaisu. Biopolttoaineet ovatkin siirtymävaihe fossiilittomiin

vaihtoehtoihin. Bioetanolin tuotantokapasiteettia ei voida kasvattaa loputtomiin ja myös muutossarjojen kohdalla vastaan tulee tulevaisuudessa autokannan uudistuminen, joihin tämänhetkisiä muutossarjoja ei voi muutoskatsastuttaa, eivätkä ne niihin välttämättä edes sovellu. Tähän voidaan olettaa kuitenkin tulevan tulevaisuudessa muutoksia. Toistaiseksi Suomen autokanta on kuitenkin muuhun Eurooppaan verrattuna keski-ikältään vanhaa: keski-ikä liikenteessä vuonna 2015 olevilla henkilöautoilla lukuun ottamatta museoautoja oli 11,3 vuotta. Vuonna 2015 Suomessa oli liikennekäytössä bensiinillä toimivia autoja 1 927 389 ja autoja jotka, toimivat sekä bensiinillä että etanolilla 3459 kappaletta. (Trafi 2016b; Trafi 2016a.) Ennen Trafian syksyllä 2015 tekemää helpotusta muutoskatsastukseen etanolimuunnoksen katsastus oli kallis prosessi. Tämän vuoksi tieliikenteessä on autoja, joihin on tehty etanolikonversio, mutta niitä ei ole muutoskatsastettu. Tällaisten autojen lukumäärää ei ole arvioitu ja nämä flexfuelit eivät myöskään näy virallisissa tilastoissa. Kun otetaan huomioon Suomen autokannan keski-ikä ja bensiiniautojen runsas lukumäärä, voidaan todeta, että etanolikon-versiolle soveltuvia autoja on Suomessa runsaasti.

Uusia flexfuel-autoja puolestaan ei tuoda Suomeen juurikaan, vaikka niitä muualla maailmassa on käytössä runsaasti. Tulevaisuudessa Suomessa tuotettua bioetanolia saatetaankin ohjata enenevässä määrin täyttämään 95 E10 -bensiniin biokomponenttien osuutta, joiden määrä jakeluväliteiden kasvun myötä tulee tulevaisuudessa lisääntymään. Nestemäiset polttoaineet, biopolttoaineet mukaan lukien, henkilöautojen polttoaineena tulevat varmasti tulevaisuudessa jäämään taka-alalle sähköautotekniikan kehittyessä, sähköautojen hintojen laskiessa sekä infran laajentuessa. Tähän oletettavasti kuitenkin menee vielä aikaa etenkin, kun energiapolitiikassa painotetaan voimakkaasti biopolttoaineiden käytön lisäämistä.

Kaiken kaikkiaan korkeaseosetanolin käyttö vanhoissa paljon polttoainetta kuluttavissa henkilöautoissa, joiden käytöstä ei joka tapauksessa haluta luopua, on tämän hetkisissä raameissa varsin potentiaalinen vaihtoehto vähentää kasvihuonepäästöjä. Bioetanolin käyttö autoissa ei ole täydellinen ja ainut ratkaisu liikenteen fossiilisten päästöjen vähentämiseen ja



energiapoliittisiin tavoitteisiin pääsemiseen, mutta kun bioetanolin valmistetaan kierrätysraaka-aineista, on se hyvä lisä muiden nestemäisten biopolttoaineiden ja biokaasun kanssa matkalla täysin fossiilittomaan liikenteeseen.

## 5 EFLEXFUEL-MUUTOSSARJAN ASENNUS JA TOIMINTA

### 5.1 Muutossarjat

Flexfuel -autoja on saatavilla tehdasvalmisteisina, jolloin auton toimintaperiaate on samankaltainen kuin bensiinikäyttöisissä autoissa eli polttoaine ruiskutetaan palotilaan ja sytytetään sytytystulpan tuottamalla kipinällä. (Motiva 2016b.) Myös tavallisessa bensiinin käyttöön tehdyssä moottorissa voi käyttää korkeaseosetanolia etanolimuunnoksen eli etanolikonversion jälkeen kuten kuvassa 1. Tämä on mahdollista etanolin ja bensiinin samankaltaisuudesta johtuen. (Motiva 2016d.) Etanolikonversio tehdään asentamalla autoon muutossarja, jonka jälkeen auto muuttuu flexfuel -ajoneuvoksi. (Motiva 2016c.)

Internetistä löytyy tällä hetkellä kaksi suomenkielisillä sivuilla etanolimuutossarjoja myyvää yritystä. Suomalaisen StepOne Tech yrityksen eFlexFuelin muutossarja valmistetaan Suomessa, kun taas Fuel Flex Finlandin muutossarja tulee Brasiliasta. Fuel Flex Finland yrityksen FuelFlex Digitaalinen V4.2 true FlexFuel controller Lambda/Maf ohjattu E85-muutossarjan toiminta perustuu Lambda -anturin arvojen lukemiseen, joiden perusteella auto säätyy automaattisesti (Fuel Flex Finland 2016). Keskityn tarkastelemaan yksityiskohtaisemmin eFlexFuel-muutossarjaa, joka on valittu MTK:n toimesta testiryhmän autoihin.



KUVA 1. Etanolikonversion jälkeen ajoneuvoon voi tankata RE85-polttoainetta.

## 5.2 eFlexFuel-muutossarjan soveltuvuus

Ajoneuvon polttoaineenruiskutustekniikka on ratkaiseva tekijä siihen, soveltuuko eFlexFuel-muutossarja ajoneuvoon vai ei. Yleisin bensiinimootorin polttoaineen ruiskutustekniikka Multi Point Injection, MPI eli sähköinen monipisteruisku mahdollistaa muutossarjan käytön. Monopoint eli yksipisteruisku, kaasutin, mekaaninen ruisku kuten esimerkiksi Ke-Jetronic sekä suoraruiskut kuten FSI, TFSI, GDI ja Ecoboost ovat tekniikoita joihin eFlexFuel ei sovellu. Suoraruiskutustekniikan käyttö on lisääntynyt vuodesta 2005, mutta muut edellä mainitut tekniikat ovat harvinaisempia ja osittain jo käytöstä poistuneita. eFlexFuel-muutossarja soveltuu bensiinillä toimiviin moottoreihin, joissa on korkean impedanssin polttoainesuutin. Polttoainesuuttimen virtauskapasiteetin on oltava riittävän suuri, jotta E85-polttoainetta voidaan käyttää tai vaihtoehtoisesti suuttimet voidaan vaihtaa hieman enemmän läpivirtaaviin suuttimiin. Muutossarja soveltuu 12V-sähköjärjestelmille. Auton tulee olla normaalissa toimintakunnossa ja lambda-anturin on toimittava normaalisti, jotta auto läpäisee katsastuksen päästömittauksen. (StepOne Tech Oy 2016a; Isokivijärvi 2016.)



KUVA 2. eFlexfuel-muutossarjan tuotepakkauksen sisältö 4-sylinteriseen autoon

eFlexFuel-muutossarjan kolme pääkomponenttia ovat ohjainyksikkö, etanolianturi ja johtosarja. 1-6 -sylinteriseen moottoriin suunnitellussa muutossarjassa on yksi ohjainyksikkö, etanolianturi ja johtosarja, kun taas V8-12 -moottoreihin tarkoitettussa muutossarjassa on kaksi ohjainyksikköä ja johtosarjaa sekä yksi etanolianturi. Tuote sisältää lisäksi merkkikohtaisesti tarvittavat polttoainelinjan pikaliittimet, polttoaineletkun ja kiinnitystarvikkeet, jotka ovat kuvassa 2 pääkomponenttien lisäksi. (StepOne Tech Oy 2016a.)



KUVA 3. Muutossarjan suutinliitin

Ohjainyksikössä, kuvassa 4, sijaitsee muutossarjan elektroniikka, joka ohjaa laitteen toimintaa. Ohjainyksikkö kytketään auton polttoainesuuttimille johtosarjan avulla kuten kuvassa 3. Muutossarjan voi asentaa autoon itse tai käydä asennuttamassa sen valtuutetulla asennuspisteellä. Asennuksen teko itse onnistuu henkilöiltä, joilla on kokemusta autoista sekä tavallisista autosähkötoista. Ilman valtuutetulta asentajalta saatua selvitystä autoa ei kuitenkaan voi muutoksastastaa. (StepOne Tech Oy 2016a.)



KUVA 4. Muutossarja asennettuna ajoneuvoon

### 5.3 eFlexFuel-muutossarjan toiminta

eFlexFuel-muutossarja on ensimmäinen muutossarja, joka on läpäissyt Suomessa EURO3 -tason päästömittaukset. Muutossarja muuttaa moottorinohjaukselta tulevan polttoaineen ruiskutussignaalia. eFlexFuel-muutossarja ohjaa jokaista suutinta erikseen, jolloin se pystyy mukautumaan erilaisiin ruiskutustapoihin. Koska etanolipolttoainetta pitää ruiskuttaa pienemmän energiasisällön johdosta enemmän kuin tavallista bensiiniä, suuttimet pysyvät pidempään auki. Ruiskutuksen lisäksi määrittyy polttoaineen etanolipitoisuuden mukaan, jonka eFlexFuel-muutossarja tunnistaa polttoaineen polttoainelinjaan liitetyllä etanolianturilla reaaliajassa. Tunnistaminen tapahtuu automaattisesti, eikä laitteeseen tarvitse tehdä mitään säätöjä. Toimintaperiaate on samankaltainen kuin tehdasvalmisteisissa flexfuel-autoissa. Moottorin alkuperäiseen lambda-korjaukseen muutossarja ei vaikuta. (StepOne Tech Oy 2016b.)

Muutossarjalla varustetuissa autoissa ei ole uusien flexfuel-autojen kylmäkäynnistystä helpottavia teknisiä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi polttoaineen esilämmitystä. Kylmäkäynnistykseen helpottamiseksi eFlexFuelin ulkoinen lämpötila-anturi ohjaa laitteen toimintaa lämpötilan mukaan, jolloin käynnistysautomaattikka on toiminnassa moottorin starttauksen yhteydessä. Muutossarja lisää automaattisesti polttoaineensyöttöä helpottaakseen kylmäkäynnistystä. eFlexFuel-muutossarja on varustettu oppivalla kylmäkäynnistystoiminnolla, joka huomioi epäonnistuneet kylmäkäynnistykset ja muuttaa toimintaansa niiden mukaan. Moottori saattaa kuitenkin vaatia kylmänä yhden käynnistyskerran sijaan useamman starttauskerran. Lohkolämmittimen käyttö helpottaa kylmäkäynnistystä. (StepOne Tech Oy 2016b.)

StepOne Techin myynnin ja viestinnän Tuomo Isokivijärven (2016) mukaan korkeaseosetanolilla ajettaessa öljyt on hyvä vaihtaa 10 000 km välein etenkin, jos ajetaan lyhyitä matkoja ja vuosiajokertymä on pieni. Runsaassa maantieajossa öljynvaihtoväli ei ole hänen mukaansa yhtä kriittinen. Öljyksi Isokivijärvi suosittelee etanolia käyttävään autoon täyssynteettistä öljyä, joka huomioi etanolipolttoaineen vaikutukset. Lisäksi



Isokivijärvi suosittelee polttoainesuodattimen vaihtamista, kun E85-polttoaineella on ajettu 50 000 km. Tällöin vältetään riskiltä polttoainesuodattimen tukkeutumisesta. (Isokivijärvi 2016.)

Muutossarjan toimintaa on mahdollista seurata eFlexFuel Commander 3 Android-sovelluksella, jota voi käyttää älypuhelimella tai tabletilla kuten kuvassa 5. Sovellus kertoo reaaliajassa polttoainesuutinten käyttöasteen, polttoaineen etanolipitoisuuden ja moottorin säteilylämpötilan. (StepOne Tech Oy 2016b.)



KUVA 5. Testaaja muodostaa tabletilla yhteyttä muutossarjaan.

## 6 MUUTOSKATSASTUS

### 6.1 Muutoskatsastuksen vaatimukset ajoneuvolle

Kun ajoneuvon käyttövoimaa muutetaan biopolttoaineilla toimivaksi, on se muutoskatsastettava (Trafi 2015e). Bensiiniauton muutos voidaan muutoskatsastuttaa, jos auto on otettu käyttöön ennen 1.1.2007 eli se täyttää Euro 1-, 2- tai 3-päästönormin (Motiva 2016d). Moottorien etanolimuunnokseen on otettu käyttöön helpotettu menetelmä päästöjen toteamiseen lokakuussa 2015, jonka johdosta muutoskatsastus on huomattavasti aiempaa edullisempi (Trafi 2015d).

Bensiinikäyttöisestä autosta, joka on muutettu käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta, on muunnoslaitteiston valmistajan annettava selvitys. Selvityksessä todetaan, että muunnoslaitteisto on todettu toimivaksi päästöjen osalta kyseisessä ajoneuvotyyppissä. Jos auto on hyväksytty Euro 3 -päästöluokan tai lievempien päästövaatimusten mukaan, voidaan todeta selvityksen nojalla, että ajoneuvon päästövaatimukset täyttyvät. Käyttövoiman muutoksen jälkeen on kyseiselle autolle asetettujen pakokaasupäästövaatimusten toteuduttava. Autossa on suositeltavaa olla moottorinlämmitin, joka vähentää kylmäkäynnistyksen päästöjä, sekä helpottaa moottorin käynnistymistä kylmällä ilmalla. Obd-järjestelmä ei saa häiriintyä muutossarjasta. Ajoneuvon rekisteritietoihin tulee muutoskatsastuksessa merkintä: ”Muutettu käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta”. (Trafi 2015a, 6; Trafi 2015c, 2; Motiva 2016d).

### 6.2 Muutoskatsastuksen vaiheet

Sauli Hituri (2016) K1 Katsastus Huittinen Sahkosta kertoo, että muutoskatsastukseen sisältyy ennen 2007 käyttöön otetulla autolla muutossarjan asennuksen tarkastus, päästöjen mittaus ja OBD-järjestelmän toiminnan tarkastus sekä vikakoodit 1.1.2001 jälkeen käyttöön otetulle autolle. Hinta vaihtelee toimenpiteiden tarpeen mukaan. Mika Hämäläinen (2016) Plus Katsastus Hämeenlinnasta puolestaan

kertoo, että lisäksi muutokatsastuksessa tarkastetaan, että muutossarjan asennus on sallittua kyseiseen autoon, sekä valmistajan ja asentajan antamien todistusten kelvollisuus.

## 7 MUUTOSSARJAN TESTAUS

### 7.1 Testiryhmä ja heidän autonsa

E85-muutossarjan testiryhmä koostuu neljästä henkilöstä, jotka on valittu MTK:n energiavaliokunnasta. Testaajan 1 auto on Toyota Corolla vuosimallia 1998 1,6-litraisella moottorilla, Testaajan 2 ajoneuvo on Nissan Primera vuodelta 1999 1,6-litraisella moottorilla, Testaajan 3 auto Ford Tourneo Connect vuosimallia 2003 1,8-litraisella moottorilla ja Testaajan 4 auto on Nissan Almera vuodelta 2001. Testiautoista kolme neljästä seisovat rivissä kuvassa 6.

StepOne Tech Oy lähetti testiryhmälle postitse heidän autoihinsa sopivat eFlexFuel muutossarjat. Testiryhmä kävi asennuttamassa laitteen lähimmällä StepOne Technin valtuuttamalla asentajalla ja muutostarkastamassa ajoneuvon K1 katsastusasemilla, joissa päästömittaukset suoritetaan ilman lisämaksua, jos muutossarja on StepOne Technin eFlexFuel.



KUVA 6. Testiautoja

## 7.2 Testiryhmän haastattelut

Testiryhmä piti kirjaa ajamistaan kilometreistä ja tankatuista litroista ennen ja jälkeen muutossarjan asennuksen marraskuun 2015 ja kesäkuun 2016 välillä. Muutossarja asennettiin testajaista riippuen ajoneuvoihin vuoden 2016 alussa. Tämän lisäksi haastattelin jokaista puhelimitse. Testajan 4 kohdalla haastattelin kahta henkilöä, joista toista muutossarjan asennukseen ja muutoskatsastukseen liittyvistä asioista ja toista henkilöä, jonka ajokäytössä auto pääsääntöisesti on, haastattelin ajokokemuksista ja muista autoon ja sen käyttöön liittyvistä aiheista. Haastattelukysymykset olivat avoimet ja lisäksi haastateltavilla oli mahdollisuus vapaaseen sanaan. Vaikka testiryhmällä on kytkös uusiutuvaan energiaan, eivät muutossarjat olleet heille entuudestaan tuttuja.

Testiryhmäläisistä Testaaja 1, Testaaja 3 ja Testaaja 4 ajavat pääsääntöisesti kaupunkiajaja ja vain välillä maantieajaja. Testaaja 2 puolestaan ajaa pääsääntöisesti maantieajaja. Taloudelliseen ajotyyliin testaajat kiinnittävät huomiota vaihtelevasti. Testiryhmän asenne bioetanolin käyttöön auton polttoaineena on positiivinen. Erityisesti kotimaisuus nousi tärkeäksi arvoksi kierrätyksen ja metsäenergian käytön ohella.

Tavallisessa ajossa Testaaja 3 ja Testaaja 4 eivät huomanneet mitään eroa verratessa korkeaseosetanolilla ajaja bensiinillä ajajaan, kun taas Testaaja 1 ja Testaaja 2 kiinnittivät huomiota, että auto nykyi aiempaa enemmän vedättämällä ajettaessa. Testaaja 2 huomioi auton olevan tehokkaampi eräillä kierrosluvuilla ja lisäksi hän kiinnitti huomiota pakokaasun raikkaampaan tuoksuun.

Käynnistyksessä Testaaja 3 ja Testaaja 1 eivät ole huomanneet poikkeavuuksia verrattuna aiempaan. Testajan 2 auto puolestaan käynnistyy kylmänä vasta toisella yrittämällä ilman lämpötilasta riippumatta. Alle kymmenen asteen lämpötilassa Testajan 4 auto käynnistyy ensimmäisellä yrittämällä, mutta saattaa sammua heti käynnistymisen jälkeen. Uudella yrityksellä auto jää käyntiin. Yli

kymmenen asteen lämpötilassa Testaajan 4 auto käynnistyy ongelmitta. Testaajien autot ovat testauksen aikana käynnistyneet onnistuneesti viimeistään toisella käynnistysyrityksellä ilman moottorin esilämmitystä.

Testaajat eivät kokeneet ongelmaksi käynnistyksen haasteita, mutta kovien pakkasten vaikutuksia käynnistykseen ei pystytty arvioimaan, sillä pakkasasteet jäivät testauksen aikana alle kahdenkymmenen pakkasasteen. Lähtökohtaisesti korkeaseosetanolia käytettäessä suositellaan moottorin esilämmitystä pakkasella päästöjen vähentämiseksi, joten kovien pakkasten kylmäkäynnistyskokemukset eivät ole testitulosten arvioinnin kannalta olennaisia.

Korkeaseosetanoliin siirryttäessä testaajista Testaajan 2 ei tarvinnut muuttaa tankkauspaikkaa kuin hintasyistä. Testaajaa 3 ja Testaaja 4 joutuvat menemään tankkaamaan erikseen, koska E85-polttoainetta ei ole saatavilla tavallisten ajomatkojen varrella. Testaaja 1 muutti rutiiniaan käymisestä edullisinta polttoainetta myyvällä matkanvarrella olevalla asemalla siihen, että käy vain E85-polttoainetta tarjoavilla asemilla, jotka kuitenkin ovat matkan varrella. Merkittävämmäksi muutokseksi nousi tankkauspaikkojen etukäteissuunnittelun tarve, jos autolla lähtee kauemmas ja pois arkisilta ajoreiteiltä. Testaajat selvittivät sopivia tankkauspaikkoja netistä ennen ajomatkaa ja tämä etukäteissuunnittelu koettiin haastavaksi. Tihentyneeseen tankkauksen tarpeeseen suhtautuminen testaajilla oli neutraali ja kertatankkauksen matalampi hinta tuntui testaajista miellyttävältä ja kompensoi lyhentynyttä tankkausväliä. Testaajat kokivat tärkeäksi, että autoon voi tankata bensiiniä, jos korkeaseosetanolia ei ole saatavilla. Bioetanolin raaka-aineiden alkuperä, valmistustapa ja valmistusmaa koettiin tankkausten yhteydessä tärkeäksi.

Asennus sujui Testaajalla 1, Testaajalla 2 ja Testaajalla 4 ongelmitta ja nopeasti kestäen alle tunnista lähemmäs kahta tuntia. Testaajan 3 kohdalla puolestaan muutossarja osoittautui vääränlaiseksi ja tämän ensimmäinen viisi tuntia kestäneen asennusyrityksen jälkeen Testaaja 3 palasi asennukseen uudelleen saatuaan uuden laitteen. Tällöin asennus kesti reilu kaksi tuntia, jolloin prosessia hidasti epätietoisuus paperitöiden

osalta. Testiryhmäläisten mielestä laitetta ei kannata asentaa itse vaan asennus vaatii asiantuntijuutta. Asennuksen jälkeen autoihin ei ole tarvinnut tehdä huoltotoimenpiteitä, jotka liittyvät moottoriin tai polttoaineen syöttöön. Muutuskatsastus sujui kaikilla testaajilla hyvin ja ongelmitta kestäen 15:sta minuutista puoleen tuntiin.

eFlexFuel Commander 3 -sovelluksen käyttöä kokeilivat Testaaja 3, Testaaja 4 ja Testaaja 2. Testaajalla 3 sovellus toimi hyvin ja hän koki sen kiinnostavaksi. Testaajan 4 ja Testaaja 2 eivät puolestaan saaneet sovelluksella yhteyttä laitteeseen. Testaajan 1 puhelimeen ei Android -sovellusta pysty asentamaan.

Auton vaihdon uudempaan testaajat aikovat tehdä vasta siinä vaiheessa, kun se auton kunnan kannalta on välttämätöntä. Muutossarjan kanssa ajoa on autosta ja testaajan arvioista riippuen ainakin kaksi vuotta tai useampia. Ajoneuvon myyntihinnasta muutossarjan hinta saattaa vanhan auton kohdalla olla kymmeniä prosentteja, jolloin muutossarja saattaa nostaa ajoneuvon myyntiarvoa. Testaaja 1 pohtii, että muutossarja on taloudellisesti viisainta myydä erikseen tilanteessa, jossa auto on toiminnaltaan siinä kunnossa, että se on kannattavinta viedä romuttamolle.

Testaaja 1 kokee, että muutossarjan käyttö sopii henkilöille, joilla on mahdollisuus tankata korkeaseosetanolialia helposti. Testaajan 1 mielestä etanolikonversioprosessi onnistuu helposti keneltä tahansa. Testaaja 2 puolestaan kokee, että muutossarja kannattaa hankkia, jos asenne sitä kohtaan on positiivinen, sillä aluksi rutineja saattaa joutua muuttamaan ja tankkauksia suunnittelemaan. Alun jälkeen ajo korkeaseosetanolilla on Testaaja 2 mielestä helppoa. Testaaja 3 suosittelee muutossarjan asennusta, jos sen käytöstä on odotettavissa taloudellista hyötyä. Testaaja 4 puolestaan suosittelee muutossarjan hankintaa henkilöille, joilla on hieman vanhempi bensiauto, jonka käyttöä haluaa jatkaa, mutta haluaisi myös polttoaineen hinnassa säästöä ja ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon, eikä ole mahdollisuutta hankkia sähköautoa. Testaaja 4 kokee muutossarjan käytön olevan hyvä vaihtoehto henkilöstä riippumatta.



Testaaja 1 kokee, että muutossarjan käyttö ja pääosin korkeaseosetanolinilla ajaminen ei ole hankaloittanut hänen elämäänsä millään tavalla ja kokee miellyttäväksi tankata vähän vihreämpää polttoainetta. Testaaja 2 on tyytyväinen, että korkeaseosetanolin käyttö sujuu ongelmitta. Toiseen autoonsa Testaaja 2 hankkisi myös muutossarjan, mutta kyseisen ajoneuvon odotettavissa oleva käyttöikä on niin lyhyt, että hankinta ei ole taloudellisesti kannattavaa. Testaaja 2 myös kokee ratkaisuksi, että jos esimerkiksi todella kovilla pakkasilla kylmäkäynnistyksessä tulisi ongelmia voi bensiinin osuutta polttoaineessa lisätä tankkaamalla korkeaseosetanolin lisäksi myös tavallista bensiiniä, jolloin käynnistymisominaisuudet paranevat. Testaaja 3 kokee muutossarjan käytön toimivaksi vaihtoehdoksi omien kokemustensa perusteella.

Testaaja 4 koki testauksen onnistuneena päästessään tavoitteeseensa kuluttaa vähemmän fossiilisia polttoaineita ja hänen mielestään muutossarja on edullinen vaihtoehto muuttaa ajaminen ympäristöystävällisemmäksi. Testaaja 4 olisi tyytyväinen muutossarjan käyttöön, vaikka ajoneuvon käyttökustannukset pysyisivät samoina kuin aiemmin, sillä tärkeintä hänelle on biopolttoaineen käyttö. Testaaja 4 on myös positiivisesti yllätynyt siitä, kuinka helppo prosessi muutossarjan asentaminen oli ja että auto toimi sen jälkeen lähes samoin kuin ennen asennusta. Koko testiryhmä koki muutossarjan käytön positiiviseksi ja he aikovat jatkaa sen käyttöä. Tärkeimpänä motivaattorina ovat bensiinin käyttöä edullisemmat ajokustannukset.

### 7.3 Ajopäiväkirjat

Kaikille testiryhmän jäsenille olen koontanut heidän omiin ajopäiväkirjoihin täyttämiensä tietojen pohjalta ajopäiväkirjat, joissa on mukana tiedot autosta ja arviot vuosikustannuksista ennen muutossarjan asennusta ja sen jälkeen jolloin autoon on tankattu pääosin korkeaseosetanolia sekä etanolikonversion takaisinmaksuaika korkeaseosetanolilla ajettaessa. Ajopäiväkirjoissa käy ilmi tankkauspäivämäärät, tankatun polttoaineen litramäärä, polttoaine, keskipulutus, tankkauspaikka, ajetut kilometrit,

polttoaineen litrahinta sekä kertaostoksen hinta ja muut mahdolliset huomiot. Ajopäiväkirjoissa on merkittynä kaikki tankkauksista kerätty tieto, joka hieman vaihtelee testaajasta ja tankkauskerrasta riippuen. Osa testiryhmästä säilytti polttoaineen tankkauskuitit, joiden ansiosta osasta tankkauksista on yksityiskohtaista tietoa. Testitulosten arvioinnin kannalta olennaisimmat tiedot ovat ajatut kilometrit ja tankatut litrat, sekä polttoaineen laatu.

Näistä tiedoista olen laskenut energiasisältöhinnan, koska bensiinin ja korkeaseosetanolin kustannuksia ei voida vertailla litrahinnoittain kulutuksen erilaisuudesta johtuen. Energiasisältöhinnat puolestaan ovat verrannollisia keskenään kertoessaan polttoainekustannukset ajokilometreittäin. Tässä osiossa tarkastelen vain ajopäiväkirjojen kannattavuuden kannalta olennaisimpia osia. Täydet ajopäiväkirjat ovat liitteessä 1.

Testituloksiin vaikuttaa useat tekijät, kuten vuoden aika, joka heijastuu ajoon ja täten myös kulutukseen, testaajan henkilökohtaiset liikkumistarpeet, jotka vaikuttavat ajettuihin ajomatkoihin ja samalla myös tankkauspaikkoihin sekä testaajan ajokäyttäytyminen. Lisäksi kulutukseen vaikuttaa tankatun korkeaseosetanolin bensiinin pitoisuus, joka vaihtelee E85 - polttoaineella 70-85%:n välillä (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016c). Suomessa saatavilla olevat St1:n RE85 -polttoaine kuten myös ABC:n eko E85- polttoaine sisältävät bioetanolia 80-85% (St1 2016; SOK 2016). Eri muuttujien vaikutukset testituloksiin olivat kuitenkin etukäteen odotettavissa ja tuloksia on pitää arvioida muuttujien vaikutukset huomioiden. Testitulokset ovat tarkoitettu suuntaa-antaviksi eikä absoluuttiseksi totuudeksi muutossarjan käytöstä. Testaus ei vastaa tieteellistä tutkimusta johtuen muun muassa siitä, että testiolosuhde ei ollut vakio ja riittävän tarkkaa ohjeistusta testin suorittamisen yhteneväisyydestä ei ole ollut.

Kulutuksen keskiarvot on laskettu jokaisen tankkausvälin keskimääräisen kulutuksen arvoista sekä koko jakson ajatuista kilometreistä ja tankatuista litroista. Laskelmissa käytän koko jakson ajalta saatua kulutuksen keskiarvoa. Myös E85 -polttoaineen käytöstä olen laskenut keskiarvon, johon kuitenkin vaikuttaa vahvasti tavalliset bensiinitankkaukset

testauksen aikana, jolloin bensiinipitoisuus tankissa on ollut korkeampi kuin korkeaseosetanolilla ajettaessa yleensä. Kulutukseen kytköksissä olevissa keskiarvoissa ei ole huomioitu selvyuden vuoksi ajopäiväkirjojen siirtymätankkauksia bensiinistä korkeaseosetanoliin.

Polttoaineiden energiasisältöhinta on laskettu taulukoissa kahdella tavalla. Ensimmäisessä laskutavassa on käytetty testaajan omien tankkausten hintoja siinä määrin kuin ne ovat saatavilla. Tällöin energiasisältöhintaan vaikuttaa olennaisesti tankkauspaikan valinta, jota testaajilla rajaa heidän kotipaikkansa maantieteellinen sijainti sekä ajankohta, kuten vuodenaika, joka aiheuttaa muutoksia polttoaineiden hintoihin.

Toinen energiasisältöhinta on laskettu käytetyn polttoaineen hinnan vuosikeskiarvoa käyttäen, jolloin testiryhmän arvot ovat keskenään vertailukelpoisia kulutuksen näkökulmasta eikä niihin vaikuta vuodenaika ja polttoaineen tankkauspaikan hinnasto. Keskiarvon laskentaan on käytetty kuluttajahintaseurannan (2016) arvoja (Öljy- ja biopolttoaineala ry 2016d). Polttoaineen hinnan vuosikeskiarvo on laskettu testin päättymiskuukaudesta, kesäkuusta 2016 takautuvasti heinäkuuhun 2015. Tällöin litrahinnan keskiarvoksi saatiin 95 E 10 polttoaineelle 1,401 €/l, 98 E5 polttoaineelle 1,472 €/l ja E85 polttoaineelle 0,960 €/l.

Ajopäiväkirjoissa on laskettuna polttoaineen kulutuksen suhde prosentteina ennen muutossarjan asennusta suhteessa polttoaineen kulumiseen muutossarjan asennuksen jälkeen. Tällöin suhdeluvussa on mukana myös bensiinitankkaukset korkeaseosetanolitankkausten joukossa. Testiryhmän autojen tankissa olevan polttoaineen bensiinipitoisuutta olisi voinut tarkastella testin aikana, jos eFlexFuel Commander 3 -sovellus olisi toiminut kaikilla testaajilla.

#### 7.4 Kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset

Ajopäiväkirjojen, liitteessä 1, yhteydessä on jokaisen testaajan kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten arvio. Olen huomioinut ainoastaan kulut, joilla on merkitystä tai eroa bensiini- ja flexfuel-autojen välillä. Laskelmissa

olen käyttänyt ajopäiväkirjojen arvoja bensiinin ja korkeaseosetanolin hinnan sekä keskimääräisen kulutuksen osalta. Lähes kaikilla testaajista on eri vuosiajokilometrimäärät ja polttoaineiden hintojen keskiarvot vaihtelevat, joten näiden vaikutus on syytä tiedostaa vuosikustannuksia keskenään vertailtaessa.

Vuosikustannuksissa huomioidaan ajokilometrimäärä, jota testaaja arvioi vuodessa ajavansa. Ajoneuvoveron perusvero määräytyy vuoden 2016 voimassa olevan verotuksen mukaan, joko ajoneuvon kokonaismassasta tai hiilidioksidipäästöistä, riippuen siitä onko autosta saatavilla hiilidioksidipäästötietoja. Muutossarjan hinta on eFlexFuelin kesän 2016 hinnaston mukainen autoon sopivalle laitteelle. Asennuskustannukset ovat jokaisen testaajan todelliset asennuskustannukset lukuun ottamatta Testaajan 4 asennusta, johon hinnan puuttuessa on käytetty muun testiryhmän keskiarvoa. Muutoskatsastuskustannukset ovat testaajien käyttämien katsastusasemien tarjoukset muutoksastukselle. Hintapyynnöt on lähetetty heinäkuussa 2016.

Öljynvaihtokustannusten keskiarvo 75 € on laskettu Auto Jerry'n yhdeksästä testiautoille annetusta tarjouksesta. Öljyn osuus hinnasta on keskimäärin 30 €, joka on laskettu tarjouksista, joihin öljyn hinta oli eritelty. Saman tuloksen öljyn hinnalle saa laskettuna täyssynteettisen API SN - luokituksella varustetun Mobil 1 öljyn hinta autoon, jonka öljyn tarve on 4l. Laskelmassa öljyn hintana on käytetty Mobil 1 öljyn Motonetin heinäkuussa 2016 nettisivuillaan ilmoittamaa 7,48 €:n litrahintaa.

Kustannussäästöissä on laskettu vuosittainen kustannussäästö kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten osalta sekä laitteiston koroton takaisinmaksuaika vuosina sekä ajokilometreinä, jos ajokilometrit sekä muut kustannukset säilyvät muuttumattomina. Flexfuel-auton bensiinin ja korkeaseosetanolin tankkausten suhde huomioidaan vuosikustannuksia laskettaessa samana kuin se oli testauksen aikana.

Tarkastelen jokaisen testiryhmäläisen etanolikonversion takaisinmaksuaikaa, jonka jälkeen korkeaseosetanolilla ajo kääntyy voitolle verrattuna

ainoastaan bensiinillä ajoon. Laskelmissa ilmoitetaan myös ajettavien kilometrien määrä takaisinmaksussa ja vaikka vuosikustannuksissa on huomioituna vuosittaisena kustannuksena perusvero, voi kilometrimäärää tarkastella irrallisesti pelkkinä ajokilometreinä ajasta riippumatta.

Kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten laskelmien tulokset ovat arvioita, eivätkä huomioi ennakoimattomia muuttujia, kuten ajoneuvon korjaustarpeita tai polttoaineen hinnan vaihteluita.

## 7.5 Testitulosten keskiarvot, tulosten vertailu ja analysointi

Kulutusta kuten myös kiinteitä ja muuttuvia vuosikustannuksia, tarkastelen ennen muutossarjan käyttöön ottoa ja muutossarjan käyttöön oton jälkeen jolloin muutossarjan käyttöönoton jälkeen sisältyy laskelmiin myös satunnaiset bensiini tankkaukset. Jokainen testiryhmäläinen joutui tankkaamaan testauksen aikana hieman bensiiniä, koska korkeaseosetanolialia ei ollut saatavilla. Tilanteet, joissa korkeaseosetanolialia ei ole saatavilla ovat todennäköisiä, joten bensiinitankkausten laskeminen mukaan kulutukseen on kokonaisuus huomioiden tarpeellista.

### 7.5.1 Kulutus ja energiasisältöhintaerot

Taulukon 1 arvot on saatu käyttämällä testaajien keskiarvoja, joista on laskettu yhteinen keskiarvo. Testiryhmän keskimääräinen kulutus ennen laitteen käyttöönottoa kuviossa 1 on 8,05 l/100 km ja sen jälkeen mukaan luettuna satunnaiset bensiinitankkaukset 10,03 l/100 km. Kun kulutus lasketaan laitteen asennuksen jälkeen pelkälle korkeaseosetanolille, se on taulukon 1 mukaisesti 10,33 l/100 km. Täten ero kulutuksessa bensiinit mukaan tai pois laskettuna ei ole suuri. Keskimääräinen korkeaseosetanolilla ajoprosentti on 92 % ja muu osuus ajetaan bensiinillä. Bensiinin kohdalla on käytetty vain 95 E10 -bensiinin arvoja, jolloin laskelmissa

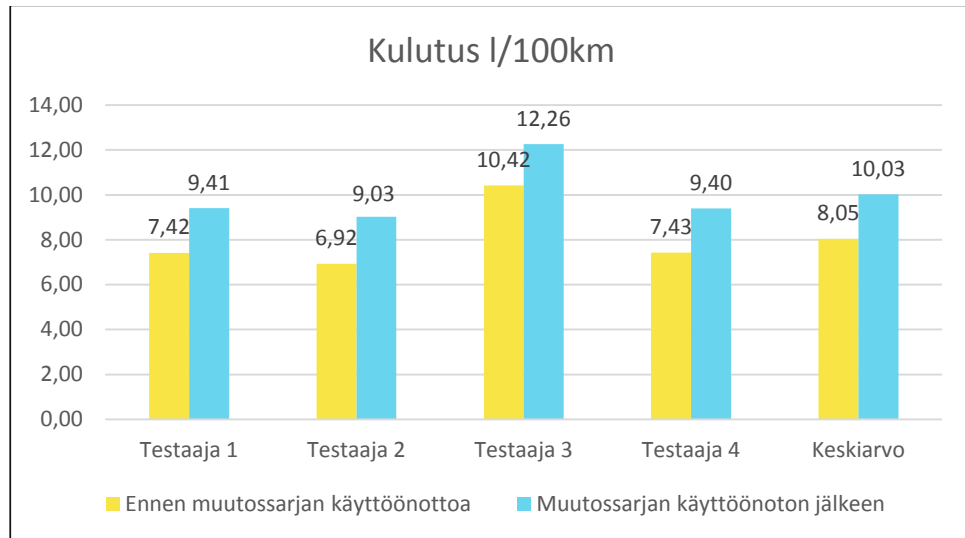
mukana olivat ainoastaan Testaaja 1 ja Testaaja 4, sillä Testaaja 2 ja Testaaja 3 ovat tankanneet testin aikana 98 E5 -benssiiniä. Korkeaseos-  
etanolin keskimääräiseen kulutukseen vaikuttavat alentavasti satunnaiset  
benssiinitankkaukset korkeaseosetanolitankkausten välissä.

## TAULUKKO 1. Testiryhmän polttoaineen kulutus

### Testiryhmän polttoaineen kulutus

Käytetty testiryhmän keskiarvoja

|                             |        |                           |
|-----------------------------|--------|---------------------------|
| Bensiini 95 E10             | 1,39   | €/l                       |
| Kulutus keskimäärin         | 8,05   | l/100km                   |
| Energiasisältöhinta         | 0,112  | €/km                      |
|                             | 11,196 | €/100km                   |
| <br>                        |        |                           |
| Korkeaseosetanoli E85       | 0,91   | €/l                       |
| Kulutus keskimäärin         | 10,33  | l/100km                   |
| Energiasisältöhinta         | 0,094  | €/km                      |
|                             | 9,393  | €/100km                   |
| <br>                        |        |                           |
| Energiasisältöhinnan erotus | 1,80   | €/100km                   |
| <br>                        |        |                           |
| <b>Kulutuksen suhde</b>     |        |                           |
| Korkeaseosetanolia kuluu    | 28,4   | % enemmän kuin benssiiniä |

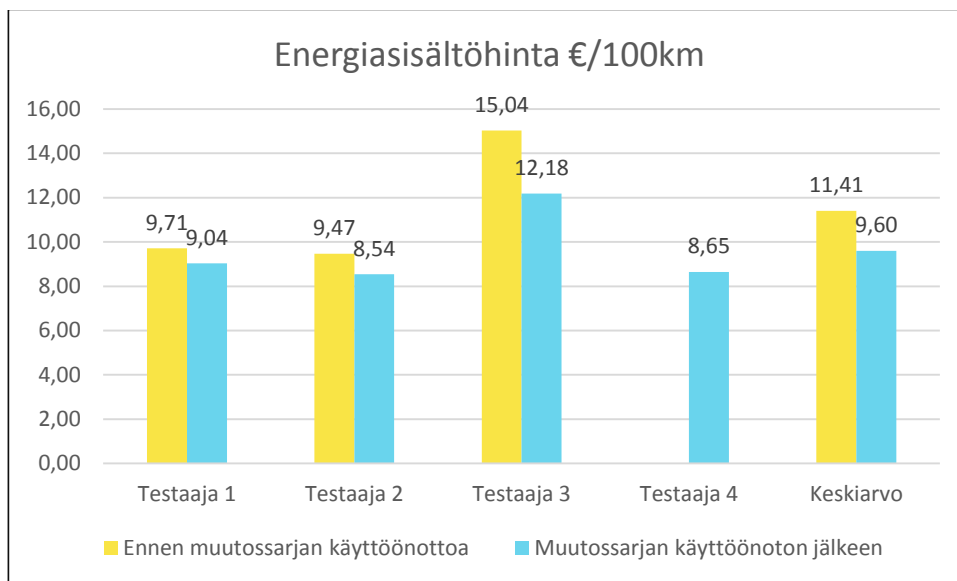


KUVIO 1. Polttoaineen kulutus

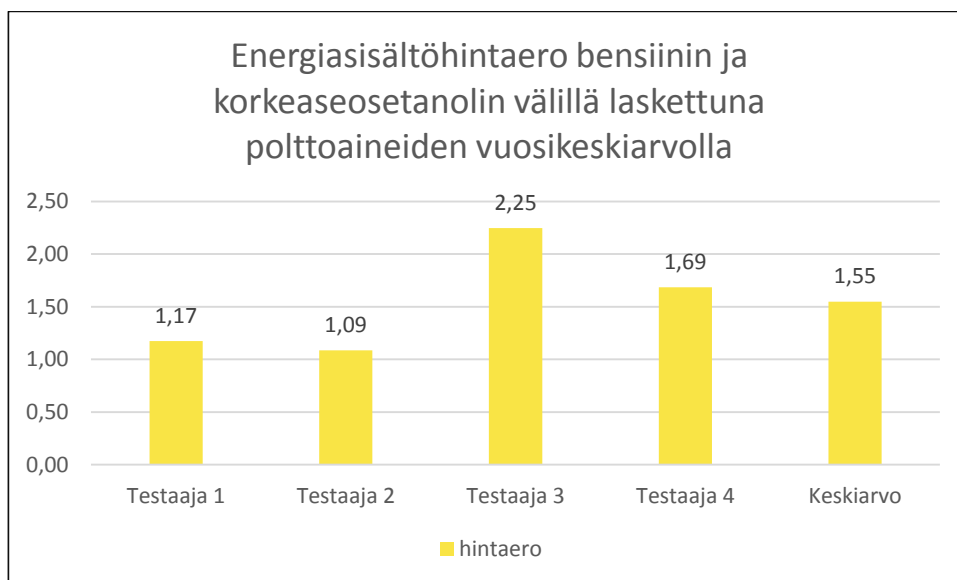
Keskimääräisesti korkeaseosetanolia kuluu testiryhmällä 28,4 %:a enemmän kuin bensiiniä. Motiva arvioi korkeaseosetanolia kuluvan noin 30 %:a enemmän kuin bensiiniä ja VTT:n mittauksissa noin 28 % enemmän kuin bensiiniä. Testiryhmän keskimääräinen kulutus sijoittuu näihin tuloksiin. Kulutuksen nousu johtuu etanolin bensiiniä pienemmästä energiasisällöstä. (StepOne Tech Oy 2016; Motiva 2016.)

Energiasisältöhinta taulukossa 1 on bensiinillä 0,112 €/km, joka on 0,018 € enemmän kuin korkeaseosetanolilla, jolla energiasisältöhinta on 0,094 €/km. Sadalla kilometrillä korkeaseosetanolin käyttö on testiryhmällä keskimäärin 1,80 € edullisempaa kuin bensiinin.

Energiasisältöhintaero vaihtelee kuvion 2 mukaisesti testaajasta riippuen ja on Testaajalla 3 testiryhmän suurin ja Testaajalla 1 pienin. Tämä ero on lähes suoraan verrannollinen myös kiinteisiin ja muuttuviin vuosikustannuksiin. Testaajan 4 kohdalla kaaviossa bensiinin energiasisältöhintaa ei ole, sillä luvut eivät ole merkittyinä ajopäiväkirjaan.



**KUVIO 2. Polttoaineen energiasisältöhinta**



**KUVIO 3. Energiasisältöhintaerot bensiinin ja korkeaseosetanolin välillä**

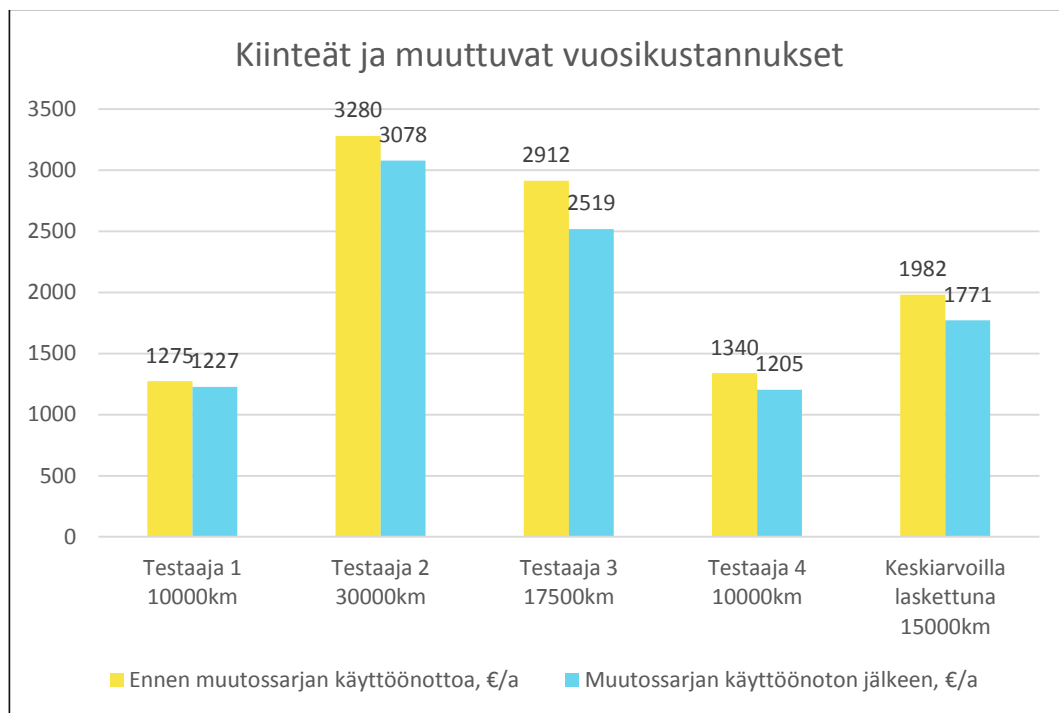


Polttoaineenhinnan vuosikeskiarvolla energiasisältöhintaerot laskettaessa, huomio painottuu kulutukseen, eikä energiasisältöhintaeroon vaikuta polttoaineen hinnan muutokset, jolloin energiasisältöhintoja voidaan vertailla testaajien välillä. Vuosikeskiarvolla laskettaessa energiasisältöhintaeroihin vaikuttavat auton ominaisuudet, ajettu matka ja ajotyylit. Vuosikeskiarvolla laskettaessa keskimääräinen säästö pääsääntöisesti korkeaseosetanolia käytettäessä on 1,55€ sadalla kilometrillä, kuten Kuviossa 3 selviää. Tämä on 0,26 € vähemmän kuin laskettuna testiryhmän keskimääräisestä energiasisältöhinnasta. Polttoaineiden hinnat ovat siis olleet suotuisat korkeaseosetanolin kannalta testauksen aikana.

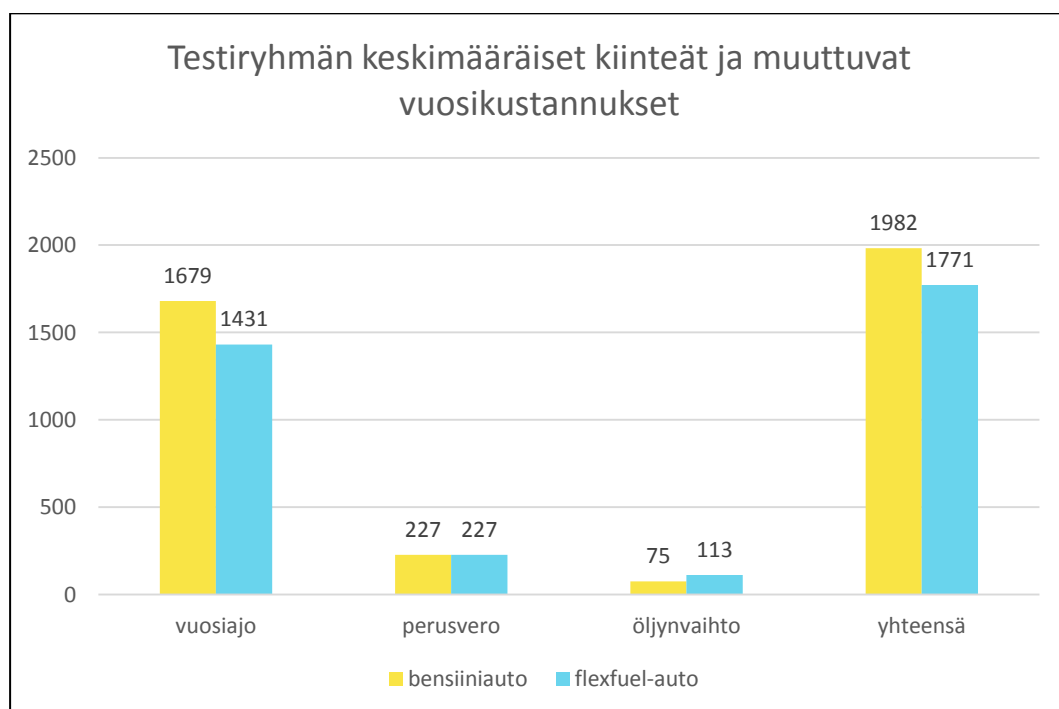
Polttoaineen hintojen vuosikeskiarvolla laskettaessa Testaajan 3 polttoaineen kulutuksella energiasisältöhintaero on huomattavasti suurempi kuin muulla testiryhmällä. Testaajalla 2 puolestaan hintaero on maltillinen. Pieni kulutus johtuu auton lisäksi Testaajan 2 taloudellisesta ajotyylisestä ja ajomatkasta, joka on lähes kokonaan tasaista maantieajoa.

#### 7.5.2 Muuttuvat vuosikustannukset

Muuttuvat vuosikustannukset vaihtelevat Kuvion 4 mukaisesti testaajien välillä ennen laitteen asennusta 1275 €:sta 3280 €:n ja muutossarjan käyttöönoton jälkeen 1205€:sta 3078€:on riippuen eniten ajokilometrien määrästä, joka vaikuttaa myös öljynvaihtokustannuksiin. Perusveron erot testaajien välillä ovat vähäiset.



KUVIO 4. Kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset



KUVIO 5. Testiryhmän keskimääräiset kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset

Kuviosta 5 nähdään, että kiinteissä ja muuttuvissa vuosikustannuksissa vuosiajon tuomaa säästöä bensiini ja flexfuel-auton välillä tasoittaa hieman öljynvaihтокustannukset, jotka kasvavat korkeaseosetanolilla ajettaessa.

## TAULUKKO 2. Muuttuvat vuosikustannukset

### Muuttuvat vuosikustannukset

Vuosikustannukset on laskettu bensiinin ja E85:n testiajan aikaisella käyttösuhteella. Huomioituna kulut, joilla on merkitystä tai eroa bensiini- ja flexfuel-autojen välillä.

|                          | Ennen muutossarjan<br>käyttöönottoa, €/a | Muutossarjan käyttöönoton<br>jälkeen, €/a |
|--------------------------|--|---|
| Testaaja 1               | 1275                                     | 1227                                      |
| Testaaja 2               | 3280                                     | 3078                                      |
| Testaaja 3               | 2912                                     | 2519                                      |
| Testaaja 4               | 1340                                     | 1205                                      |
| Keskiarvoilla laskettuna | 1982                                     | 1771                                      |

Keskimääräinen säästö muuttuvien kustannusten osalta 

|     |
|-----|
| 211 |
|-----|

 €  
Asennetun laitteiston takaisinmaksuaika 

|     |
|-----|
| 2,5 |
|-----|

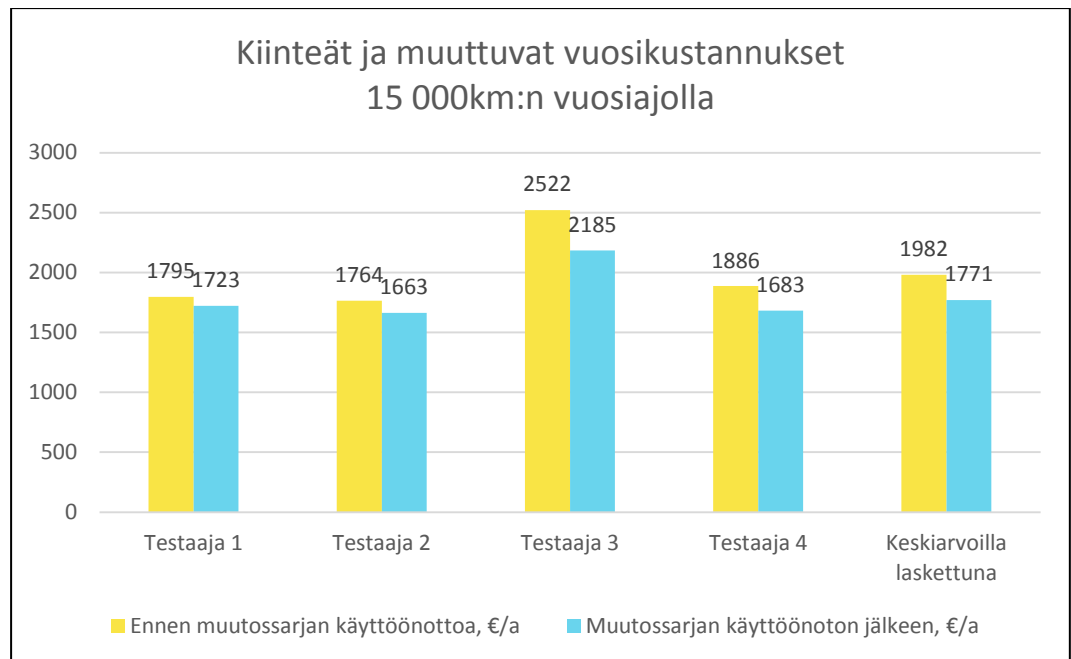
 a

Taulukossa 2 laitteen, sen asennuksen ja muutoksatsatuksen takaisinmaksuaika laskettuna vuosikustannusten keskiarvolla on 2,5 vuotta ja vuosittainen säästö kustannusten osalta 211 €. Taulukon 2 ja 3 mukaisesti testaajan 4 vuosiajomäärä ja kustannukset ovat lähes samat kuin Testaajalla 1, mutta ero ennen muutossarjan asennusta kustannuksiin muutossarjan asennuksen jälkeen on hivenen suurempi, jolloin takaisinmaksuaika on yli puolet nopeampi. Kustannusten kohdalla takaisinmaksuaikaan vaikuttaa ratkaisevasti pienet erot kiinteissä ja muuttuvissa vuosikustannuksissa. Testaajan 3 nopea muutossarjan

takaisinmaksuaika puolestaan johtuu kulutuksen vähäisestä muutoksesta muutossarjan käyttöönoton jälkeen yhdistettynä kalliiseen bensiiniin. Polttoaineen kulutus hänellä oli 17,65 %:a korkeampi ajettaessa pääosin korkeaseosetanolilla kuin bensiinillä ajettaessa. Bensiinillä ajettaessa polttoaineen kulutus on 10,44 l/100km ja bensiinin hinta 1,45 €/l, joka on testiryhmän kalleinta.

### TAULUKKO 3. Etanolikonversion takaisinmaksuaika

|                          | vuosiajo<br>km/a | takaisinmaksu |         |
|--------------------------|------------------|---------------|---------|
|                          |                  | a             | km      |
| Testaaja 1               | 10 000           | 10,3          | 102 849 |
| Testaaja 2               | 30 000           | 2,4           | 71 573  |
| Testaaja 3               | 17 500           | 1,5           | 25 676  |
| Testaaja 4               | 10 000           | 4,1           | 40 546  |
| Keskiarvoilla laskettuna | 15 000           | 2,5           | 37 500  |



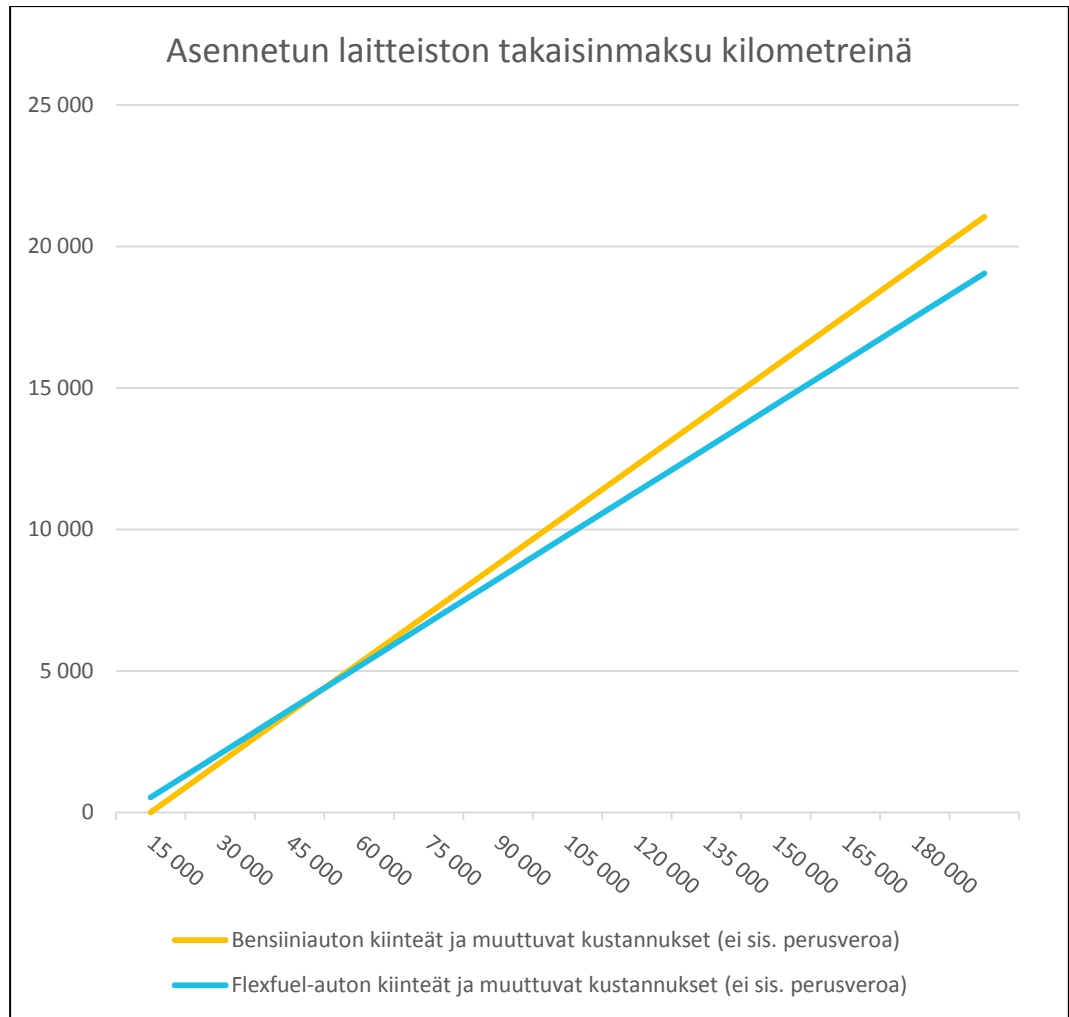
KUVIO 6. Kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset 15 000 km:n vuosiajolla

Vuosikustannusten säästöön vaikuttaa vahvasti ajettujen kilometrien määrä kuten taulukosta 5 huomaa. Runsaalla ajolla muiden vuosikustannusten rooli pienenee entisestään ja kannattavuus paranee bensiinin ja korkeaseosetanolin hintaeron mukaan. Esimerkiksi Testaajalla 2 säästö korkeaseosetanolin ja bensiinin välillä on suhteellisen pieni, mutta 30 000 km:n vuosiajo korostaa hintaeroa ja lyhentää maksuajan 2,4 vuoteen. 10 000 km:n vuosiajolla Testaajalla 2 takaisinmaksuaika olisi 7,2 vuotta ja säästö vuodessa vain 67 €. Testaajalla 1 sama pätee vastakkaisesti; jos 10 000 km:n vuosiajo kasvaisi 30 000 km:in maksuaika lyhenisi 10,3:sta vuodesta 3,4:än vuoteen. Samoilla vuosiajokilometrimäärillä vuosikustannukset ovat testiryhmäläisillä lähellä toisiaan eikä säästöissä ole suurta eroa kuvion 6 mukaisesti.

Tästä pystytään vetämään johtopäätös kuvion 7 mukaisesti, että korkeaseosetanolilla ajo on sitä kannattavampaa, mitä enemmän ajokilometrejä vuodessa kertyy, sillä vuotuinen ajomäärä on polttoaineen

hintaeron jälkeen merkittävin vaikuttaja kannattavuuteen. Täten bensiinin ja korkeaseosetanolin hintaero on ratkaisevassa roolissa taloudellisen kannattavuuden kannalta. Hintaeron on oltava riittävän suuri, jotta ajo kulutukseltaan suuremmalla korkeaseosetanolilla tulee kannattavaksi. Testaajan 1 kohdalla, jos bensiinin hinta pysyisi ennallaan, mutta muutosarjan asennuksen jälkeen käytettävän polttoaineen hinta nousisi 0,07 €/l eli 0,96 €/l:sta 1,03 €/l muuttuisi pääosin korkeaseosetanolilla ajamisen vuosikustannukset suuremmiksi kuin pelkällä bensiinillä ajettaessa. Testaajalla 2 puolestaan polttoaineen hinnan nousu muutossarjan asennuksen jälkeen 0,08 €/l muuttaisi ajon kannattamattomaksi. Tällöin 97 % korkeaseosetanolilla olevan polttoaineen hinta 0,96 €/l muuttuisi 1,04 €/l.

Kuten kuvioista 2 ja 3 huomataan, energiasisältöhintaero bensiinin korkeaseosetanolin välillä on suhteellisen pieni ja muutamien senttien muutokset polttoaineiden hinnassa lähemmäs toisiaan muuttavat korkeaseosetanolilla ajon taloudellisesti kannattamattomaksi. Testaajan 1 ja Testaajan 4 vuosiajomäärä on sama ja kustannukset lähellä toisiaan, mutta pienet erot polttoaineiden hinnoissa tekevät Testaajan 1 vuosikustannuksista lähes kolme kertaa Testaajan 4 kustannuksia kalliimmat.



KUVIO 7. Asennetun laitteiston takaisinmaksu kilometreinä

Tyypillisimmin henkilöautoihin soveltuu 4-sylinterin muutossarja kuten myös kaikkiin testiryhmän autoihin. 4-sylinterinen muutossarja on eFlexFuel-muutossarjoista edullisin ja hinnaltaan 329 €. Jos testiryhmän autot olisivat vaatineet useampi sylinterisen ja samalla kalliimman muutossarjan, takaisin maksuaika olisi pidentynyt. Testaajan 4 kohdalla takaisinmaksuaika piteneisi reilun vuoden, jos muutossarja olisi kalleimman 12-sylinterisen muutossarjan hintainen eli 489 €. Muutossarjan hinnan vaihtelun vaikutus takaisinmaksuun on kuitenkin melko maltillinen. Muutossarjan ja muiden etanolikonversiokustannusten kallistuminen tai

halpeneminen vaikuttavat takaisinmaksuaikaan hidastavasti tai nopeuttavasti.

## 7.6 Herkkyyslaskelmat

Herkkyystarkasteluissa, liitteessä 1, huomioin verot, jotka vaikuttavat korkeaseosetanolilla ajon kannattavuuteen. Tällaisia ovat polttoaineiden valmistevero ja ajoneuvoveron perusvero sekä käyttövoimaveron.

Herkkyyslaskelmat olen tehnyt testiryhmän kulutuksen, polttoainehintojen sekä kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten keskiarvoille. Herkkyyslaskelmien tulokset ovat suuntaa-antavia arvioita muutoksista.

Tarkastelin laskelmissa nestemäisten polttoaineiden valmisteveromuutoksia, joista hallitus on tehnyt lakiesityksen eduskunnalle (Hallituksen esitys HE 34/2015). Lisäksi tarkastelen flexfuel-auton käyttövoimaveron voimaantulemistä sekä perusveron madaltumista, joka olisi mahdollinen tulevaisuudessa, jos ajoneuvoverossa huomioitaisiin polttoaineen elinkaari.

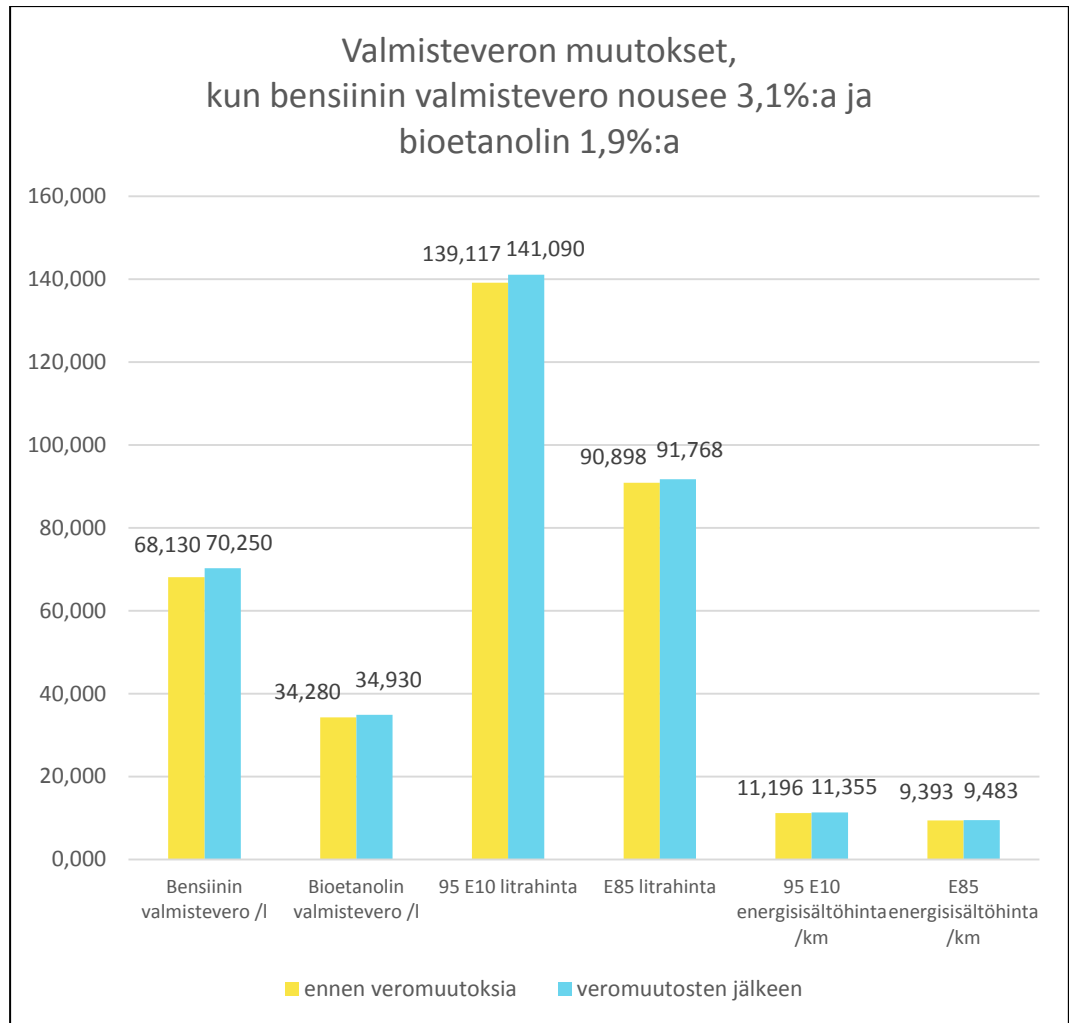
### 7.6.1 Valmisteveron herkkyys

Valmisteveron muutosta laskin hallituksen lakiesityksen mukaan, jossa bensiinin valmistevero nousee 3,1 % ja kierrätysraaka-aineista valmistetun bioetanolin 1,9 %. Muutoksen laskin 95 E10 -polttoaineelle niin, että polttoaineessa on 90% bensiiniä ja 10 % bioetanolina. E85-polttoaineen kohdalla laskin bioetanolina olevan 85 % ja 15 % bensiiniä. Bioetanolin veromuutosarvoina käytin tuplalaskettavan bioetanolin arvoja. Todellisuudessa polttoaineiden bensiini- ja etanolipitoisuudet vaihtelevat ja esimerkiksi bensiinissä voi bioetanolin sijaan olla myös muita biokomponentteja, jolloin veromuutos on erilainen kuin laskelmissani. Tämän vuoksi tuloksia on tarkasteltava suuntaa-antavina. Todellisuudessa valmisteverojen



muutokset eivät välttämättä näy suoraan eikä samassa suhteessa kuluttajahinnoissa.

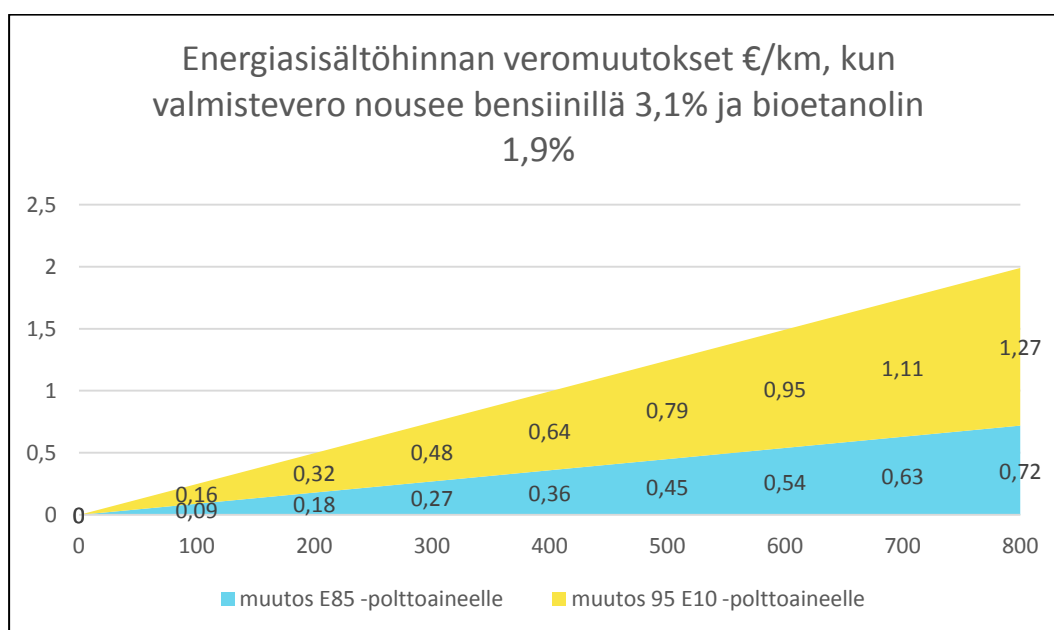
Polttoaineen valmisteveron muutoksen laskin testiryhmän keskimääräisen polttoaineen hinnan kautta. 95 E10 -polttoaineen kohdalla bensiinin pitoisuus on 90%. Laskin veron määrästä, joka on ilmoitettu sentteinä per litra, 90%:n osuuden sekä samaten polttoaineen litrahinnasta 90 % osuuden. Verottomaan osuuteen hinnasta lisäksi veron osuuden, jonka laskin nousevaksi hallituksen esityksen mukaisesti 3,1 %:a. 95 E10 -polttoaineen biokomponenttien osuuden kohdalla laskin samalla tavoin bioetanolin osuuden olevan 10 %:a kokonaismäärästä sekä litrahinnasta. E85-polttoaineen veromuutoksen laskin samalla periaatteella kuin 95 E10 -polttoaineen kohdalla laskemalla prosentuaalisen nousun hinnan verolliseen osuuteen.



**KUVIO 8. Valmisteveron muutokset**

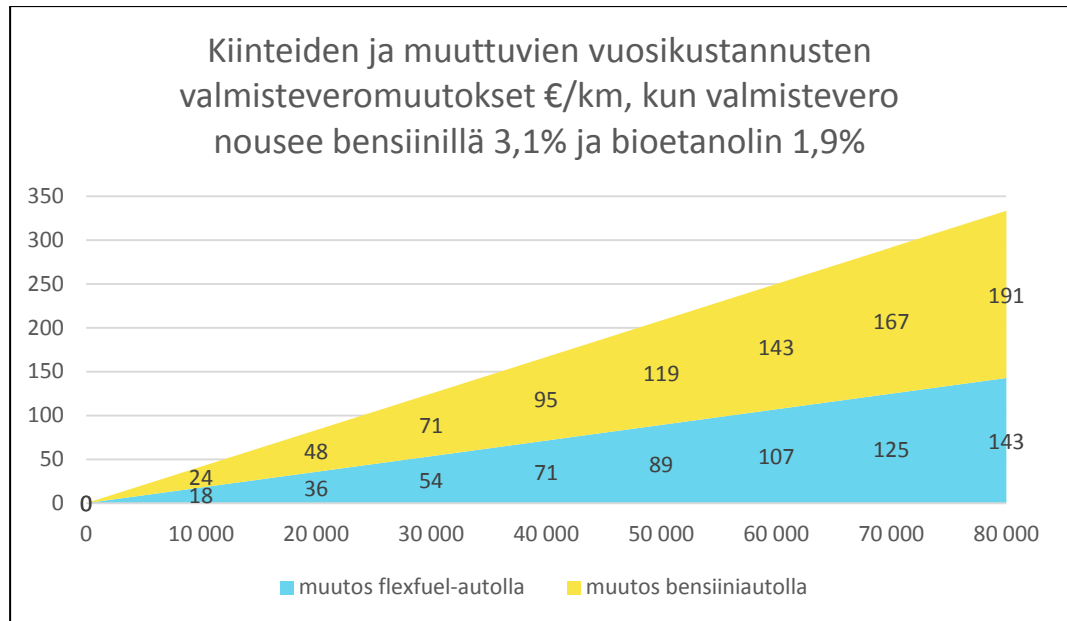
Jos valmistevero nousee hallituksen ehdotuksen mukaisesti bensiinin kohdalla 3,1 % ja tuplalaskettavan bioetanolin kohdalla 1,9 % polttoaineen hinnan muutos on kuviossa 8 95 E10 -polttoaineen kohdalla 0,02 € ja E85 -polttoaineen kohdalla 0,009 €. Vuosikustannustasolla testiryhmän keskiarvoilla laskettuna ajo ennen muutossarjan asennusta on 23€ kalliimpaa veromuutoksen jälkeen kuin ennen sitä ja muutossarjan asennuksen jälkeinen ajo on 18 € kalliimpaa kuin ennen veromuutosta. Veromuutos kasvattaa 95 E10 -polttoaineen ja E85-polttoaineen hintaeroa, mikä merkitsee samalla sitä, että säästö kiinteiden ja muuttuvien kustannusten

kohdalla kasvaa, jolloin myös takaisinmaksuaika lyhenee. Testiryhmän keskiarvoilla laskettaessa etanolikonversion takaisinmaksuaika on 2,5 vuotta ja veromuutoksen jälkeen se on 2,4 vuotta. Voidaan todeta, että hiilidioksidiin painottuvat veronmuutokset ovat korkeaseosetanolille suotuisia suhteessa bensiiniin.



KUVIO 9. Energiasisältöhinnan veromuutokset

Kuten kuvioista 9 käy ilmi, valmisteverojen nousu kohdistuu voimakkaammin 95 E10 -polttoaineelle kuin E85-polttoaineelle. Samoin kuviossa 10 muutos vuosikustannustasolla on selkeästi suurempi bensiini kuin flexfuel-autolla. Veromuutokset nostaisivat testiryhmän keskiarvoista laskettuna 95 E10 -polttoaineen ja E85-polttoaineen energiasisältöhinnan erotuksen sadalla kilometrillä 1,80 €:sta 1,87 €:on, jolloin säästö polttoaineiden välillä nousisi 0,07 €/100 km.



KUVIO 10. Kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten valmisteveromuutokset

#### 7.6.2 Käyttövoima- ja perusveron herkkyys

Käyttövoimaveroa maksetaan jokaiselta alkavalta 100 kg:lta per päivä. Jos muu verotus pysyisi ennallaan, mutta flexfuel-autoille asetettaisiin käyttövoimavero, joka olisi saman suuruinen kuin kaasuautoilla eli 3,1 snt per pv/alkava 100 kg olisi veron suuruus testiryhmän keskiarvoilla laskettaessa 191 € per vuosi. Vero aiheuttaa sen, että säästö flexfuel-autolla ajamisesta suhteessa bensiiniautolla ajamiseen testiryhmän keskiarvoilla laskettaessa putoaisi 220 €:sta 19 €:on kuten taulukosta 4 nähdään. Käyttövoimaveron voimaantulo kaasuauton veromäärällä tekisi testiryhmän keskiarvoilla laskettaessa muutossarjan takaisinmaksuajasta sen toteutumisen kannalta epärealistisen pitkän.

Samoin muutos perusverossa vaikuttaisi huomattavasti. Jos perusverossa huomioitaisiin, mitä polttoainetta auto käyttää ja perusvero olisi alhaisempi kierrätysraaka-aineista valmistetulla bioetanolilla kulkevalle autolle,

muuttuisi korkeaseosetanolilla ajo tämänhetkistä kannattavammaksi eikä olisi niin herkkä hinnan muutoksille. Muutoksen olisi kuitenkin oltava kymmeniä euroja, jotta hyöty olisi vakaampi. Jos muu verotus pysyisi ennallaan ja flexfuel-autolla perusvero laskisi testiryhmän keskiarvo 227 €:sta 40 %:a eli 90€:a, asennetun laitteiston takaisinmaksuaika lyhenisi 2,5:stä vuodesta 1,8 vuoteen taulukon 4 mukaisesti. 10 %:n eli 23 €:n veroalennuksella takaisinmaksu aika lyhenisi 2,3 vuoteen. Flexfuel-auton perusveron laskemisella on suora ja selkeä vaikutus takaisinmaksuaikaan. Perusveron vuosikustannusten hintamuutokset eivät ole suhteessa ajettuihin kilometreihin, josta johtuen perusveron aleneminen tekisi korkeaseosetanolin käytöstä kannattavampaa etenkin vähäisillä vuosikilometrimäärillä.

#### TAULUKKO 4. Veromuutosten aiheuttamat kustannussäästöt

##### Kustannussäästöt

|  |       |        |    |
|--|-------|--------|----|
| Säästö kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten osalta |       | 211    | €  |
| Asennetun laitteiston takaisinmaksuaika                  | 2,5 a | 37 461 | km |

##### Kustannussäästöt, jos bensiinin valmistevero nousee 3,1%:a ja bioetanolin 1,9%:a

|   |       |        |    |
|---|-------|--------|----|
| Säästö kiinteiden ja muuttuvien kustannusten osalta |       | 220    | €  |
| Asennetun laitteiston takaisinmaksuaika             | 2,4 a | 35 849 | km |

##### Kustannussäästöt, jos flexifuelauton käyttövoimaveron on 3,1 snt/pv/alkava 100kg

|   |        |         |    |
|---|--------|---------|----|
| Säästö kiinteiden ja muuttuvien kustannusten osalta |        | 19      | €  |
| Asennetun laitteiston takaisinmaksuaika             | 27,2 a | 408 260 | km |

##### Kustannussäästöt, jos flexifuelauton perusvero laskee 40%:a

|   |       |        |    |
|---|-------|--------|----|
| Säästö kiinteiden ja muuttuvien kustannusten osalta |       | 301    | €  |
| Asennetun laitteiston takaisinmaksuaika             | 1,8 a | 26 251 | km |

## 7.7 Laskelmapohja taloudelliseen kannattavuuteen ja herkkyystarkasteluihin

Laskelmapohjan, liitteessä 2, tarkoitus on helpottaa muutossarjan hankinnan kannattavuuden arvioimista omaan autoon. Laskelmapohjaa voi käyttää työkaluna arvioitaessa korkeaseosetanolilla ajon kustannuksia. Laskelmat eivät kuitenkaan huomioi yllättäviä muutoksia vaan keskittyvät suuriin linjoihin ja ennakoitaviin muuttujiin. Laskelmapohjassa tyhjiin soluihin lisätään omaan ajoon ja autoon liittyvät arvot, jolloin taulukko laskee kulutuksen ja kiinteät ja muuttuvat vuosikustannukset.

Kulutuksen kannattavuutta arvioitaessa laskelmapohjaan syötetään polttoaineiden hinnat ja kulutuksen keskiarvo, jolloin saadaan energiasisältöhinnat sekä bensiinille että korkeaseosetanolille. Arvot ovat vertailukelpoiset keskenään ja havainnollistavat kulutuksen ja taloudellisten kustannusten eroja. Taulukko laskee arvion korkeaseosetanolin kulutukseen käyttäen laskelmissa korkeaseosetanolin ja bensiinin teoreettisia energiasisältöhintoja. Bioetanolin teoreettinen energiasisältö on 21 MJ/l, kun taas bensiinin 32 MJ/l, joten korkeaseosetanolin, jonka bioetanoliprosentti on 85, energiasisältö on 23 MJ/l (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 28/2009, EY). Näillä arvoilla laskettuna korkeaseosetanolin energiasisältö on 28 % pienempi kuin bensiinin, jolloin korkeaseosetanolia kuluu teoreettisesti 39 %:a enemmän kuin bensiiniä. Luku on todellista kulutusta huomattavasti suurempi, mihin vaikuttaa muun muassa bioetanolin sisältämä happi, joka parantaa palamistulosta. Lisäksi on huomioitava, että pääasiassa talviaikaan sijoittuvan testin vuoksi bensiinin osuus polttoaineessa on todennäköisesti ollut enemmän kuin 15 %:a, sillä korkeaseosetanolin bioetanoliosuus vaihtelee 70-85 %:n välillä. Kulutuksen tulos ei myöskään huomioi ajotottumuksissa olevia eroja eikä muitakaan muuttujia.

Laskelmapohjan kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten osuus on toteutettu samalla kaavalla kuin ajopäiväkirjojen yhteydessä poikkeuksena se, että tiedot täytetään itse. Joissakin kohdissa, kuten muutossarjan hinnan kohdalla, kerrotaan testiryhmän keskiarvo, jota voi käyttää

lomaketta täytettäessä, jos kaikki tarvittavat arvot eivät ole tiedossa. Laskelmapohjia on omansa vuodelle 2016 ja 2017, koska ajoneuvoveron perusvero nousee vuoden 2017 alusta.

Kustannuksiin muutossarjan asennuksen jälkeen määritellään vuotuiset prosenttiosuudet korkeaseosetanolilla ja bensiinillä ajolle, joka auttaa huomioimaan laskelmatuloksessa realiteetin, että korkeaseosetanolialla ei aina välttämättä ole saatavilla.

eFlexFuel-muutossarjan valmistaja suosittelee korkeaseosetanolilla ajettaessa käyttämään täyssynteettistä öljyä, jolla on API SN -luokitus. Laskelmapohjassa öljynvaihtohinnan voi syöttää itse, joka mahdollistaa öljymerkin vaihdon huomioimisen. Suositellun öljyn hinta saattaa poiketa aiemmin käytetyn öljyn hinnasta. Samoin jos öljyt vaihtaa itse, voi öljyjenvaihtohinnaksi syöttää ainoastaan öljyjen ja öljyn suodattimen hinnan ja jättää summasta työn osuuden pois.

Laskelmapohjan herkkyystarkasteluissa tyhjiin soluihin täytetään mahdolliset veromuutokset. Vaihtoehtoina ovat valmistevero sekä ajoneuvoveron perusvero ja käyttövoimaveron. Näistä voi täyttää osan tai kaikki tarpeen mukaan.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 8.1 Yhteenveto muutossarjan käyttökokemuksista

E85-muutossarjan testauksen tutkimustulokset antoivat vastaukset kysymyksiin, joita testauksella lähdettiin etsimään. Testiryhmän asenne bioetanolin käyttöön auton polttoaineena on myönteinen. Erityisesti kotimaisuus nousi tärkeäksi arvoksi. Testaajat suhtautuivat etanolikonversioon ja sen tuomiin muutoksiin positiivisesti. Positiiviseen asenteeseen liittyy varmasti testaajien lähtökohdat ja kiinnostus aiheeseen; haastattelun tulokset saattaisivat olla erilaiset testaajilla joilla kytköstä uusiutuvaan energiaan ei ole. Toki taloudellinen hyötyminen ja ekologisempi ajo ovat motivaattoreita, jotka saattavat mennä pienten haasteiden ja arkirutiinien muutosten ohi kenellä tahansa.

Merkittävimmät muutokset siirryttäessä bensiinistä pääsääntöisesti korkeaseosetanolin käyttöön olivat testiryhmällä kylmäkäynnistymisen muutokset, auton nykiminen vedättäessä, tankkausrutiinien muuttuminen, tankkausten etukäteen suunnittelu, tihentynyt tankkausväli, halvempi hinta tankatessa ja kokemus ekologisemmasta ajosta ja lisäksi tehokkuuden nousu tietyillä kierrosluvuilla sekä pakokaasun raikkaampi tuoksu. Näistä muutoksista jokaista ei ilmennyt kaikilla testiryhmän jäsenillä. Testiryhmä koki muutokset kaiken kaikkiaan harmittomina ja lähinnä rutinoitumista vaativina.

Etanolikonversioprosessin testaajat kokivat helpoksi. Muutossarjan asennus sujui testaajilla hyvin Testaajaa 3 lukuun ottamatta, joka joutui käymään asennuksessa kahteen otteeseen ja ylimääräisiä asennustunteja sekä ajokilometrejä kertyi runsaasti. Muutoskatsastus puolestaan onnistui kaikilla nopeasti ja helposti.

Testaajat kokivat korkeaseosetanolin käyttämisen helppona ja hyvänä vaihtoehtona. Ratkaisuna käynnistymisen muutoksiin ne häiritsevinä koettaessa, voi autoon tankata tavallista bensiiniä korkeaseosetanolin lisäksi parantamaan käynnistysominaisuuksia. Tämä toki vaikuttaa



vuosikustannuksiin bensiinin tankkausmäärän osalta. E85-polttoainetta tarjoavien tankkauspaikkojen määrän puolestaan voidaan olettaa lisääntyvän bioetanolin tuotannon kasvaessa ja samalla tankkauspaikan etukäteissuunnittelun tarve vähenee. Tällöin korkeaseosetanolin käyttö on entistä vaivattomampaa.

Testaajien omien kokemusten sekä ajatusten pohjalta voidaan todeta, että muutossarjan käyttöönotto vaatii positiivisen suhtautumisen auton käytön arkimuutoksiin, joita korkeaseosetanolilla ajo tuo. Uusiin rutiineihin tottumisen jälkeen ajaminen korkeaseosetanolilla on helppoa ja vaatii vain öljyjen vaihdon 10 000km välein sekä bensiinin tankkaukseen verrattuna tiheämmät tankkauskerrat.

Kaiken kaikkiaan testaajat kokivat korkeaseosetanolin käytön auton polttoaineena hyväksi ja taloudelliseksi vaihtoehdoksi sekä hienoksi mahdollisuudeksi käyttää pääsääntöisesti kotimaisista raaka-aineista kotimaassa valmistettua polttoainetta.

## 8.2 Yhteenveto taloudellisesta kannattavuudesta

Taloudellisen kannattavuuden tutkimustulokset olivat odotettavissa olevia ja esimerkiksi testiryhmän keskimääräinen kulutuksen kasvu oli sama kuin VTT:n tutkimustuloksissa. Kulutuksen osalta korkeaseosetanolia kuluu testiryhmällä keskimäärin 28,4%:a enemmän kuin bensiiniä, mutta energiasisältöhintaero bensiinin ja korkeaseosetanolin välillä on testiryhmällä keskimäärin 1,803€/100km, mikä tarkoittaa edullisempia polttoainekustannuksia korkeaseosetanolilla ajettaessa suuremmasta kulutuksesta huolimatta.

Ero kiinteissä ja muuttuvissa vuosikustannuksissa ennen muutossarjan asennusta verrattuna aikaan muutossarjan asennuksen jälkeen on suhteellisen pieni. Muutossarjan, sen asennuksen ja laitteen muutokastakuksen takaisinmaksun kannalta auton käyttöön pitäisi sitoutua useaksi vuodeksi. Tämä johtuu etanolikonversion takaisinmaksuajasta, joka on

testiryhmällä lyhimmillään tämän hetkisillä ajokustannuksilla 1,5 vuotta ja pisimmillään 10,3 vuotta, joka on epärealistinen saavuttaa, koska vanhan auton käyttöikä ei tule olemaan niin pitkä. Testaajista kolmella neljästä etanolikonversion takaisinmaksu ja ajossa voitolle pääsy verrattuna pelkällä bensiinillä ajoon on odotettavissa, jos yllättäviä muuttujia ei ilmene. Auton poistuessa käytöstä on muutossarja mahdollista asennuttaa uuteen autoon, jos se on siihen sopiva tai myydä eteenpäin. Kaikki testaajat saavat kuitenkin säästöä kiinteissä ja muuttuvissa vuosikustannuksissa verrattuna aiempaan. Etanolikonversion takaisinmaksuaika on realistinen tarkasteltaessa muutossarjan, takaisinmaksuaikaa myös keskimääräisesti, sillä testiryhmän kiinteiden ja muuttuvien vuosikustannusten keskiarvolla laskettuna takaisinmaksuaika on 2,5 vuotta ja vuosittainen säästö 211€.

Testaajista eniten taloudellista hyötyä muutossarjan asennuksen jälkeen saa Testaaja 3 arviolta 393€:n vuosittaisilla säästöillä bensiinillä ajoon verrattuna ja vähiten Testaaja 1, jolla säästö muuttuvien vuosikustannusten kohdalla on vain 48€. Testaajan 2 202€:n ja Testaajan 4 136€:n vuosisäästöt asettuvat tähän väliin.

Merkittävimmät syyt taloudelliseen kannattavuuteen on polttoaineiden hintaero sekä ero kulutuksessa bensiinillä ja korkeaseosetanolilla ajettaessa. Mitä pienempi ero kulutuksessa eri polttoaineiden välillä on ja mitä suurempi ero hinnassa, sitä enemmän säästöä muutossarjan käytöstä voi saada. Kulutuksen prosentuaalinen kasvu bensiinistä pääsääntöisesti korkeaseosetanoliin siirryttäessä vaihtelee kaikilla testaajilla kuten myös polttoaineiden hintaero

Kulutuksesta juontava toinen merkittävä vaikutus taloudelliseen kannattavuuteen on ajokilometreillä. Hintaero bensiinillä ja korkeaseosetanolilla ajossa on suhteellisen pieni, joten taloudellinen hyöty luonnollisesti korostuu, mitä enemmän ajokilometrejä kertyy. Tällöin myös perusveron rooli pienenee kokonaiskustannuksissa, mutta sillä ei ole vaikutusta taloudelliseen kannattavuuteen, koska se on sama sekä bensiini- että flexfuel-autoilla. Öljyjen vaihtokustannukset määrittävät

ajettujen kilometrien mukaan, joten niiden vaikutus kannattavuuteen säilyy aina samassa suhteessa ajokilometrien kanssa. Öljyjen vaihtoväli kuitenkin lyhenee bensiinistä korkeaseosetanoliin siirryttäessä, mikä lisää öljyjenvaihtokustannuksia flexfuel-autolla verrattuna bensiinillä ajoon.

Etanolikonversion kustannukset, mukaan lukien laite, sen asennus ja muutoskatsastus ovat kustannusten takaisinmaksun kannalta olennaisessa osassa. Jos kustannukset laskevat, takaisinmaksuaika on lyhyempi ja päinvastoin. Etanolikonversiokustannukset vaikuttavat siihen, milloin korkeaseosetanolilla ajo alkaa olla kannattavaa suhteessa bensiinillä ajoon.

Koko testiryhmän muuttuvien vuosikustannusten keskiarvojen kanssa muutoksia tarkasteltaessa ajo korkeaseosetanolilla muuttuu entistä kannattavammaksi suhteessa bensiiniin hallituksen eduskunnalle esittämien valmisteveromuutosten jälkeen (Hallituksen esitys HE 34/2015). Tämä johtuu hiilidioksidipäästöihin painottuvasta verotuksesta, joka nostaa bensiinin hintaa bioetanolin hinnan nousuun verrattuna enemmän. Valmisteveron nousu kasvattaa sekä bensiiniautolla, että flexfuel-autolla ajon ajokustannuksia, mutta tekee pääsääntöisesti korkeaseosetanolilla ajosta suhteessa bensiinillä ajoon entistä edullisempää.

Ajoneuvoveron perusveron väheneminen flexfuel-autolla vaikuttaisi suoraan etanolikonversion takaisinmaksuajan lyhenemiseen ja käyttövoimaveron voimaantulo puolestaan tekisi etanolikonversion takaisinmaksun bensiinillä ja korkeaseosetanolilla ajoa verrattaessa mahdottomaksi.

Korkeaseosetanolilla ajon taloudelliseen kannattavuuden vaikuttaa verotus, mutta koska tällä hetkellä poliittisessa päätöksenteossa pyritään päästöjen vähentämiseen ja biopolttoaineiden käytön lisäämiseen on epätodennäköistä, että 95 E10 - ja E85-polttoaineiden hinnat tulisivat niin lähelle toisiaan, että ajo E85-korkeaseosetanolilla tulisi kannattamattomaksi.

Tämän hetkinen verotuksen valmisteveron painotus hiilidioksidipäästöihin on hyvä korkeaseosetanolilla ajon kannattavuuden kannalta. Tulevaisuu-

dessa ajoneuvoveron perusverossa olisi syytä huomioida, mitä polttoainetta auto käyttää ja alentaa verotusta kierrätysraaka-aineista valmistettua polttoainetta käyttävän ajoneuvon kohdalla. Tällä hetkellä perusvero pysyy ennallaan, vaikka bensiiniautolle tehtäisiin etanolikonversio, jolloin siitä tulee flexfuel-auto. Perusveron lasku motivoisi korkeaseosetanolilla ajamiseen. Käyttövoimaveroa ei puolestaan pitäisi jatkossakaan ottaa käyttöön flexfuel-auton kohdalla, koska se ei painota verotusta päästöihin.

Kaiken kaikkiaan testiryhmän keskiarvoista laskettujen tutkimustulosten perusteella muutossarjan hankinta on taloudellisesti kannattava vaihtoehto. Suuria säästöjä korkeaseosetanolilla ajettaessa ei testiryhmän keskiarvojen perusteella saavuteta ja kannattavuus on altis etanolikonversion, polttoaineen hinnan ja verotuksen muutoksille. Ympäristöystävällisemmän polttoaineen ja kotimaisen työn arvostajalle siirtyminen bioetanolia sisältävän korkeaseosetanolin käyttöön on kuitenkin kaikin puolin järkevä muutos ja bonuksena voi saada hieman säästöä polttoainekuluissa.

## LÄHTEET

Biotalous 2016. Neste Oil valmistaa uusiutuvaa polttoainetta innovatiivisella teknologialla [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.biotalous.fi/neste-oil-valmistaa-uusiutuvaa-polttoainetta-innovatiivisella-teknologialla/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0028>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/98/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:fi:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/EU. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094>

Fuel Flex Finland. 2016. Tuotteemme [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://fuelflexfinland.fi/yrityksestamme/tuotteemme/>

Hallituksen esitys eduskunnalle energiaverotusta koskevan lainsäädännön muuttamiseksi HE 34/2015 Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2015/20150034>

Hallituksen esitys. 2016. HE 136/2016 vp [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160136.pdf>

Harju-Autti, P, Neuvonen, A & Hakkarainen, L (toim.). 2011. Ympäristötietoisuus: suomalaiset 2010-lukua tekemässä. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Hituri, S. 2016. Re: E85 -muutoskatsastus [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Hollmén, I. Lähetetty 6.7.2016.

Hämäläinen, M. 2016. Re: Muutuskatsastus [sähköpostiviesti].

Vastaanottaja Hollmén, I. Lähetetty 6.7.2016.

Isokivijärvi, T. 2016. Re: Kysymyksiä muutossarjasta [sähköpostiviesti].

Vastaanottaja Hollmén, I. Lähetetty 4.7.2016.

Laki biopolttoaineista ja bionesteistä 7.6.2013/393. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130393>

Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 29.12.1994/1472.

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19941472>

Liikennebiokaasu.fi. 2016a. Tankkauspaikat [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

[http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=40&Itemid=29](http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=40&Itemid=29)

Liikennebiokaasu.fi. 2016b. Usein kysytyt kysymykset [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

[http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=2&Itemid=3](http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=2&Itemid=3)

Motiva. 2016a. Biokaasu [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_peilloilta/biokaasu](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_peilloilta/biokaasu)

Motiva. 2016b. Flexfuel eli etanoli-bensiiniauto [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvot/ekniikka/moottoritekniikka/flexfuel\\_eli\\_etanoli-bensiiniauto](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvot/ekniikka/moottoritekniikka/flexfuel_eli_etanoli-bensiiniauto)

Motiva. 2016c. Flexfuel eli korkeaseosetanoliauto [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/autotyypit/flexfuel-\\_eli\\_korkeaseosetanoliauto](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/autotyypit/flexfuel-_eli_korkeaseosetanoliauto)

Motiva. 2016d. Konversiot ja jälkiasennussarjat [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/autotyypit/konversiot\\_ja\\_jalkiasennussarjat](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/autotyypit/konversiot_ja_jalkiasennussarjat)

Motiva. 2016e. Korkeaseosetanoli E85 [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energialahitteet/korkeaseosetanoli\\_e85](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energialahitteet/korkeaseosetanoli_e85)

Motiva. 2016f. Liikenteen biopolttoaineet [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/liikenteen\\_biopolttoaineet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/liikenteen_biopolttoaineet)

Motiva. 2016g. Tietoa E10 -bensiinistä [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.e10bensiiini.fi/e10-bensiini>

Motiva. 2016h. Uusiutuva diesel [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/energialahitteet/uusiutuva\\_diesel](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/energialahitteet/uusiutuva_diesel)

Neste. 2016a. Mitä eroa on uusiutuvalla dieselillä ja perinteisellä dieselillä - vai onko mitään? [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<https://www.neste.com/fi/fi/mit%C3%A4-eroa-uusiutuvalla-dieselill%C3%A4-ja-perinteisell%C3%A4-biodieselill%C3%A4-vai-onko-mit%C3%A4n>

Neste. 2016b. Neste Pro Diesel - testaa parasta [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa: <https://www.neste.com/fi/fi/puhtaammat-ratkaisut/tuotteet/polttonesteet/neste-pro-diesel>

North European Oil Trade Oy. 2016. Neot Group [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa: <http://www.neot.fi/>

SOK. 2016. Eko E85 [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<https://www.abcasemat.fi/fi/polttoaineet/eko-e85>

St1 Oy. 2016a. Biojätteestä etanolia [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<http://www.st1.fi/uusiutuva-energia#biojatteesta-etanolia>

St1 Oy. 2016b. Kajaanin Cellunolix® -etanolitehtaan rakentaminen etenee aikataulussa [viitattu 29.11.2016]. Saatavissa:  
<http://www.st1.fi/uutiset/tiedotteet/kajaanin-cellunolix-etanolitehtaan-rakentaminen-etenee-aikataulussa>

St1 Oy. 2016c. RE85 - Tehokkaampi bioetanoli suomalaisesta jätteestä [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.st1.fi/tuotteet/re85>

St1 Oy. 2016d. RED95 -etanolidiesel [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<http://www.st1.fi/tuotteet/etanolidiesel>

St1 Oy. 2016e. St1:n ja SOK:n yhteisyritys NEB suunnittelee 50 miljoonan litran Cellunolix®-bioetanolitehdasta Pietarsaareen [viitattu 29.11.2016]. Saatavissa: <http://www.st1.fi/uutiset/tiedotteet/st1-n-ja-sok-n-yhteisyritys-neb-suunnittelee-50-miljoonan-litran-cellunolix-bioe>

StepOne Tech Oy. 2016a. Käyttöohje [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<https://eflexfuel.fi/kayttoohje>

StepOne Tech Oy. 2016b. Toimintaperiaate [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <https://eflexfuel.fi/toimintaperiaate>

StepOne Tech Oy. 2016c. Yleistä tietoa [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<http://fuelflexfinland.fi/yrityksestamme/yleista-tietoa/>

Suomen Biokaasuyhdistys. 2014. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 18 [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<http://www.biokaasuyhdistys.net/media/Biokaasulaitosrekisteri2014.pdf>

UPM Biopolttoaineet. 2016. UPM Biovernoa voi tankata St1- ja ABC - asemilta [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:  
<http://www.upmbiopolttoaineet.fi/jakelu/Pages/default.aspx>

Trafi. 2015a. Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen, 6 [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:



[http://www.trafi.fi/filebank/a/1443432413/c8c4bad0b4c0a0ec623af6b6562cf133/18589-8777-2013\\_maarays.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1443432413/c8c4bad0b4c0a0ec623af6b6562cf133/18589-8777-2013_maarays.pdf)

Trafi. 2015b. Autovero [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.trafi.fi/autoilu/verotus/autovero>

Trafi. 2015c. Bensiinikäyttöisen ajoneuvon muuttaminen käyttämään pääosin etanolista koostuvaa polttoainetta, 2 [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa:

<http://www.trafi.fi/filebank/a/1447421545/8fe3bfa9aade266763d426695e84aae0/19025->

[Bensiinikäyttöisten\\_ajoneuvojen\\_muuttaminen\\_kyttamaan\\_paaosin\\_etanolista\\_koostuvaa\\_polttoainetta.pdf](#)

Trafi. 2015d. Lisävapauksia autojen rakenteen muuttamiseen [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.trafi.fi/tietoa\\_trafista/ajankohtaista/3552/lisavapauksia\\_autojen\\_rakenteen\\_muuttamiseen](http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3552/lisavapauksia_autojen_rakenteen_muuttamiseen)

Trafi. 2015e. Muutoskatsastus [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/katsastuslajit/muutoskatsastus>

Trafi. 2016a. Ajoneuvotilastot [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_\\_Liikennekaytossa\\_olevat\\_ajoneuvot/030\\_kanta\\_tau\\_103.px/table/tableViewLayout1/?rxid=d6319e2a-c29f-4ebd-a085-99a92cbb5e25](http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/030_kanta_tau_103.px/table/tableViewLayout1/?rxid=d6319e2a-c29f-4ebd-a085-99a92cbb5e25)

Trafi. 2016b. Henkilöautokannan keski-ikä ja romutusikä [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://katsaukset.trafi.fi/etusivu/ymparisto/henkiloautokannan-keski-ika-ja-romutusika.html>

Trafi. 2016c. Veron rakenne ja määrä [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron\\_rakenne\\_ja\\_maar](http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maar)  
a

Tulli. 2016a. Autoveron määrä - Usein kysytyt kysymykset [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.tulli.fi/fi/yksityisille/autoverotus/autoveron\\_maara/index.jsp](http://www.tulli.fi/fi/yksityisille/autoverotus/autoveron_maara/index.jsp)

Tulli. 2016b. Energiavero [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/verotus/valmisteverotettavat/energia/index.jsp>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016a. Biopolttoaineet [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa: <http://tem.fi/biopolttoaineet>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016b. Energia [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://tem.fi/energia>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016c. Energia- ja ilmastostrategia 2013

[viitattu 29.7.2016]. Saatavissa: <http://tem.fi/julkaisut/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016d. Energia- ja ilmastotiekartta 2050

[viitattu 29.7.2016]. Saatavissa: <http://tem.fi/julkaisut/>

Valtioneuvoston kanslia. 2015. Ratkaisujen Suomi, Pääministeri Juha

Sipilän hallituksen strateginen ohjelma [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi\\_FI\\_YHDISTETTY\\_netti.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82](http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82)

Valtiovarainministeriö. 2016. Energiaverotus [viitattu 29.8.2016].

Saatavissa: <http://vm.fi/energiaverotus>

VTT. 2015. Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen

vuoteen 2030: Käyttövoimavaihtoehdot ja niiden kansantaloudelliset

vaikutukset [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

[http://www.transsmart.fi/files/248/Tutkimusraportti\\_VTT-R-00752-15\\_liitteineen.pdf](http://www.transsmart.fi/files/248/Tutkimusraportti_VTT-R-00752-15_liitteineen.pdf)

WWF. 2015. Mitä metsä kestää? Suomen metsien ekologistaloudellisesti

vastuullinen hakkuupotentiaali [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.wwf.fi/mediabank/7067.pdf>

WWF. 2016. WWF:n laskelma: hallituksen bioenergiatavoitteet epärealistisia [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/WWF-n-laskelma--hallituksen-bioenergiatavoitteet-eparealistisia-2745.a>

Ympäristöministeriö. 2016. Valtakunnallinen jätesuunnitelma [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/jatteet/valtakunnallinen\\_jatesuunnitelma](http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/jatteet/valtakunnallinen_jatesuunnitelma)

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2016a. Nestemäisten polttoaineiden biokomponentit [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/biopolttoaineet-biopolttoaineet-liikenteessa/nestemaisten-polttoaineiden-biokomponentit>

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2016b. Liikennepolttoaineiden verotus [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/liikennepolttoaineet/liikennepolttoaineiden-verotus>

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2016c. Sanasto [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/ajankohtaista/sanasto/k>

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2016d. Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>

Öljy- ja biopolttoaineala ry. 2016e. Öljytuotteiden valmisteverotus [viitattu 29.8.2016]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/19-oljytuotteiden-valmisteverotus>

## LIITTEET

LIITE 1: Testiryhmän\_laskelmat\_ja\_herkkyystarkastelut-lida\_Hollmén  
Microsoft Excel -laskentataulukko (.xlsx)

LIITE 2: Laskelma-\_ja\_herkkyystarkastelupohjat-lida\_Hollmén Microsoft  
Excel -laskentataulukko (.xlsx)

