

## Etanoli- ja kaasukonversiosarjojen laajennuspotentiaalin selvitys

Rasmus Pettinen & Petri Söderena  
Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy

Julkaisun nimi Etanoli- ja kaasukonversiosarjojen laajennuspotentiaalın selvitys			
Tekijät Rasmus Pettinen, Petri Söderena Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy			
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom			
Julkaisusarjan nimi ja numero <b>Traficomın tutkimuksia ja selvityksiä 5/2022</b>		ISSN(verkkajulkaisu) 2669-8781 ISBN(verkkajulkaisu) 978-952-311-821-8	
Asiasanat Etanolikonversio, kaasukonversio, E85, lähipäästöt, CO2-päästöt, hyväksyntämenettely			
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Tässä työssä selvitettiin etanoli- ja kaasukonversiosarjojen edistämismahdollisuuksia ja potentiaalia tieliikenneajoneuvoissa. Työn tavoitteena oli arvioida ja tunnistaa em. konversiotyyppien käyttöön liittyviä hyötyjä, haittoja sekä riskejä eri käytännön näkökulmista.</p> <p>Selvityksessä saatujen tietojen perusteella todettiin konversiosarjojen laadunvaihtelun olevan todennäköisesti merkittävää. Keskeisenä syynä tähän on kansainvälisten konversiosarjamarkkinoiden laajuus ja monimuotoisuus. Lisäksi työssä tunnistettiin useita riskejä, jotka liittyvät sekä autojen lähipäästöjen kasvuun, kestoikään ja turvallisuuteen. Mikäli esimerkiksi etanolille muutettava auto ei polttoainejärjestelmän puolesta sovellu konvertoitavaksi, tai konversion laatu on riittämätön, voivat lähipäästöt kasvaa merkittävästi. Aiempien tutkimusten perusteella lähipäästöt voivat katalyysaattorin deaktivoitumisen seurauksena kasvaa jopa monikymmenkertaisiksi. Lisäksi mikäli bensiinipolttoaineille suunniteltujen polttoainejärjestelmien ja autojen kanssa käytetään korkeaseosetanolia, voivat materiaalien yhteensopivuusongelmat johtaa moottorin ennenaikaiseen kulumiseen ja/tai rikkoutumiseen tai pahimmassa tapauksessa jopa kasvattaa tulipalon riskiä. Parhaimmillaan hyvin toteutetut konversiolaitesarjat yltyvät kuitenkin laboratoriotesteissä hyvin lähelle auton alkuperäistä päästötasoa eikä materiaalien yhteensopivuuden kanssa esiinny välttämättä ongelmia. Em. syistä etanolikonversioiden sääntelyssä olisi huomioitava automallien soveltuvuus muunnoksia myönnettäessä universaalın hyväksymismenettelyn sijaan, ja konversiosarjojen asennuksen yhteydessä automallikohtainen yhteensopivuus olisi suotavaa todentaa esimerkiksi konversiosarjoja myyvän tahon kanssa.</p> <p>Suomen keskeisistä verrokkimaista Ranskassa on voimassa oleva hyväksyntämenettely etanolikonversiolaitteille. Hyväksynnän keskeisimmät edellytykset ovat kuitenkin konversiojärjestelmän yhteensopivuus auton oman sähkö- sekä polttoainejärjestelmän kanssa. Lisäksi vaatimuksena on auton alkuperäisen päästötason täyttyminen alkuperäistä tyyppi hyväksyntää vastaavalla alustadynamometrikokeella.</p> <p>Ruotsissa on myös käynnissä vastaavanlainen selvitystyö etanolikonversiosarjojen mahdollisen edistämisen tutkimiseksi. Olisi hyvin suotavaa tehdä yhteistyötä Ruotsin kanssa, mikäli molemmissa maissa päätetään konversiolaitteiden hyväksyntämenettelyä edistää.</p> <p>Työn keskeisenä tavoitteena on selvittää, että mikäli etanoli- ja kaasukonversiosarjojen yleistymistä ja käyttöä halutaan edistää, olisi perusteltua yhdenmukaistaa järjestelmien hyväksynnän kriteeristö Ranskan lainsäädännön vaatimusten kanssa niiltä osin kuin se on mahdollista sekä huomioida myös Ruotsin mahdollinen lainsäädäntö.</p> <p>Konversiolaittehyväksynnälle olisi tärkeää asettaa selkeä kriteeristö, jossa otetaan kantaa lähipäästöihin, sähkö- ja materiaaliyhteensopivuuteen, autojen takuuasioihin sekä sallittuja asennuksia suorittaviin tahoihin. Lisäksi tulisi selvittää mahdollisuutta niin sanotulle ”moottoriperhe”-menettelylle, jossa yhdellä hyväksynnällä olisi mahdollista hakea saman aikaisesti hyväksyntää useammalle eri ajoneuvolle, jotka kuuluvat samaan määritetyt kriteerit täyttävään ryhmään. Tämä madaltaisi konversiolaitteiden hyväksynnästä aiheutuvia kustannuksia huomioiden kuitenkin mahdolliset poikkeavuudet eri automallien kesken ja näin ollen vähentäisi riskit lähipäästöjen osalta kohtuulliselle tasolle.</p>			
Yhteyshenkilö Rasmus Pettinen, rasmus.pettinen@vtt.fi, +358401504796	Raportin kieli suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Kokonaissivumäärä 33
Jakaja Traficom, VTT Oy	Kustantaja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom		

Publikation Utredning om utvidgningspotentialen av godkännandeprocessen för etanol- och gaskonverteringsserier			
Författare Rasmus Pettinen, Petri Söderena Teknologiska forskningscentralen VTT Ab			
Tillsatt av och datum Transport- och kommunikationsverket Traficom			
Publikationsseriens namn och nummer <b>Traficoms forskningsrapporter och utredningar 5/2022</b>		ISSN (webbpublikation) 2669-8781 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-821-8	
Ämnesord Etanolkonvertering, gaskonvertering, E85, lokala utsläpp, CO2-utsläpp, godkännandeförfarande			
<p>Sammandrag</p> <p>I detta arbete utreddes möjligheter att främja användningen av etanol- och gaskonverteringsserier och seriernas potential i vägtrafikfordon. Syftet med arbetet var att bedöma och identifiera fördelar, olägenheter och risker med användningen av ovan nämnda konverteringstyper ur olika praktiska perspektiv.</p> <p>På basis av den information som fick vid utredningen konstaterades att variationen av kvaliteten på konverteringsserier sannolikt är betydande. En central orsak till detta är omfattningen av och mångfalden på den internationella konverteringsseriemarknaden. I arbetet identifierades dessutom flera risker som anknyter till såväl ökningen av lokala utsläpp från bilar, bilars livslängd som deras säkerhet. Om till exempel en bil som ska konverteras så att den blir etanoldriven inte lämpar sig för konverteringen med tanke på dess bränslesystem eller om kvaliteten på konverteringen är otillräcklig kan de lokala utsläppen öka avsevärt. På basis av tidigare undersökningar kan deaktivering av katalysatorn leda till att de lokala utsläppen ökar så att de blir flera tiotals gånger större. Om höginblandad etanol används med bränslesystem och bilar som är utformade för bensinbränslen kan problem med materialens kompatibilitet leda till att motorn slitas och/eller går sönder i förtid eller i värsta fall även öka risken för brand. I bästa fall kan välgjorda anordningsserier för konvertering ändå komma mycket nära bilens ursprungliga utsläppsnivå i laboratorieprov och det förekommer inte nödvändigtvis något problem med materialens kompatibilitet. Av de ovan nämnda skälen borde man i regleringen av etanolkonverteringar beakta bilmodellernas lämplighet vid beviljandet av konverteringar i stället för ett universellt godkännandeförfarande, och det vore önskvärt att bekräfta den bilmodellspecifika kompatibiliteten i samband med installationen av konverteringsserierna till exempel med den aktör som säljer konverteringsserier.</p> <p>Av Finlands centrala referensländer har Frankrike ett gällande förfarande för godkännande av anordningar för etanolkonverteringar. Den viktigaste förutsättningen för godkännande är dock konverteringssystemets kompatibilitet med bilens eget el- och bränslesystem. Ett ytterligare krav är att bilens ursprungliga utsläppsnivå nås i chassidynamometertest som motsvarar det ursprungliga typgodkännandet.</p> <p>I Sverige pågår också ett motsvarande utredningsarbete för att undersöka eventuellt främjande av etanolkonverteringsserier. Det skulle vara önskvärt att samarbeta med Sverige om båda länderna beslutar att främja förfarandet för godkännande av anordningar för etanolkonverteringar.</p> <p>Ett centralt mål med arbetet är att utreda möjligheten att förenhetliga godkännandeprocessen för etanol- och gaskonverteringsserier med redan existerande processer i andra länder, i synnerhet i Frankrike, till de delar som det är möjligt samt beakta arbetet som pågår i Sverige.</p> <p>Det är viktigt att fastställa tydliga kriterier för godkännande av anordningar för etanolkonverteringar. Kriterierna ska ta ställning till de lokala utsläppen, el- och materialkompatibiliteten, frågorna kring bilars garantier samt vilka aktörer som utför tillåtna installationer. Dessutom borde man utreda möjligheten till så kallat "motorfamilj"-förfarande, där det är möjligt att samtidigt ansöka om ett godkännande för flera fordon som hör till samma grupp som uppfyller de fastställda kriterierna. Detta skulle minska kostnaderna för godkännandet av anordningar för konverteringar men ändå beakta eventuella avvikelser mellan olika bilmodeller och således minska riskerna i fråga om de lokala utsläppen till en rimlig nivå.</p>			
Kontaktperson Rasmus Penttinen, rasmus.penttinen@vtt.fi, +358401504796	Språk finska	Sekretessgrad Offentlig	Sidoantal 33
Distribution Traficom, VTT Ab		Förlag Transport- och kommunikationsverket Traficom	

Title of publication Review for investigating the potential for expanding the ethanol and CNG conversion kits approval procedure			
Author(s) Rasmus Pettinen, Petri Söderena VTT Technical Research Centre of Finland Ltd			
Commissioned by, date Finnish Transport and Communications Agency Traficom			
Publication series and number <b>Traficom Research Reports 5/2022</b>		ISSN (online) 2669-8781 ISBN (online) 978-952-311-821-8	
Keywords Ethanol conversion, CNG conversion, E85, local emissions, CO2 emissions, approval process			
<p><b>Abstract</b></p> <p>This study investigated the potential and possibilities of promoting ethanol and CNG conversion kits in road transport vehicles. The goal of the study was to assess and identify the benefits, disadvantages and risks related to the use of the types of conversion mentioned above from different practical points of view.</p> <p>Based on the information gathered in the study, it was found that the variation in the quality of conversion kits was likely to be significant. A key reason for this is the scope and diversity of the international conversion kit market. In addition, several risks related to the increase of local emissions of vehicles as well as their safety and service life were identified in the study. For instance, if a car converted to ethanol is unsuitable for the conversion due to its fuel system, or if the quality of the conversion is insufficient, local emissions may increase significantly. Based on previous studies, local emissions may multiply up to dozens of times of their previous amount as a result of a catalytic converter being deactivated. In addition, if flex fuel is used in cars and fuel systems designed for petrol fuels, the compatibility issues with materials may lead to premature wear and/or breakage of the engine, and in the worst case, they may even increase the risk of fire. However, at their best, well-executed conversion equipment kits come very close to the original emission level of the car in laboratory tests, and there may not be any problems with the compatibility of materials. For the reasons mentioned above, the suitability of car models should be taken into account in the regulation of ethanol conversions when approving conversions instead of a universal approval procedure, and it would be advisable to verify the car model specific compatibility when installing conversion kits together with the party selling conversion kits, for instance.</p> <p>Out of Finland's major reference countries, France has an approval procedure in force for ethanol conversion equipment. However, the key requirement for approval is the compatibility of the conversion kit with the car's own electrical and fuel system. In addition, it requires that the original emission level of the car is met in a chassis dynamometer test that corresponds to the original type approval.</p> <p>A similar study for investigating the potential promotion of ethanol conversion kits is also in progress in Sweden. Cooperating with Sweden would be very advisable, if both countries decide to promote the approval procedure of conversion equipment.</p> <p>The very essence of the work is to investigate the possibility if ethanol and CNG conversion kits approval process in Finland can be aligned as far as possible with other existing approval processes especially in France and consider the ongoing work in Sweden.</p> <p>It would be important to set clear criteria for the approval of conversion equipment that state an opinion on local emissions, electrical and material compatibility, matters related to car insurance as well as parties carrying out permitted installations. In addition, the possibility of a so-called engine family procedure should be investigated, in which it would be possible to simultaneously apply for approval for several different vehicles in the same group that meets the specified criteria with a single approval procedure. This would lower the costs of the approval of conversion equipment while nevertheless taking potential differences between different car models into account, which in turn would lower the risks related to local emissions to a reasonable level.</p>			
Contact person Rasmus Pettinen, rasmus.pettinen@vtt.fi, +358401504796	Language finnish	Confidence status Public	Pages, total 33
Distributed by Traficom, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd		Published by Finnish Transport and Communications Agency Traficom	

## **ALKUSANAT**

Tässä työssä selvitettiin etanoli- ja kaasukonversiojärjestelmien edistämismahdollisuuksia ja potentiaalia tieliikenneajoneuvoissa. Työ suoritettiin touko-kesäkuun 2022 aikana Teknologian Tutkimuskeskus VTT:n tutkijoiden toimesta. Työntilaa-jana oli Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ja työ tilattiin Liikenne- ja viestintä-ministeriön toimeksiannosta. Työ liittyy Fossiilittoman liikenteen tiekarttatyön mu-kaisten tavoitteiden edistämiseen. Työn ohjausryhmään kuului Traficom ja Liikenne- ja viestintäministeriön edustajia.

Espoo, 4.11.2022

Tekijät  
Rasmus Pettinen, Petri Söderena  
Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy

## **FÖRORD**

I detta arbete utreddes möjligheter att främja etanol- och gaskonverteringssystem och systemens potential i vägtrafikfordon. Arbetet utfördes mellan maj och juni 2022 av Teknologiska forskningscentralen VTT:s forskare. Arbetet beställdes av Transport- och kommunikationsverket Traficom på uppdrag av Kommunikationsministeriet. Arbetet gällde främjandet av målen enligt Färdplan för fossilfria transporter. Arbetets styrgrupp bestod av representanter för Traficom och Kommunikationsministeriet.

Esbo, den 4 november 2022

Författare  
Rasmus Penttinen, Petri Söderena  
Teknologiska forskningscentralen VTT Ab

## **FOREWORD**

This study investigated the potential and possibilities of promoting ethanol and CNG conversion systems in road transport vehicles. The work was done during May–June 2022 by researchers of the VTT Technical Research Centre of Finland. The work was commissioned by the Finnish Transport and Communications Agency Traficom based on an assignment of the Ministry of Transport and Communications. The study is related to promoting the objectives in accordance with the work on the Roadmap to fossil-free transport. Representatives from Traficom as well as the Ministry of Transport and Communications were included in the steering group of the study.

Espoo, 4 November 2022

Author(s)  
Rasmus Pettinen, Petri Söderena  
VTT Technical Research Centre of Finland Ltd

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Työn kuvaus ja tavoitteet .....</b>	<b>8</b>
1.1	Työssä käytetyt tietolähteet ja haastattelutahot .....	8
<b>2</b>	<b>Johdanto.....</b>	<b>9</b>
2.1	Konversiosarjojen toteutukset ja konvertoidun ajoneuvon erot verrattuna tavalliseen bensiiniajoneuvoon .....	9
2.1.1	Korkeaseosetanoli (E85) ajoneuvopolttoaineena .....	9
2.1.2	Maa- ja biokaasu ajoneuvopolttoaineena.....	10
2.2	Konversiosarjojen toimintaperiaatteet .....	12
2.2.1	Etanolikonversiosarjat .....	12
2.2.2	Kaasukonversiosarjat .....	14
<b>3</b>	<b>Vaikutusarviointi polttoainetyypeittäin .....</b>	<b>16</b>
3.1	Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin .....	16
3.2	Vaikutukset lähipäästöihin .....	18
3.3	Etanoli- ja kaasukonversioautojen turvallisuustarkastelu .....	19
3.4	Konversiosarjamarkkinat .....	20
3.4.1	Etanolikonversiosarjamarkkinat .....	20
3.4.2	Kaasukonversiosarjamarkkinat .....	21
3.5	Etanoli- ja kaasuautoilun kustannusrakennetarkastelu.....	21
3.6	Vaikutusarvioinnin yhteenveto - riskitaulukko.....	23
<b>4</b>	<b>Lainsäädäntö ja hyväksymismenettely .....</b>	<b>25</b>
4.1	Nykytilanne.....	25
4.2	Konversiolainsäädäntö ulkomailla.....	26
4.3	Mahdolliset hyväksynnän kevennysmenettelyt.....	27
4.3.1	Hyväksyntämenettely ilman päästöttestejä.....	27
4.3.2	Hyväksyntämenettely kevennetyllä päästöttestillä .....	27
4.3.3	Hyväksyntämenettely ajoneuvon tyyppi hyväksyntää vastaavilla päästötesteillä ja vaatimuksilla .....	28
4.3.4	Vaaditut säänneltyjen päästöjen tasot .....	29
4.3.5	Yhteenveto lievennetyistä hyväksymismenettelyistä.....	29
<b>5</b>	<b>Johtopäätökset ja yhteenveto .....</b>	<b>31</b>
	<b>Liite 1.....</b>	<b>33</b>
	<b>Taulukot</b>	
	Taulukko 1 Bensiini- ja etanoliseospolttoaineiden merkittävimmät erot. ....	10
	Taulukko 2 Maa- ja biokaasun ominaisuuksia verrattuna liikennebensiineihin .....	11
	Taulukko 3 Esimerkkejä etanolikonversiosarjojen markkinatilanteesta.....	21
	Taulukko 4 Riskitaulukko E85-konversiosarjojen mahdollisista vaikutuksista ajoneuvoon ja sen toimintaan. ....	24



# 1 Työn kuvaus ja tavoitteet

Tämä raportti käsittää Traficom:n VTT:ltä tilaaman selvitystyön etanoli- ja kaasukonversiosarjojen edistämismahdollisuuksista ja potentiaalista henkilöajoneuvoissa. Nykymääräysten johdosta selvityksen pääasiallisina tavoitteina oli arvioida etanolikonversiosarjojen käytön edellytyksiä sekä vaikutuksia uudemmissa ajoneuvoissa. Lisäksi työssä selvitettiin pienemmällä painoarvolla bensiiniautojen kaasukonversioiden nykytilannetta.

Ko. selvitys tehtiin touko-kesäkuun 2022 aikana. Tutkimuksen pääasialliset tavoitteet jaettiin seuraavasti:

1. Konvertoitujen ajoneuvojen lähipäästöjä ja liikenneturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttymisen arviointi olemassa olevien, avoimien tutkimustulosten ja lähteiden avulla.
2. Konvertoitujen ajoneuvojen vaatimustenmukaisuuden täyttymisen arviointi ja ennustaminen eri skenaarioissa (huomioiden esim. erilaiset mahdolliset hallinnolliset ratkaisut sekä ratkaisut eri maissa.)
  - a. Konversiosarjojen käytön vaikutusten arviointi ajoneuvon päästöihin teknisestä näkökulmasta käyttämällä laskennallisia menetelmiä, sekä vertailemalla konversiosarjojen vaikutuksia eri tilanteissa aiempien tutkimustulosten perusteella.
  - b. Etanolikonversiosarjojen vaikutusten riskien arviointi vaatimuksenmukaisuuden täyttymisen suhteen.
3. Konversioiden pullonkauloina toimivien, erityisesti sääntelyyn liittyvien, mutta myös muunlaisten esteiden tunnistaminen, sekä tunnistettaviin esteisiin liittyvien korjausehdotusten tekeminen

## 1.1 Työssä käytetyt tietolähteet ja haastattelutahot

Työssä hyödynnettiin lukuisia eri tahojen kyselyitä ja haastatteluita. Kyselyitä ja haastatteluita tehtiin sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla asiaan liittyvien asiantuntijoiden ja asiantuntijaorganisaatioiden kanssa. Em. tahoihin sisältyi eri edunvalvontaorganisaatioita, konversiosarjavalmistajia sekä polttoainejärjestöjä. Työssä tavoitellut asiantuntijaorganisaatiot ja tietolähteet olivat:

- IEA AMF - kansainvälinen, edistyneitä, vaihtoehtoisia polttoaineita tutkivien tahojen ja sidosryhmien toimialajärjestö
- Etanoliautoilijat RY - Etanolikonversiosarjojen ja etanoliautoilijoiden etujärjestö Suomessa
- Kaasuautoilijat RY - Kaasuautoilijoiden etujärjestö
- StepOneTech - Kansallinen etanolikonversiosarjoja tuottava yritys
- FlexFuelFinland Kansallinen etanolikonversiosarjoja tuottava yritys

Kahden konversiolaitteita myyvän tahon haastattelujen yhteenvedo löytyy Liite 1:stä.

## 2 Johdanto

Selvityksen taustalla on Fossiilittoman liikenteen tiekartassa<sup>1</sup> kirjatut keinot liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Osana tiekarttaa on kirjattu henkilöautojen muuntotukien jatkamissuunnitelma vuosille 2022–2030. Vuonna 2018 käyttöönotetuilla muuntotuilla on pyritty edistämään henkilöautojen etanoli- ja kaasukonversioita, joilla puolestaan on tarkoitus helpottaa vähähiilisempien energiamuotojen käyttöä Suomen bensiiniautokannassa. Konversiotuet on tarkoitettu yksinomaan bensiiniautojen muuttamiseen korkeaseosetanolipolttoaineille tai maa- ja biokaasuille soveltuviksi. Etanolikonversioiden muuntotuen suuruus on ollut 200 €, ja kaasukonversioiden 1000 € konvertoitua bensiiniautoa kohden.

Koska nykyisen määräysten mukaan etanolikonversiosarjojen asennusten hyväksyminen normaalin muutoskatsastuksen puitteissa ilman erillisiä asiakirjoja rajoittuu ennen 1.9.2009 käyttöönotettuihin bensiiniajoneuvoihin<sup>2</sup>, painottuvat etanolikonversiosarjojen asennukset nykyisellään pääasiallisesti vanhempaan (ennen 2009 käyttöönotettuun) ajoneuvokantaan. Tilanne on 1.9.2009 jälkeen käyttöönotetuille bensiiniajoneuvoille epäedullisempi, koska muutoskatsastuksen yhteydessä on esitettävä hyväksytyn asiantuntijan tai nimetyn tutkimuslaitoksen antama selvitys päästövaatimusten täyttymisestä. Em. selvityksen tuottaminen on tyypillisesti niin kallis, etteivät muunnostyöt lain puitteissa ole taloudellisesti kannattavia. Kaasukonversio voidaan puolestaan suorittaa kaikille bensiiniautoille, mutta edellyttää, että ajoneuvo on muutoksen jälkeen Traficomin määräyksessä ”Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen” esitettyjen vaatimusten mukainen. Kaasukonversiosarjojen päästövaatimusten täyttämiseksi riittää, että voidaan osoittaa sarjan olevan tarkoitettu ko. automalliin, ja sen on vastattava E-säännön 115 (kohta 6.2.2.1) vaatimuksia<sup>3</sup>. Kaasukonvertoitujen ajoneuvojen päästövaatimukset ovat muutoksenkin jälkeen samat kuin alkuperäisellä ajoneuvolla. Lisäksi kaasukonversiolaitteiston ja sen asennuksen tulee täyttää E-säännön 110 vaatimukset.

### 2.1 Konversiosarjojen toteutukset ja konvertoitujen ajoneuvojen erot verrattuna tavalliseen bensiiniajoneuvoon

#### 2.1.1 Korkeaseosetanoli (E85) ajoneuvopolttoaineena

Korkeaseosetanoli (E85) on polttoainesekoitus, joka sisältää tyypillisesti 70–85 til% etanolipolttoainetta, ja vastaavasti 15–30 til% bensiinijakeita. Korkeaseosetanolia voidaan periaatteessa käyttää myös muissa sekoitussuhteissa normaalin tieliikennebensiniin kanssa, jolloin polttoaineen etanolimäärän osuus voi vaihdella välillä 0–85 til%. Korkeaseosetanoli soveltuu tyypillisesti bensiinipolttoaineille tarkoitetun polttoainejärjestelmän kanssa käytettäväksi, vaikka ristiriitaisia kokemuksia korkeaseosetanolipolttoaineen vaikutuksista esiintyy. Tyypillisesti ajoneuvovalmistajat ovat varautuneet eri bensiinipolttoaineiden etanolipitoisuuden vaihtelulle niin, että materiaalit ja komponentit on valittu kestäämään polttoaineiden etanolipitoisuuden vaihtelua. Autovalmistajat eivät kuitenkaan pe-

<sup>1</sup> Fossiilittoman liikenteen tiekartta.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM\\_2021\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM_2021_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

<sup>2</sup> Traficom

<https://www.traficom.fi/fi/auton-muuttaminen-kaasu-tai-etanolikayttoiseksi>

<sup>3</sup>Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö N:o 115

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X1107\(02\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X1107(02)&from=EN)

riniteisesti salli tai hyväksy EN228 standardipolttoaineen ominaisuuksista poikkeavien polttoaineiden käyttämistä ajoneuvoissa takuu- ja turvallisuusteknisistä syistä. Selvityksessä tehtyjen haastatteluiden aikana selvisi, että etanolikonversiosarjoja valmistavat tahot ovat suhteellisen hyvällä menestyksellä tunnistanee ne automallit ja komponentit, jotka eivät sovellu korkeaseosetanolilla käytettäväksi. Tarkkaa listaa korkeaseosetanolia kestävästä ajoneuvotyypeistä ei kuitenkaan ole julkisten lähteiden avulla saatavilla.

Korkeaseosetanolipolttoaineen ominaisuudet poikkeavat tyypillisestä, tieliikenteeseen tarkoitettusta standardibensiinipolttoaineesta (EN228) suhteellisen merkittävästi (Taulukko 1). Tästä johtuen on korkeaseosetanolia käytettäessä polttoaineen ruiskutusmäärä (tilavuuden ja massan suhteen) sovitettava polttoaineen ominaisuuksia ja auton alkuperäisiä ilma-polttoaineseoskalibrointeja vastaavaksi. Korkeaseosetanolin stoikiometrinen ilma-polttoaine-suhde sekä energiasisältö ovat perinteisiä bensiinipolttoaineita pienemmät, minkä johdosta korkeaseosetanolia käyttämällä moottoriin syötettävän polttoaineen tilavuusvirtaa on kompensoitava ja kasvatettava em. muutosten suhteessa. Polttoaineen ruiskutusmäärää voidaan tyypillisesti säätää kasvattamalla moottorin alkuperäisen polttoainesuuttimien avautumisaikaa. Toinen vaihtoehto polttoaineruiskutuksen lisäämiseksi on polttoainesuuttimien vaihto alkuperäistä suuremmiksi, mutta ko. menetelmä on käytännön ja kustannusten kannalta epäedullisempi vaihtoehto.

Korkeaseosetanolin CO<sub>2</sub>-intensiteetti on riippuvainen siitä, mistä käytetty etanoli on valmistettu. Mikäli raaka-aineena on käytetty tyypillisiä ensimmäisen sukupolven peltokasveja, nousee CO<sub>2</sub>-intensiteetti lähelle bensiiniä. Parhaimmillaan tähderaaka-aineista (esim. oljenkorsi) tuotetun etanolin CO<sub>2</sub>-intensiteetti on luokkaa 17,8 gCO<sub>2</sub><sub>eq</sub>/MJ<sub>fuel</sub><sup>4</sup>. St1:n mukaan jätteistä tuotetun E85 polttoaineen etanolisuus laskee yli elinkaarensa fossiilisia päästöjä peräti 80 %<sup>5</sup>.

Taulukko 1 Bensiini- ja etanoliseospolttoaineiden merkittävimmät erot.

Tyypillisiä polttoaine-arvoja	Yksikkö	95E10	98E5	100 % Etanoli	E85
Tiheys (15 C)	kg/m <sup>3</sup>	720–775	720–775	791	700–800
Etanolimäärä, max	til %	10	5	100	85
Energiasisältö	MJ/l	30.9	31.45	21	22.6
	MJ/kg	41	42	26.5	30.1
Oktaaniluku, min- max	RON	95 / -	98 / -	120–135	104
Happipitoisuus	p-%	- / 3.7	- / 2.7	35	26 / 32
Stoikiometrinen ilma-polttoainesuhte		14.7	14.7	9	9.765
CO <sub>2</sub> päästökerroin (palamisesta, TTW)*	kg/kg	3.10	3.04	1.91	2.10

### 2.1.2 Maa- ja biokaasu ajoneuvopolttoaineena

Tieliikennekäyttöön tarkoitettut maa- ja biokaasut ovat kaupanimiä puhdistetuille kaasuseoksille, jotka pääasiassa koostuvat puhtaasta metaanista (CH<sub>4</sub>). Polttoai-

<sup>4</sup> JEC WTT Report <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119036>

<sup>5</sup> ST1

<https://www.st1.fi/yksityisille/tuotteet-ja-palvelut/polttonesteet/bensiinit-ja-re85/re85>

neasemilla jaettava biokaasu on biometaania, eli puhdistettua biokaasua. Biokaasua tuotetaan mädättämällä erilaisia biopohjaisia raaka-aineita, kuten biojätettä ja lietteitä. Maakaasu ja biokaasu eroavat toisistaan ainoastaan niiden raaka-aine- ja tuotantoprosessien suhteen. Kaasut pysyvät normaaliolosuhteissa myös paineistettuna kaasumaisena, minkä takia em. kaasupolttoaineita kutsutaan myös käsitteellä paineistettu maakaasu (CNG). Maa- ja biokaasut ovat värittömiä kaasumuodossa olevia polttoaineita, joiden energiasisältö ja oktaaniluvut ovat bensiinipolttoaineita korkeammat (Taulukko 2). Kaasun ominaisuuksista johtuen maa-/biokaasun polttamisesta aiheutuu bensiinipolttoaineisiin nähden n. 15 % vähemmän suoraa CO<sub>2</sub>-päästöjä. Kun tarkastellaan koko polttoaineen ketjua valmistuksesta käyttöön, on biometaani todennäköisesti paras uusiutuva polttoaine, sillä jätteistä ja lietteestä tuotettu biometaani vähentää luonnollisessa mätänemisprosessissa ilmakehään vapautuvaa metaania, joka on hyvin voimakas kasvihuonekaasu. Esimerkiksi lietteestä tuotetun biometaanin CO<sub>2</sub>-intensiteetti on negatiivinen, luokkaa -130 gCO<sub>2</sub><sub>eq</sub>/MJ<sub>fuel</sub><sup>6</sup>. Käytännössä kaikkea biometaania ei kuitenkaan valmisteta lietteestä, milloin todellinen CO<sub>2</sub>-intensiteetti on tyypillisesti korkeampi.

Kaasumaisia polttoaineita käytettäessä bensiinille (tai ylipäätään nestemäisille polttoaineille) suunniteltua polttoainejärjestelmää ei voida hyödyntää polttoaineen kaasumaisen olomuodon vuoksi. Kaasuautoissa on tyypillisesti kaksi rinnakkaista polttoainejärjestelmää, jolloin autoa voidaan käyttää sekä nestemäisillä että kaasumaisilla polttoaineilla. Polttoaine voidaan ruiskuttaa bensiinin tavoin joko imu-sarjaan tai suoraan moottorin sylinteriin. Liiallisten mekaanisten muutosten välttämiseksi kaasukonversiosarjat rakennetaan em. teknologioita hyödyntäen, riippuen auton alkuperäisestä polttoainejärjestelmästä.

Kaikki kaasuautot ovat käyttövoimaveron alaisuudessa riippumatta siitä, ovatko ne tehdastuotettuja tai jälkikäteen konvertoituja. Kaasuautojen käyttövoimavero on esimerkiksi dieselautoihin nähden matalampi. Lisäksi tehdastuotettujen kaasuautojen autovero on vastaaviin bensiiniautoihin nähden tyypillisesti halvempi, sillä Suomessa käytettävä, CO<sub>2</sub> päästöihin perustuva verotusjärjestelmä suosii vähemmän hiilidioksidia tuottavia käyttövoimia.

Taulukko 2 Maa- ja biokaasun ominaisuuksia verrattuna liikennebensiineihin

Tyypillisiä polttoaine-arvoja	Yksikkö	95E10	98E5	Maakaasu, CNG	Biometaani, CNG
Tiheys (15 C)	kg/m <sup>3</sup>	720–775	720–775	0.73*	0.73*
Energiasisältö	MJ/l	30.9	31.45	-	-
Energiasisältö Oktaaniluku, min- max	MJ/kg	41	42	50	50
	RON	95 / -	98 / -	130	130
Stoikiometrinen ilma-polttoainesuhde		14.7	14.7	17.2	17.2
CO <sub>2</sub> päästökerroin (Tank-to-Wheel, TTW)	kg/kg	3.10	3.04	2.62	2.61

\*normaalipaineessa<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Liete, suljettu säiliö, [JEC WTT Report https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119036](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119036)

<sup>7</sup> Gasum

<https://www.gasum.com/globalassets/pdf-files/maakaasu.pdf>

## 2.2 Konversiosarjojen toimintaperiaatteet

### 2.2.1 Etanolikonversiosarjat

Etanolikonversiosarjat ovat perinteisesti ajoneuvoon jälkikäteen asennettavia lisälaitteita, jotka kytketään moottorin polttoainesuuttimien johtoihin sekä muihin moottorin perustietoja antaviin antureihin. Etanolikonversiosarja asennetaan auton alkuperäisten suutinjohtimien väliin niin, että sarja muuttaa alkuperäisen suutinsignaalin pituutta entuudestaan määrättyjen korjauskarttojen mukaan. Lisäksi sarja kytketään auton alkuperäisiin moottoriantureihin (kuten jäähdytysveden ja imuilman lämpötila-anturit) eri seoskorjaustarpeiden määrittämiseksi. Etanolikonversiosarjan toimintaperiaate perustuu suuttimien polttoaineruiskutusparametrien (avautumisajan) muuttamiseen etanoliseoksen muutoksen suhteessa. Muutos tapahtuu jatkamalla moottorin alkuperäisen suutinsignaalin pituutta niin, että syötetty määrä vastaa autovalmistajien seosparametreja. Etanolikonversiosarja arvioi suuttimen virtauskapasiteetin muutostarvetta polttoaineen etanolipitoisuuden perusteella joko automaattisesti konversiosarjan mukana toimitetun etanolipitoisuusanturin avulla tai vaihtoehtoisesti kuljettajan valintakytkimen asennon perusteella. Etanolikonversiosarjojen polttoainekompensaatio perustuu etukäteen määriteltäviin kompensaatiokarttoihin, jotka perustuvat arvioihin tarvittavan polttoainemäärän lisäämiseksi. Bensiiniautojen ruiskutusjärjestelmien toimintaperiaatteen edellytyksenä on lambda-anturi, jonka avulla laitteisto hienosäätää polttoaineseosta ennalta määrättyyn arvoon. Etanolikonversiosarjat hyödyntävät tätä ominaisuutta tekemällä ns. arvion polttoaineseoksen muutoksesta sekä tarvittavasta polttoainemäärän kompensoimisesta, jolloin auton oma moottorinohjain kykenee suorittamaan tarvittavat hienosäädöt omatoimisesti. Auton oma moottorinohjain ja konversiosarja eivät keskustele keskenään, eikä moottorin omalle ohjauksikölle mene tietoa konversiosta tai polttoaineen ominaisuuksien muuttumisesta.

Bensiiniautojen ruiskutusteknologiat voidaan yleistäen jakaa kahteen pääryhmään: imusarjaruiskutteisiin moottoreihin (port fuel injection tai PFI) ja suoraruiskutteisiin moottoreihin (gasoline direct injection tai GDI). PFI-teknologia perustuu ruiskutusmenetelmään, jossa polttoaine syötetään moottorin imukanavaan kaasuvaihdosprosessin yhteydessä. Polttoaineen syöttöä säädellään niin, että polttoaineen syöttöpaine pidetään tyypillisesti vakiona suhteessa moottorin imusarjan paineeseen. Tästä johtuen polttoaineen määrä määräytyy ainoastaan ruiskutus-suuttimen aukioloajan funktiona. Matalan syöttöpaineen vuoksi suuttimia ohjataan suhteellisen pieniä sähkövirtoja käyttämällä. Ko. menetelmän etu on sen yksinkertaisuudessa, jolloin moottorin komponentti- ja kalibrointikustannukset ovat matalat suhteessa tarvittavaan laatuun ja tarkkuuteen. Eri kehitysversioita PFI-moottoreista on esiintynyt autoissa karkeasti 1990-luvulta lähtien. 2000-luvun alkupuolelta lähtien yleistyneet suoraruiskumoottorit ovat suurelta osin syrjäyttäneet PFI-teknologian päästölainsäädännön ja ajoneuvojen kulutusvaatimusten tiukentuessa. Varsinainen GDI-moottoreiden yleistyminen tapahtui Euro 5 -päästöluokan voimaantulon yhteydessä. GDI-järjestelmässä polttoaine ruiskutetaan korkealla ruiskutuspainella suoraan moottorin sylinteriin/palotilaan. GDI-teknologia on PFI-periaatteeseen verrattuna monimutkaisempi hallita ja kalibroida, sillä sylinteriin ruiskutettaessa polttoainemäärää hallitaan sekä polttoainepaineen että suuttimen aukioloajan funktiona. Koska GDI-teknologia tarvitsee korkeaa ruiskutuspainetta ja suuttimen tarkkaa hallittavuutta, suuttimien ohjausvirrat ovat PFI-

teknologioihin nähden huomattavasti suuremmat. GDI-moottoreiden polttoaineluiskutuksen kalibrointi on verrattain herkkä, sillä ruiskutusmäärän laskenta perustuu tarkoin määritettyihin suutinkarttoihin.

Etanolikonversiosarjojen markkinat ovat ensimmäisistä kehitysversioista lähtien keskittyneet PFI-teknologioiden ympärille. Tämä johtuu PFI-teknologian yksinkertaisuudesta, jonka takia polttoainesuuttimien kompensointi on vähemmän herkkä muutoksille suuttimien toiminnan suhteen. Lisäksi konversiosarjan ohjaaminen on pienistä jännitteistä ja virroista johtuen kustannustehokasta ja yksinkertaista toteuttaa. PFI-konversiosarjat ovat perinteisesti olleet yleismallisia sarjoja, joita on käytännössä voitu soveltaa useimpien PFI-autojen kanssa. GDI-konversiosarjat ovat puolestaan rantautuneet markkinoille vasta viimeisten vuosien aikana. Tämä on seurausta mm. GDI-teknologioiden ja niitä hyödyntävien automallien myöhäisemmästä yleistymisestä, monimutkaisemmista säätö- ja kalibrointivaatimuksista ja GDI-suuttimien ohjaamiseen tarvittavista, arvokkaammista komponenteista. Lisäksi eri valmistajien GDI-toteutusten monimuotoisuudesta johtuen, GDI-konversiosarjat ovat tyypillisesti edelleen auto-/moottorimallikohtaisia. Em. syiden vuoksi GDI-konversiosarjojen kehitys on ollut PFI-konversiosarjoja kalliimpaa, mikä vastaavasti näkyy GDI-konversiosarjojen markkinahinnoissa. Molempien teknologioiden konvertoimisessa esiintyy kuitenkin samankaltaisia haasteita, sillä etanolipolttoainetta käyttäessä moottorin polttoainejärjestelmän virtauskapasiteettien tulisi olla riittävä tarvittavan lisäpolttoainemäärän mahdollistamiseksi.

Etanolikonversiosarjalla varustetun auton ja tehdastuotetun FFV-auton merkittävimpänä erona moottorikalibrointien suhteen on tyypillisesti sytytysennakon optimoinnin puute vallitsevalla etanoliseoksella. Konservatiivisesti yleistäen sytytysennakon kompensoinnilla FFV-auton energiakulutus voi tyypillisesti olla jälkikäteen konvertoituun autoon nähden hieman matalampi. Lisäksi eroja voi tyypillisesti olla polttoaineen kompensointikartoissa, mikä puolestaan voi vaikuttaa esimerkiksi moottorin kylmäkäynnistysominaisuuksiin. FFV-autojen materiaaleissa on myös varmuudella huomioitu bensiinipolttoaineen korkea etanolipitoisuus vuorokauden ja etanolipolttoaineesta johtuvan kulumisen minimoimiseksi.

Etanolikonversiosarja voidaan teoriassa asentaa kaikkiin bensiinimoottorillisiin ajoneuvoihin. Asennuksessa on kuitenkin huomioitava käytettyruiskutustekniikka (kuten PFI- ja GDI versiot), polttoainesuuttimien ja polttoainejärjestelmän virtauskapasiteetti sekä polttoainejärjestelmän yhteensopivuus käytettävän polttoaineen kanssa. Esimerkiksi ruiskutus-suuttimien virtauskapasiteettien tulisi lähtökohtaisesti olla konvertoitavassa autossa riittävät, jotta järjestelmä olisi kykenevä lisäämään polttoainemäärää stoikiometrisen ilma-polttoainesuhteen muutoksen funktiona. Etanolikonversiosarja voidaan myös asentaa bensiinimoottori-sähköhybridivoimalinjalla varustettuihin hybridiautoihin. Hybridiauton konvertoimisen peruserä on sama kuin puhtaalla polttomoottoriautolla. Hybridiautojen konversioista on kuitenkin hyvin rajallisesti julkisia tutkimustuloksia saatavilla, joten etanolin käytön vaikutuksista hybridivoimalinjan kanssa ei ole tällä hetkellä tutkittua tietoa. Täten on epäselvää, kuinka paljon toistuvasti käynnistettävä polttomoottori vaikuttaa öljyn laimenemiseen, moottorin kulumiseen tai lähipäästöjen muutokseen.

Etanolikonversiosarjoja voidaan asentaa myös esimerkiksi sähköisillä ruiskutusjärjestelmillä varustettuihin moottoripyöriin. Moottoripyörissä käytettävät moottoritekniikat eivät peruseriaatteiltaan varsinaisesti poikkea merkittävästi henkilöautosovelluksista, mutta tila- ja painorajoitusten johdosta moottoripyörissä käytettävät polttoainesyöttömenetelmät perustuvat tyypillisesti PFI-teknologiaan. Tämän johdosta valtaosa sähköisillä ruiskutusjärjestelmillä varustetut moottoripyörät ovat käytännössä konvertoitavissa korkeaseosetanolille. Moottoripyörien konvertoimisessa saattaa kuitenkin esiintyä tilateknisiä haasteita, sillä moottoripyörissä on yleisesti ottaen vähemmän ylimääräistä, suojattua tilaa. Suomessa moottoripyörien lukumäärät ja vuosittaiset ajokilometrit ovat kuitenkin suhteellisen marginaalisia, minkä johdosta niiden vaikutukset Suomen CO<sub>2</sub>-päästöihin ovat pieniä.

Etanolikonversiosarjat eivät tyypillisesti sovellu kuorma-autoille, sillä ne on tyypillisesti varustettu dieselmootoreilla, eikä näiden etanolikonvertoiminen ole kustannustehokkaasti toteutettavissa.

### 2.2.2 Kaasukonversiosarjat

Kaasukonversiot ovat jälkikäteen bensiiniautoon asennettavia järjestelmiä, joiden avulla ne kykenevät käyttämään maa- ja biokaasua<sup>8</sup> polttoaineenaan. Kaasukonversiojärjestelmä asennetaan auton alkuperäisen bensiinipolttoainejärjestelmän rinnalle niin, että auto kykenee toimimaan sekä bensiinillä että metaanilla. Kahden polttoainejärjestelmän omaavaa moottorisovellusta kutsutaan myös nimellä bi-fuel-moottori. Kaasukonversio voidaan asentaa sekä PFI- että GDI-moottorisiin autoihin. Tyypillisesti asennus tehdään niin, että kaasupolttoaine syötetään suoraan imusarjaan, kuten esimerkiksi tavanomaisessa PFI-bensiinimoottorissa. Kyseisiä moottoreita voidaan käyttää edelleen joko pelkällä bensiinillä tai kaasupolttoaineella, mutta myös vaihtoehtoisesti molemmilla polttoaineilla samanaikaisesti. Tyypillisesti bi-fuel kaasusovelluksissa bensiinipolttoainetta pyritään käyttämään mahdollisimman vähän. Mikäli bensiiniä käytetään, on tarkoitus yleisesti joko moottorin komponenttien (kuten venttiilien) voitelun takaaminen tai moottorin käynnistymisen varmistaminen kylmäkäynnistysten tai kylmempien ulko-olosuhteiden yhteydessä<sup>9</sup>. PFI-kaasukonversiosarjat ovat yleismallisia sarjoja, joita voidaan asentaa käytännössä kaikkiin PFI-bensiiniautoihin. Lisäksi vanhempi auto, jossa on edelleen kaasutin, voidaan muuttaa kaasukäyttöiseksi. Koska suoraruiskutusjärjestelmälliset autot ovat toteutuksiltaan monimuotoisempia, ovat GDI-kaasukonversiosarjat automallikohtaisia. GDI-konversioissa bensiinipolttoainetta ruiskutetaan edelleen 15–25 % palotilassa sijaitsevien bensiinisuihtimien jäähdyttämiseksi, minkä johdosta pelkällä kaasulla ajaminen on mahdotonta. Kaasukonversiosarjoja voidaan myös asentaa dieselautoihin niin kutsuttuna dual-fuel ratkaisuna. Rajoitteena on enintään n. 50 % dieselpolttoaineen korvausaste. Lisäksi erityisesti metaanipäästöjä on hyvin vaikea hallita auton oman pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmän avulla, minkä seurauksena voi syntyä merkittäviäkin metaanipäästöjä. Nykyisellä verotusjärjestelmällä ja saavutettavalla polttoainekustannushyödyllä diesel-kaasukonversiot ovat bensiinikaasukonversiosarjoja kannattamattomampia. Kaasukonversiosarja on tyypillisesti etanolikonversiosarjoja kalliimpi asentaa, sillä konversio edellyttää erillisten kaasusäiliöiden ja rinnakkai-

<sup>8</sup> Auton moottorin kannalta maakaasu ja liikennebiometaanit ovat yksi ja sama kaasua, eli metaani.

<sup>9</sup> <https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/22/kaasuautotietoa/>

sen polttoainejärjestelmän asentamista ajoneuvoon. Kaasukonversiosarjat sisältävät kokonaisuudessaan kaikki kaasunkäytön edellyttämät komponentit, kuten polttoainesäiliöt, polttoainelinjan, kaasusuuttimet, ohjausyksikön jne.

Kaasukonversioiden osalta lähipäästöt (hiukkaspäästöjä lukuun ottamatta) saattavat olla jopa enemmän ongelmallisia kuin etanolikonversioiden kanssa. Syynä tähän on metaanin etanolia ja bensiiniä haastavampi hapettamisprosessi auton katalysaattorissa. Metaani vaatii noin 400 °C lämpötilan, jotta se hapettuu hiilidioksidiksi auton katalysaattorissa. Tämän lisäksi metaani vaatisi usein erilaisen jalometallilatauksen hapettamisprosessin helpottamiseksi katalysaattorissa kuin bensiini tai etanoli. Näin ollen päästöjen minimoimiseksi konversiosarjan asennuksen ohella auton katalysaattori tulisi mahdollisesti myös vaihtaa paremmin metaanin hapettamiseen soveltuvaan.



### 3 Vaikutusarviointi polttoainetyypeittäin

#### 3.1 Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

Korkeaseosetanolin käytön vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin riippuvat merkittävimmin polttoaineen elinkaariarviointitavasta. Pääsiallinen elinkaariarviointimenetelmä muodostuu Well-to-Wheels (WtW) päästöistä, jossa huomioidaan kaikki ympäristövaikutukset polttoaineen elinkaaren eri vaiheiden aikana. WtW voidaan jakaa kahteen osaan, Well-to-Tank (WtT) ja Tank-to-Wheel (TtW). WtT arvioi polttoaineen tuotannon raaka-aineiden ja valmistusprosessin kasvihuonekaasutasetta siihen asti, kun polttoaine päättyy ajoneuvon polttoainetankkiin, kun puolestaan TtW- päästöt sisältävät kasvihuonekaasupäästöt ajosuoritteen seurauksena. Perinteisesti ajoneuvojen kasvihuonekaasupäästöjä säännellään ja tarkastellaan TtW menetelmällä. Uusiutuvien polttoaineiden päästövaikutuksia verrattaessa fossiilisiin on kuitenkin huomioitava polttoaineen tuottamat hiilidioksidipäästöt koko elinkaaren aikana ml. polttoaineen tuotannosta aiheutuneet nettopäästöt. Muussa tapauksessa kokonaisvaltaisten vaikutusten arviointi hiilidioksidipäästöjen nettovaikutuksista olisivat fossiilisten ja uusiutuvien energialähteiden välillä kokonaiskuvaa vääristävää. Suomessa myytävä korkeaseosetanoli, E85, koostuu etanolista (n. 70 - 85 v%) ja bensiinistä (vastaavasti 15 - 30 v%). Käytettävä bensiinilaatu on pääasiassa fossiilista, kun puolestaan etanoli uusiutuvaa, tyypillisesti eri jätevirroista tuotettua. Yhtälössä on kuitenkin huomioitava, että käytettävän etanolin elinkaari-päästöt saattavat vaihdella merkittävästi riippuen prosessointimenetelmästä ja etenkin käytetystä raaka-aineesta. 100 % etanolin WTT CO<sub>2</sub>-intensiteetti vaihtelee tyypillisesti välillä 17.8 - 64.9 gCO<sub>2,eq</sub>/MJ<sub>fuel</sub><sup>10</sup>. Tästä johtuen korkeaseosetanolin käytön suorat vaikutukset voidaan jakaa seuraavasti:

- Tank-to-Wheel, TtW
  - Korkeaseosetanolin käytöstä saatava teoreettinen TTW hyöty on n. 1 - 2 %
- Well-to-Wheels, WtW
  - Koska korkeaseosetanolin WTW hyöty riippuu merkittävästi polttoaineen raaka-ainelähteistä sekä polttoaineeseen sekoitetun bensiinilaidun määrästä, vaihtelevat luvut seuraavasti:
    - Tyypillisesti EU-alueella käytettävän E85 polttoaineen WtW hyöty on n. 50 %<sup>11</sup>
    - Suomessa E85 polttoainetta jakelevan St1:n mukaan jätteestä valmistetun etanolin osuus polttonesteessä laskee autoilun fossiilisia päästöjä peräti 80 %<sup>12</sup>. Tarkkaa WtW arvoa St1:n käyttämästä polttoaineesta ei ole julkisesti saatavilla

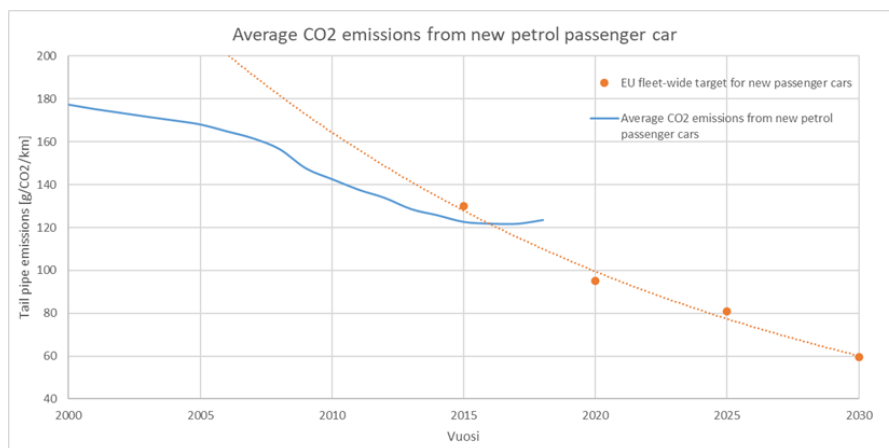
Lisäksi vaikutusten arviointia tehdessä on huomioitava konversiosarjan soveltuvuus ja sen vaikutukset auton energiankulutukseen. Mikäli auton energiakulutus pysyy etanolikonversiosarjaa käyttämällä entisellään, voidaan yhtälöä tarkastella

<sup>10</sup> JEC WTT Report <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119036>

<sup>11</sup> <https://www.epure.org/news/e85-an-ethanol-blend-to-fuel-europes-clean-mobility/>

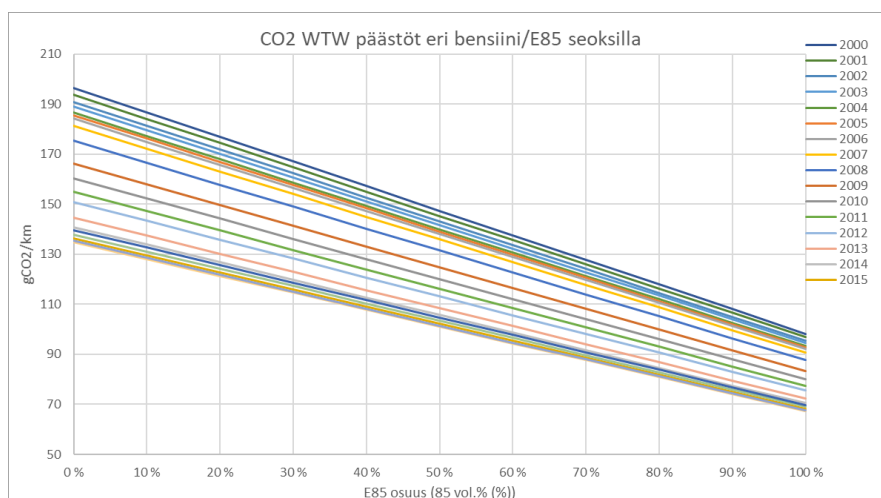
<sup>12</sup> <https://www.st1.fi/yksityisille/tuotteet-ja-palvelut/polttonesteet/bensiinit-ja-re85/re85>

suoraan em. TtW ja WtW arvoilla. Mikäli ajoneuvon energiakulutus laskee tai kasvaa, on muutos huomioitava kokonaiskasvihuonekaasupäästöjen laskennassa. Tutkimustuloksia energiakulutuksen kasvusta tai laskusta konversiosarjoja käytettäessä ei ole juurikaan julkisesti saatavilla. Kuvassa 1<sup>13</sup> esitetään EU-alueella myytävien henkilöautojen keskimääräiset CO<sub>2</sub> päästöt eri vuosimallien mukaan. Henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöt ovat laskeneet viidessä vuodessa n. 60 g/km vuosien 2000 ja 2015 välillä. Kuvassa vuonna 2015 jälkeen tapahtuva CO<sub>2</sub> päästöjen kasvu johtuu henkilöautojen tyyppihyväksyntämenetelmän muutoksesta, jolloin NEDC-tyyppihyväksyntäsykli vaihdettiin tunnetusti raskaampaan, WLTP-protokollaan.



Kuva 1 EU-alueella myytävien bensiinikäyttöisten henkilöautojen keskimääräinen CO<sub>2</sub> päästö eri vuosimallien mukaisesti jaoteltuna. Kuvajasssa lisäksi EU:n asettamat henkilöautokannan CO<sub>2</sub> tavoitearvot vuoteen 2030 asti. Tavoitearvot ovat kuitenkin EU:n johdolla lisätarkastelussa ja ovat tulevien vuosien aikana tiukkenemassa.

Edellisestä datasta voidaan laskea korkeaseosetanolin käytöstä saavutettava WtW-potentiaali autojen käyttöönottovuosien mukaisesti jaoteltuna (Kuva 2). Eri etanoli-seoksien WtW potentiaali on laskettu käyttämällä JRC-Eucar-Concawe (JEC) yhteistyön tuottaman WTW raportin (v5) mukaisia viitearvoja etanolin elinkaari päästöille<sup>14</sup>.



Kuva 2 Arvioidut CO<sub>2</sub> (WtW) päästöt henkilöautoille eri korkeaseosetanolin ja bensiinin sekoitusosuudelle eri ajoneuvojen ikäluokkien mukaan.

<sup>13</sup> [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/average-emissions-for-new-cars-7#tab-chart\\_1](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/average-emissions-for-new-cars-7#tab-chart_1)

<sup>14</sup> <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121213>

## 3.2 Vaikutukset lähipäästöihin

Etanolikonversiosta aiheutuvat muutokset ajoneuvon lähipäästöihin riippuvat automallista, moottorityypistä sekä konversiosarjan laadusta ja sen soveltuvuudesta konvertoitavaan ajoneuvomalliin. Mahdollisten absoluuttisten vaikutusten arvioiminen ilman laajamittaisia tutkimustuloksia on mahdotonta, mutta lähtökohtaisesti alkuarvoina voidaan pitää jo tieliikenteeseen myytyjä, tehdastuotettuja FFV-autoja. Tyypillisesti korkeaseosetanolin käytön vaikutukset FFV-autoissa voivat olla lähipäästöjen osalta sekä myönteisiä että kielteisiä. Yleisesti korkeaseosetanolin käytöstä aiheutuneet vaikutukset lähipäästöihin ovat:

- CO: Vaikutus häkäpäästöihin on tyypillisesti kokonaisuudessaan suhteellisen neutraali, mutta häkäpäästöt voivat kylmäkäynnistysten aikana olla tavanomaista korkeampia.
- HC: Hiilivetypäästöjen on todettu tyypillisesti kasvavan eteenkin kylmäkäynnistysten aikana. Eryityisesti aldehydi- ja etanolipäästöt saattavat kasvaa.
- NOx: Typenoksidipäästöissä saattaa kolmitiekatalysaattorin ja moottorin kalibrointikartoista riippuen olla eroja molempiin suuntiin, mutta toimiessaan normaalisti vaihtelu on suhteellisen merkityksetöntä.
- PN/PM: Korkeaseosetanolin käytön myötä hiukkaspäästöt tyypillisesti laskevat verrattuna bensiinipolttoaineisiin.

On kuitenkin huomioitava, että etanolikonversiosarjamarkkinat ovat maailmalla laajat, ja konversiosarjojen laadun kirjo on merkittävä. Käytettyjen konversiosarjojen laatu ja säätömahdollisuudet ovat pakokaasupäästöjen kannalta ratkaisevassa asemassa. Mikäli konversiosarjan aiheuttamat muutokset polttoaineen ruisutusparametreihin, ja sen myötä ilma-polttainesuhteeseen poikkeavat merkittävästi auton alkuperäisistä arvoista, on mahdollista, että kolmitiekatalysaattorin toiminta heikkenee, mikä johtaa lähipäästöjen merkittävään kasvuun. Pahimmassa tapauksessa kolmitiekatalysaattorin deaktivoitumisen seurauksena lähipäästöt (häkä, hiilivety ja typenoksidipäästöt) voivat kasvaa merkittävästi niin, ettei ajoneuvo enää täytä oman tyyppihyväksyntämenetelmänsä mukaisia pakokaasupäästönormeja. Tyypillisesti, mikäli moottorin ilma-polttainesuhde muuttuu merkittävästi, syttyy ajoneuvoon kuitenkin vikavalvot, joka ilmoittaa kuljettajalle, etteivät ajoneuvon päästöt ole tarkoituksenmukaiset.

Esimerkiksi eräässä aikaisemmin VTT:llä tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin Euro 5 luokan PFI- konversiosarjojen vaikutuksia. Suoritetut kokeet osoittivat, että konversiosarjojen yhteensopivuus eri automallien kanssa on varsin yksilöllistä. Em. tutkimuksissa käytetyn auton polttoainejärjestelmän todettiin olevan kapasiteetiltaan rajallinen, mikä johti lambda-arvon muutokseen verrattuna tehdaskalibrointeihin. Kyseisissä tutkimuksissa todettiin konversiosarjojen vaikutusten olevan kylmäkäynnisteisessä NEDC-syklissä seuraavat:

- CO<sub>2</sub>: Vaikutus n. -6 % (TtW)
- CO: Vaikutus vaihteli välillä -83...+500 %
- HC: Vaikutus vaihteli välillä -4...+371 %
- NOx: Katalysaattorin toiminta lakannut, päästökerroin: 60 - 64 x NOx päästöt verrattuna bensiinillä mitattuihin tuloksiin
- Hiukkasmassa: Saavutettu hyöty n. -29 ... -53 %

Lämminkäynnisteisessä NEDC -syklissävaikutukset olivat seuraavat:

- CO<sub>2</sub>: Vaikutus vaihteli välillä n. -5... -7 %
- CO: Vaikutus vaihteli välillä -75... -99%
- HC: Vaikutus vaihteli välillä +24... +161 %
- NO<sub>x</sub>: Katalysaattorin toiminta lakannut, päästökerroin: 44 - 48 x NO<sub>x</sub> päästöt bensiinillä
- Hiukkasmassa: n. -13 ... +47 %

Tutkimuksissa suoritettujen tehomittausten aikana ei löydetty moottorin tehossa kasvua. Pahimmassa tapauksessa polttoainejärjestelmän kapasiteetin riittämättömyys johti tehon laskuun.

Myöhemmin muualla Euroopassa tehdyt tutkimukset antavat kuitenkin viitteitä myös menestyksekkäistä etanolikonversioista. Esimerkiksi Ranskassa tällä hetkellä käytössä olevassa konversiosarjoja koskevassa hyväksyntämenettelyssä vaaditaan, että konvertoidun ajoneuvon olisi täytettävä tyyppihyväksyntäsääntelyn mukaiset päästöraja-arvot. Tässä työssä suoritettujen haastatteluiden perusteella ilmeni, että tällä hetkellä Ranskan vaatimuksien puitteissa on hyväksytetty joitakin yksittäisiä suoraruiskutteisia Euro 6-luokan automalleja. Tarkkoja tietoja automalleista, joihin hyväksyntöjä on tehty, ei kuitenkaan ole käytettävissä. Joka tapauksessa em. tieto antaa vain viitteitä siitä, että konversiosarjoilla varustetuilla ajoneuvoilla voidaan päästä lainsäädännön vaatimiin raja-arvoihin, mikäli etanolikonversio on laadultaan riittävä ja on teknisesti yhteensopiva muunnetun ajoneuvon moottoritekniikan kanssa. Nykyisellään Ranskan vaatimassa menettelyssä on hyödynnetty ainoastaan 23 °C olosuhteissa suoritettuja kokeita. Ranskan vaatimukseen on viime vuodesta lähtien lisätty tyyppihyväksyntämenettelyn mukaiset pakkaskokeet. Pakkaskokeiden vaatimuksen siirtymäaika loppuu syksyllä 2022. Koska pakkaskoevaatimukset ovat verrattain tuoreet, ei ko. kokeiden tuloksista ole vielä tänä päivänä ole tietoa. Pakkaskokeiden polttoaineen etanolipitoisuusvaatimuksena on kylmäkäynnistysominaisuuksiensa vuoksi 85 til% sijaan 70 til%.

### 3.3 Etanoli- ja kaasukonversioautojen turvallisuustarkastelu

Etanolikonversioiden turvallisuuteen liittyvää tietoa on nykyhetkellä vain rajallisesti saatavilla. Tämä johtuu pääasiallisesti etanoliautojen rajallisesta määrästä sekä todennäköisesti statistiikan puuttumisesta niistäkin tilanteista, jolloin korkeaseosetanolilla on mahdollisesti ollut vaikutusta turvallisuuteen. Selvityksen aikana vakavimmiksi riskeiksi tunnistettiin turvallisuuteen liittyvät tilanteet, jossa joko moottori tai polttoainejärjestelmän vaurioitumisen seurauksena polttoainevuotoa ja siitä johtuvaa spontaania syttymistä voisi esiintyä. Esimerkiksi Ruotsissa vuonna 2007 julkaistut tutkimukset viittaavat siihen, että hieman kohonneista riskeistä huolimatta korkeaseosetanolin turvallisuustekniset ominaisuudet eivät merkittävästi eroa vastaavasta pumppulaatusesta bensiinipolttoaineesta, vaan ne muistuttavat enemmän bensiiniä kuin puhdasta etanolia<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> SP

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962432/FULLTEXT01.pdf>

Kaasuautojen turvallisuudesta on Traficom in toimesta todettu seuraavaa<sup>16</sup>.

*”Kaasuauto on asianmukaisesti huollettuna käytännössä ihan yhtä turvallinen kuin bensiinikäyttöinen auto. Esimerkiksi tuoreen selvityksen (”Selvitys metaanilla toimivien kaasuaajoneuvojen käyttörajoituksista maanalaisissa tiloissa (pdf)(Ulkoisen linkki)”) mukaan kaasukäyttöisille ajoneuvoille sattuu onnettomuuksia yhtä paljon kuin nestepolttoainekäyttöisille, eivätkä nämä onnettomuudet keskimäärin poikkeava seurauksien vakavuuden osalta toisistaan.*

*Vapaassa ulkoilmassa maakaasu ilmaa kevyempänä häviää tuuleen ja laimenee nopeasti palamattomaksi seokseksi. Sisätiloissa kaasu voi kerääntyä katossa oleviin taskuihin syttymiskelpoiseksi seokseksi ja siksi omaan autotalliin kannattaa laittaa palohälyttimen kaltainen kaasuvuodon ilmaisin, jos siellä säilyttää kaasuautoa.*

*Kolaritilanteita varten kaasuautosta, kuten muistakin autoista, on hyvä tulostaa pelastuskortti, josta näkyvät pelastustoimenpiteiden kannalta auton kriittiset kohdat. Kortti kannattaa laittaa kuljettajan aurinkolippaan.”*

## 3.4 Konversiosarjamarkkinat

### 3.4.1 Etanolikonversiosarjamarkkinat

Etanolikonversiosarjamarkkinat ovat kansainvälisesti suhteellisen laajat. Konversiosarjoja myydään erityisesti mm. Brasiliassa, USA:ssa, Ranskassa, Ruotsissa ja Thaimaassa. Suomessa konversiosarjoja myyviä tahoja on käytännössä kaksi: eFlexFuel (StepOneTech) sekä FlexFuelFinland. Suomessa etanolikonversioita tehdään vuosittain arviolta n. 1200 kappaletta. Etanolikonversiosarjoja on saatavilla internetistä laajoin valikoimin. Internetistä ja kansainvälisesti saatavilla olevista konversiosarjoista laatuun liittyvää tarkastelua ei työn aikana suoritettu. Etanolikonversiosarjojen hinnat vaihtelevat 100–900 € luokassa riippuen valmistajasta, valmistusmaasta sekä konvertoitavasta automallista (PFI vai GDI teknologia). Hinta-haarukan sekä työssä suoritettujen haastatteluiden perusteella voidaan arvioida, että erityisesti kansainvälisillä markkinoilla esiintyvien konversiosarjojen laatu voi vaihdella merkittävästi, eikä minkäänlaisia takeita ulkomailta tilattujen sarjojen toimintaperiaatteesta tai suorituskyvystä voida antaa. Esimerkkejä eri konversiosarjojen saatavuudesta ja hinnoista on esitetty taulukossa 3. Etanolikonversiosarjat voidaan asentaa joko omatoimisesti tai vaihtoehtoisesti kotimaisten konversiosarjoja jakelevien toimijoiden toimesta. Tyypillisesti GDI-moottoreihin tarkoitetut sarjat ovat suositeltava asentaa asiantuntevan asennuspalveluita tarjoavan tahon toimesta.

Selvityksen aikana suoritettujen haastatteluiden mukaan etanolikonversiosarjamarkkinoita hidastaa sekä tietoisuus korkeaseosetanolin käytöstä sekä kuluttajien huoli etanolikonversiosarjojen käytön riskeistä. Lisäksi korkeaseosetanolin käytöstä saavutettava kustannushyöty nähtiin olevan paikkakohtaista ja nykyhetkellä suhteellisen marginaalista.

<sup>16</sup> Traficom

<https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehto/kaasuauto?toggle=Onko%20kaasuauto%20turvallinen%3F>  
<https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehto/kaasuauto?toggle=Paljonko%20kaasuauto%20maksaa%3F%20Kuinka%20hyvin%20kaasuauto%20s%C3%A4ilytt%C3%A4%C3%A4%20j%C3%A4lleenmyyntiarvonsa%3F&toggle=Onko%20kaasuauto%20turvallinen%3F>

Taulukko 3 Esimerkkejä etanolikonversiosarjojen markkinatilanteesta.

Merkki	Malli	Sovel- tuvuus	Tekno- logia	Hinta [€]	Myynti- maa
eFlexFuel	EFLEXPLUS	Autot	PFI	499 €	Suomi
eFlexFuel	EFLEXPLUS	Autot	GDI	899 €	Suomi
eFlexFuel	EFLEXMOTO PLUS	Mootto- ripyörät	PFI	499 €	Suomi
FuelFlexFinland	V4.2	Mootto- ripyörät	PFI	249 - 289 €	Suomi
FuelFlexFinland	V7.0	Autot	PFI	369 - 379 €	Suomi
FuelFlexFinland	v8.0	Autot	PFI	279 - 299 €	Suomi
FuelFlexFinland	v10	Autot	GDI	349 €	Suomi
XUGAR flex			GDI		Thaimaa
Autoethanol				> 95 €	Englanti
FuelFlex international				299 - 449 \$	USA
AliExpress				150 - 300 \$	Maailman- laajuisesti
ebay				> 120 €	Maailman- laajuisesti
EthanolFlex				300 - 430 €	Ranska

### 3.4.2 Kaasukonversiosarjamarkkinat

Kaasukonversioiden hinta vaihtelee tällä hetkellä n. 3000–4500 € haarukassa<sup>17</sup>. Kaasukonversioita tehdään Suomessa Kaasuautoilijat ry:n mukaan joitakin satoja kappaleita vuodessa. Koska kaasukonversiojärjestelmä edellyttää kokonaisen, uuden polttoainejärjestelmän asentamisen autoon, on toteutus etanolikonversiosarjoihin verrattuna huomattavasti monimutkaisempi, ja asennus on tyypillisesti suoritettava asiantuntevan asennuspalveluita tarjoavan elinkeinoharjoittajan toimesta.

Kaasukonversioita suorittaa Suomessa ainakin Terra Gas Finland - korjaamoketju ja Action Car Service ACS Oy. Kaasuautoilijat ry:n mukaan kaasukonversiosarjamarkkinat ovat Suomessa edelleen marginaaliset, jonka johdosta toimijoita on täällä edelleen suhteellisen vähän. Kaasukonversioiden myyntiä vaikuttaa hidastavan korkea investointihinta sekä huolet konversioiden taloudellisesta kannattavuudesta. Erityisesti kaasuautojen käyttövoimaveron nähtiin vaikuttavan hankintapäätökseen merkittävästi ja nykyinen lainsäädäntö nähtiin ristiriitaiseksi, sillä konvertoidun auton CO<sub>2</sub> päästöarvoja ei korjata kaasuautoa vastaavaksi, mutta em. menettelyä sovelletaan käyttövoimaveron näkökulmasta. Erityisesti käyttövoimaveron poisto nähtiin parhaimpana menettelynä kaasukonversioiden edistämiseksi.

## 3.5 Etanoli- ja kaasuautoilun kustannusrakennetarkastelu

Koska pääasiallisesti merkittävin konversioita edistävä tekijä on autonkäytön kustannusten laskeminen, on konversiolaitteiden käyttökustannuksia tarkasteltava konversiolaitteiston kannattavuuden sekä takaisinmaksuajan suhteen. Etanolikonversiosarjojen hinnat vaihtelevat merkittävästi, mutta Suomessa markkinoilla olevia sarjoja myydään tyypillisesti 350–900 € hintaan riippuen konvertoitavasta ajoneuvosta sekä käytettävästä teknologiasta. Kaasukonversiosarjojen hinnat vaihtelevat tyypillisesti 3000–4500 € välillä. Tämän alkukustannuksen jälkeen olisi laskettava käyttökustannuksesta saavutettava hyöty per kuljettu kilometri, jolloin

<sup>17</sup> Terragas

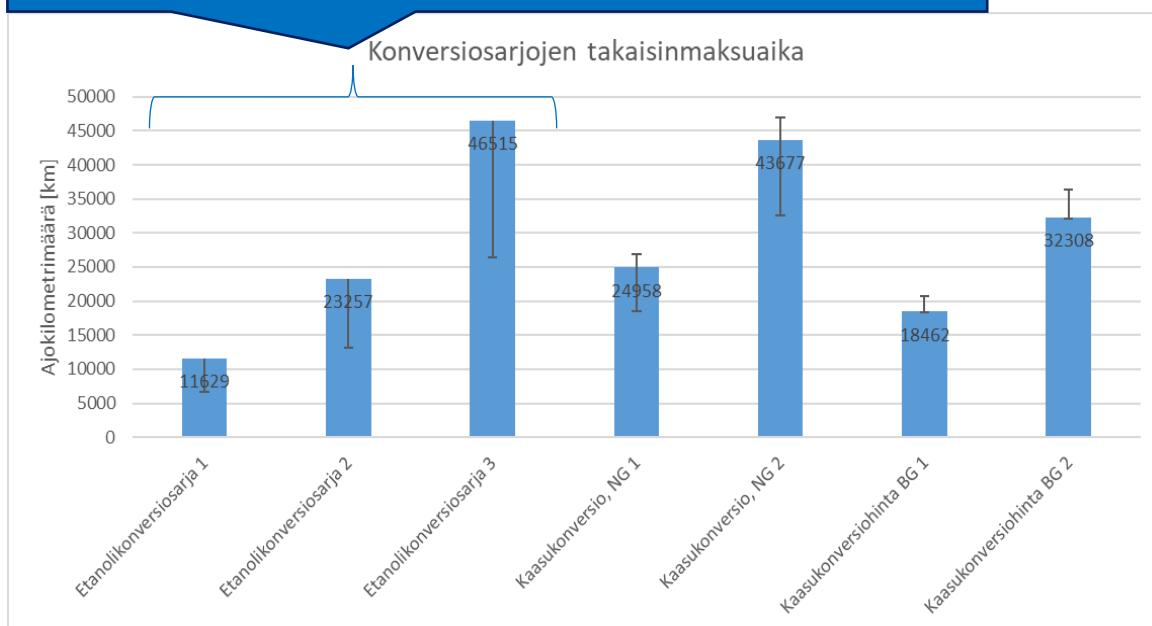
<https://terragas.fi/tuotteet-ja-hinnat/>

voidaan arvioida ajomäärä, jolla konversiosarjan investointikustannukset saadaan säästettyä takaisin auton käytön elinkaaren aikana. Laskennassa on käytetty läh-  
töarvoina bensiiniautoa, jonka keskikulutus on n. 8 l/100 km. Polttoainekustan-  
nukset ovat arvioitu nykyhinnoilla (15.6.2022) sivustoja [polttoaine.net](http://polttoaine.net) ja [tank-kaus.com](http://tank-kaus.com) keskiarvohintoja käyttämällä. 95E10 bensiinin keskihintana käytettiin arvoa 2.57 €/ litra, 98E5 2.67 €/litra, E85 1.76 €/litra. Vastaavina kaasunhintoina käytettiin arvoja 2.54 €/kg maakaasulle ja 1.97 €/kg biokaasulle. Lisäksi lasken-  
taan laadittiin herkkyyksianalyysi polttoaineiden vaihtelulle nykyisillä polttoaineiden tyyppillisillä vaihteluarvoilla. Konversiosarjojen kustannuksissa on huomioitu kon-  
versiosarjoille tällä hetkellä sovellettavat muuntotuet. Lisäksi arviossa on oletettu, ettei etanoli- tai kaasukonversioiden käyttö aiheuta muutoksia auton energiakulu-  
tukseen. Laskennassa käytettiin seitsemää skenaariota seuraavasti:

- Etanolikonversio 1, polttoaineena E85 (PFI)
  - Hankintahinta 350 €, muuntotuki 200 €, reaalihintana 150 €
- Etanolikonversio 2, polttoaineena E85 (PFI)
  - Hankintahinta 500 €, muuntotuki 200 €, reaalihintana 300 €
- Etanolikonversio 3, polttoaineena E85 (GDI)
  - Hankintahinta 800 €, muuntotuki 200 €, reaalihintana 600 €
- Kaasukonversio 1, polttoaineena maakaasu
  - Hankintahinta 3000 €, muuntotuki 1000 €, reaalihintana 2000 €
- Kaasukonversio 2, polttoaineena maakaasu
  - Hankintahinta 4000 €, muuntotuki 1000 €, reaalihintana 3000 €
- Kaasukonversio 1, polttoaineena biokaasu
  - Hankintahinta 3000 €, muuntotuki 1000 €, reaalihintana 2000 €
- Kaasukonversio 2, polttoaineena biokaasu
  - Hankintahinta 4000 €, muuntotuki 1000 €, reaalihintana 3000 €

Kuvan 3 mukaiset arviot osoittavat, että nykyisillä polttoainehinnoilla etanoli-  
konversioita käyttämällä parhaassa tapauksessa (halvimmalla etanolikonversio-  
sarjalla) takaisinmaksuaika saavutetaan jo 10 tkm kohdalla. Kalliimmalla konver-  
siohinnalla, jotka ovat suunniteltu GDI moottoreihin, vastaava takaisinmaksuaika  
saavutetaan ajamalla peräti 45 tkm. Mikäli käytetään korkeaseosetanolin kor-  
keimpia nykyhintoja (n. 2 €/litra), muuttuu korkeaseosetanolin käyttö suhteessa  
95E10 bensiiniin kannattamattomaksi. Koska nykyhetkellä biokaasu on maakaa-  
sua halvempaa, tulisi biokaasukonvertoidulla ajoneuvolla ajaa n. 18–32 tkm, jotta  
kaasukonversion alkuinvestointikustannus saavutetaan säästöinä. Vastaavat luvut  
maakaasulle ovat arviolta n. 24–43 tkm. Mikäli huomioidaan myös kaasautojen  
käyttövoimavero, kasvaa em. luku vuosittaisesta a ajomäärästä riippuen muuta-  
malla tuhannella kilometrillä. Nykyhetkellä vaikuttaa siis siltä, että mikäli keski-  
määräinen vuosittainen ajosuorite on alle 20 tkm, monen nykyauton kohdalla  
konversiosarjan takaisinmaksuaika on 1–2 vuotta.

Mikäli E85 polttoaineen hinta lasketaan tällä hetkellä korkeimmalla hinnalla, laitteen takaisinmaksuaikaa ei saavuteta



Kuva 3 Arvioidut takaisinmaksuajat eri kilometrimäärillä ja konversiosarjoilla tilanteessa, jossa ei huomioida käyttövoimaverojen muutoksia.

### 3.6 Vaikutusarvioinnin yhteenveto - riskitaulukko

Alun perin bensiinipolttoaineelle suunniteltua ja tyyppihyväksyttyä ajoneuvoa jälkikäteen muutettaessa muulle kuin sille suunnitellulle polttoaineelle käytettäväksi (tässä tapauksessa korkeaseosetanoli), tulisi polttoaineen ja muunnoksen aiheuttamia riskejä tarkastella olemassa olevien tietojen perusteella.

Tätä selvitystä tehtäessä ei kuitenkaan löytynyt riittävän laajaa tutkittua tietopohjaa kaikkien esille tuotujen riskien todennäköisyyksien määrittämiseksi. Riskiarviot suoritettiin saatavilla olevaan kirjallisuuteen, selvityksen aikana tehtyihin haastatteluihin ja asiantuntija-arvioihin nojaten. Tämän johdosta esitettyjen riskien toteutumisen todennäköisyydet riippuvat monista tunnetuista sekä tuntemattomista epävarmuustekijöistä. Riskianalyysin avulla voidaan kuitenkin tunnistaa mahdolliset epäkohdat sekä muunnossarjan ja/tai korkeaseosetanolin käytöstä mahdollisesti aiheutuvat poikkeavuudet, niiden vaikutukset ja vakavuudet. Tämä tieto tulisi olla taustatietona mahdollisia tukitoimia ja osoittamistapojen kevennyksiä suunnitellessa. Selvityksessä muodostettu riskitaulukko on esitetty kokonaisuudessaan taulukossa 4.

Konversiosarjojen käytöstä aiheutuneet riskit voidaan kategorisoida ajoneuvojen päästöihin vaikuttaviin, liikenneturvallisuuteen, sekä lainmukaisuuteen liittyviin alaluokkiin.

Tietoja etanolikonversioiden käytön vaikutuksista uudemmissa, esimerkiksi Euro 6 luokan ajoneuvoissa ei ollut selvityksen aikana etanolikonversiosarjoja valmistavien tahojen haastatteluiden lisäksi juurikaan saatavilla. Koska PFI-teknologialla varustetut autot edustavat ns. perinteisempää teknologiaa, ovat etanolikonvertoitujen PFI-autojen muutokset ja riskit aikaisempien tutkimusten perusteella kuitenkin suhteellisen hyvin tiedossa. Johtuen GDI-teknologian yleistymisestä vasta Euro 5 luokan voimaan astumisen jälkeen, on GDI-ruiskutusjärjestelmillä varustettujen autojen päästövaikutuksista vasta hiljattain saapunut tietoja esimerkiksi Ranskan konversiomyönnytyksen johdosta.



Taulukko 4 Riskitaulukko E85-konversiosajojen mahdollisista vaikutuksista ajoneuvoon ja sen toimintaan.

Skenaario	Riski kuvaus	Seuraus		Riskin todennäköisyys ja vakavuus*	Ratkaisuehdotus
1. Vaikutus energiankulutukseen	Polttoaineen kulutus kasvaa konversiosarjan ruiskutuskalibrointimenetelmien vaihteluiden vuoksi	Absoluuttisen energiakulutuksen kasvu		Riippuu merkittävästi konversiosarjatyypistä, sillä osassa konversiosarjoissa on etanolipitoisuusanturi, toisissa ei	Konversiosarjoja jakelevien tahojen on taattava konversiosarjan toimivuus
2. Vaikutus lähipäästöihin	Ajoneuvon jälkikäsitteilylaitteisto ei toimi kuten suunniteltu	Riippuen konversiosarjan laadusta ja yhteensopivuudesta ajoneuvon järjestelmän kanssa, riskinä on että CO, HC (etanoli ja aldehydipäästöt) sekä NOx päästöt kasvavat	Katalyytin toiminta voi pahimmassa tapauksessa loppua täysin	Laajojen tutkimustulosten puuttuessa vaikutusten arvioiminen on käytännössä mahdotonta konversiosarjatarjonnan sekä laajan teknologiamuutoksen vuoksi	Lainsäädännön mukaisen päästötestin vaatiminen hyväksynnän yhtenä edellytyksenä. Konversiosarjoja jakelevien tahojen on taattava konversiosarjan toimivuus.
3. Lainmukaisuus	Ajoneuvo ei täytä valmistajan mukaisia tyyppihyväksyntämenetelmän mukaisia, ilmoitettuja päästötaasoja tai normaalia katsastusmenettelyä	Kohta 1.	Kohta 2.	Konversiosarjan kalibrointistrategiat sekä sarjojen laatu, ns. "ohjauksiyksikön optimointi" vaikuttavat päästötasoon merkittävästi	Lainsäädännön mukaisen tai sovelletun päästötestin vaatiminen hyväksynnän yhtenä edellytyksenä. Lisä- tai lohkolämpimittimen edellytys/käyttö, muutoskatsastuksessa todistettava laitteen soveltuvuus ajoneuvotyyppiin
4. Konversiosarjan soveltuvuus käytettävän ajoneuvon kanssa	Pois lukien kansallisia toimijoita, konversiosarjoja voidaan asentaa ajoneuvoihin joiden yhteensopivuus on tuntematon	Ajoneuvo ei toimi toivotulla tavalla tai lähipäästöjen kasvu on merkittävä	Tieliikenteessä merkittävä määrä ajoneuvoja, joiden päästöt ja toimivuus on käytännössä käyttäjän vastuulla	Markkinatilanne ohjaa usein kuluttajaa, joten riski riippuu markkinoilla olevien konversiosarjojen hintatastosta	Veroedun/muutoskatsastuksen edellytyksenä laitteen yhteensopivuustodistus
5. Turvallisuus	Polttoaineen vuototilanteessa/tankkauksen aikana spontaanin syttymisen riski voi kasvaa tietyissä olosuhteissa bensiiniä herkemmin	E85 leviäminen voi höyrystyessään levitä bensiiniä laajemmin kasvattaen itsesyttymisriskiä	E85 sähkönjohtavuus on suurempi verrattuna bensiinipolttoaineisiin	Nykyisillä tiedoilla ei ole mahdollista arvioida	Konversiosarjoja jakelevien tahojen on taattava korkeaseosetanolin soveltuvan asennettavan ajoneuvon polttoainejärjestelmän kanssa
6. Tekniset viat	Konversiosarjan tai korkeaseosetanolin käytöstä aiheutuneet haittavaikutukset ja ajoneuvotekniset ongelmat	Auton polttoaine- tai sähköjärjestelmään liittyvät tekniset häiriöt ja rikkoutumiset	Polttoainepumppujen, suuttimien yhteensopivuusongelmat sekä mahdolliset sähköjärjestelmän vikatilanteet	Ajoneuvovalmistajat (bensini) eivät takaa komponenttien yhteensopivuutta korkeaseosetanolin sekä konversiosarjojen kanssa	Muutoskatsastuksen yhteydessä esitettävä konversiosarjan takaama soveltuvuustodistus
7. Mahdollisen sääntelyn kevennyksen poraamisen hyödyntäminen	Käyttäjä voi hyväksikäyttää kevennyksiä ja tämän verukkeella esimerkiksi laiminlyödä jälkikäsitteilylaitteistoon liittyviä huoltotoimenpiteitä	Katalysaattorin poisto tai ajoneuvon muu tekninen muutos/vika, jonka johdosta lähipäästöt kasvavat merkittävästi		Kuvatun mukainen toiminta on kohtuullisen helposti havaittavissa normaalin ajoneuvokatsastuksen yhteydessä	Muutoskatsastuksen yhteydessä todettava jälkikäsitteilylaitteiston olemassaolo ja toimivuus sekä todeta ajoneuvon vikakoodittomaksi

\*riskiä ei voida nykyisillä tiedoilla määrittää

\*riski on suuri tai toteutuessaan tapahtuma johtaa merkittäviin turvallisuutta tai liikennelähipäästöihin vaikuttaviin tekijöihin

\*riski välttävällä tasolla

\*riskin pieni tai riskin mittakaava suhteessa muihin tieliikenteessä vallitseviin riskeihin pienet

## 4 Lainsäädäntö ja hyväksymismenettely

### 4.1 Nykytilanne

Selvityksen aikana tiedusteltiin jälkiasennettavien etanolikonversiosarjojen käyttöä ja lainsäädäntöä useassa eri maassa. Yhtenä keskeisenä tietolähteenä hyödynnettiin IEA AMF tutkimussopimuksen (International Energy Agency Technology Collaboration Programme on Advanced Motor Fuels<sup>18</sup>) kontaktiverkkoa. VTT on IEA AMF:ssa Suomen edustajana. Tämän lisäksi VTT hyödynsi omia kontaktiverkkojaan tietojen keräämiseen. Kaiken kaikkiaan seuraavien maiden edustajilta tiedusteltiin heidän maansa tilanteesta:

- Kanada
- Kreikka
- Itävalta
- USA
- Ranska
- Ruotsi

Tiedustelun tuloksena selvisi, että etanolikonversiosarjat ovat verrattain harvinaisia ja vähän asennettuja laitteita Kanadassa, Kreikassa, Itävallassa sekä USA:ssa. Eriytisesti USA:ssa on ollut vuosien saatossa aina tähän päivään asti tasaisesti OEM-valmisteisia E85-polttoainetta käyttäviä Flex-fuel autoja (FFV, Flex Fuel Vehicle) kulluttajille myynnissä, jolloin suurta kysyntää konversiosarjoille ei ole.

Ruotsissa on työn alla selvitystyö mahdollisesta lainsäädännön muuttamisesta konversiosarjojen hyväksymiseksi tieliikenteeseen kevennetyllä menettelyllä. Työ on alkanut tämän vuoden aikana.

Ranskan tilannetta tiedusteltiin usean eri toimijan kautta. Ranskassa on voimassa oleva lainsäädäntö kevennetystä menettelystä E85-konversiosarjojen hyväksymiseksi henkilöautoihin<sup>19</sup>.

ACEA (European Automobile Manufacturers' Association) julkaisi vuonna 2017 kannanottonsa E85-konversiosarjojen käyttöön liittyen<sup>20</sup>. Tämän kannanoton mukaan konversiosarjat saattavat vaikuttaa negatiivisesti autojen moottoreiden keston sekä lähipäästöihin, mukaan lukien polttoainetankista haihtuvat päästöt.

ACEAn julkaisun pääasialliset riskit tunnistettiin seuraaviksi:

Moottoriin kulumiseen ja vaurioitumiseen liittyvät riskit:

- Materiaalien kestävyys, polttoainevuodot ja sitä kautta alentunut paloturvallisuus
- Moottorin venttiilipintojen ennenaikainen kuluminen
- Ruiskutusjärjestelmän ennenaikainen kuluminen
- Kylmäkäynnistykseen liittyvät ongelmat
- Moottorivauriot: komponenttien yhteensopivuus tuntematon
- Tarve suositeltujen moottorivoiteluaineiden muuttamiseen korkeaseosetanoliille sopivaksi

<sup>18</sup> <https://www.iea-amf.org/>

<sup>19</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000043217630/2021-03-06/>

<sup>20</sup> [https://www.acea.auto/files/20170630\\_Position\\_Paper\\_on\\_E85\\_converters.pdf](https://www.acea.auto/files/20170630_Position_Paper_on_E85_converters.pdf)

Päästöjen kasvuun liittyvät riskit:

- Polttoainetankista ja huohotussäiliöstä haihtuvien (hiilivety) päästöjen mahdollinen kasvu
- Toistuvat OBD-vikavalojen syttymiset
- Ilma-polttoaineseoksen muutos niin, että pakokaasupäästöt muuttuvat

Kuluttajan tiedottaminen

- Mahdolliset sekaannukset konversiosarjojen yhteensopivuudesta kuluttajan auton kanssa

## 4.2 Konversiolainsäädäntö ulkomailla

Kuten kappaleessa 4.2 todettiin, niistä maista, joiden edustajiin oltiin yhteydessä, ainoastaan Ranskassa on voimassa oleva lainsäädäntö E85-konversiosarjojen kevennetylle hyväksynnälle tai hyväksynnälle ylipäätensä.

Ranskan lainsäädäntö edellyttää konversiosarjojen valmistajan ja laitteiden toimittajan täyttävän seuraavat vaatimukset:

- Tuote ei saa aiheuttaa sähköistä häiriötä auton alkuperäiselle sähköjärjestelmälle
- Auton tulee täyttää alkuperäistä tyyppihyväksyntäänsä vastaavan päästölainsäädännän päästövaatimukset
- Konversiosarjan valmistaja on vastuussa polttoaineiden kanssa kosketuksissa olevien laitteiden takuusta
- Konversiolaitteiden valmistaja on velvollinen toimittamaan viranomaisille hyväksymiensä laitteiden asennusta suorittavat tahot sekä toimittaa hyväksytyille asennuksia tekeville tahoille vakiomuotoisen asennusohjeen

Konversiolaitteiden valmistajan on mahdollista hakea hyväksyntää laitteillaan ajoneuvoryhmittäin pohjautuen mm. Euro-luokkaan, polttoaineenruiskutustapaan, moottorin sylinterimäärään sekä teholuokkaan. Tämä mahdollistaa konversiosarjan hyväksynnän kattamaan kaikki ryhmään kuuluvat ajoneuvot riippumatta auton valmistajasta tai mallista. Vastaavanlainen menettely, niin kutsuttu ”äitimoottori”, on käytössä mm. kuorma-autojen ja työkonien moottoreiden tyyppihyväksynnässä.

Ranskassa hyväksytyin konversiosarjan asentaminen ei vaikuta ajoneuvon Euro-luokkaan, joten se ei myöskään mahdollista ajamista alkuperäistä Euro-luokkaa tiukemmalla päästövyöhykkeellä.

Ranskalainen ”Bioethanol”-järjestö ylläpitää listausta vaatimusten mukaisen hyväksynnän saaneista E85-konversiovalmistajista<sup>21</sup>. Listauksesta näkee myös mille Euro-luokalle ja mille teknologiaryhmälle kunkin valmistajan laitteisto on hyväksytty. Tämän selvityksen tekohetkellä listalla oli neljä valmistajaa:

- BioMotors - [Biomotors - Boitiers de conversion E85 - Accueil](#)
- FlexFuel - Boîtier bioéthanol : kit de conversion E85 - Flexfuel Company (flexfuel-company.com)
- Borel - [L'E85 - BOREL GPL](#)
- eFlexFuel - [Kit éthanol d'eFlexFuel - eFlexFuel \(eflexfuelfrance.com\)](#)

<sup>21</sup> <https://www.bioethanolcarburant.com/comment-rouler-au-superethanol-e85/les-installateurs-agrees-de-boitiers-bioethanol/>

## 4.3 Mahdolliset hyväksynnän kevennysmenettelyt

E85-konversiosarjojen hyväksyntämenettelyssä keskeisessä osassa ovat vaadittu haitallisten päästöjen vaatimustaso sekä vaatimus mahdollisista ihmishenkien turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Konversiosarjojen hyväksyntämenettely voidaan jakaa karkeasti kolmeen vaihtoehtoonvaihtoehtoon:

1. Hyväksyntämenettely ilman erillisiä päästötestejä
2. Hyväksyntämenettely kevennetyllä päästöttestillä
3. Hyväksyntämenettely ajoneuvon tyyppihyväksyntää vastaavalla päästöttestillä ja vaatimuksilla

Kaikissa kohdissa yhtäläisenä tekijänä olisi konversiolaitevalmistajan velvoite osoittaa ja taata laitteen häiriötön toiminta ajoneuvon sähköjärjestelmän kanssa sekä E85-polttoaineen kanssa kosketuksissa olevien komponenttien kestävyys ja turvallisuus pitkäkestoisessa käytössä.

Seuraavassa on käyty läpi mahdollisia toteutusvaihtoehtoja yllä esitetyille vaihtoehdolle.

### 4.3.1 Hyväksyntämenettely ilman päästötestejä

Yksinkertaisin ja kuluttajalle edullisin tapa edistää etanolikonversioita olisi vaatia vain konversiolaitteilta yhteensopivuutta ajoneuvojen sähköjärjestelmän kanssa, E85-polttoaineen kanssa yhteensopivien materiaalien käyttöä sekä laitteen myyvältä taholta E85-polttoaineen soveltuvuutta autoon johon konversiosarjaa myydään. Erillisiä päästötestejä ei vaadittaisi muutuskatsastuksessa tehtävän normaalin määräaikaikatsastuksen päästömittauksen lisäksi.

Yksinkertaisimmillaan vaatimukset voisivat pohjautua pitkälti Ranskan vaatimuksiin. Olisi kuitenkin tärkeä selvittää tulisiko turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia täydentää Suomen talvisten olosuhteiden johdosta.

Tämä hyväksyntämenettely mahdollistaisi matalimman kynnyksen valmistajille tarjota konversiolaitteita Suomen markkinoille ja siten mitä todennäköisimmin myös laajan ja edullisimman konversiolaitetarjonnan. Ilman vaatimusta erillisen päästötestin läpäisemiselle on kuitenkin hyvin todennäköistä, että markkinoille tulee sekalainen valikoima konversiosarjoja, joiden vaikutukset lähipäästöihin ovat hyvin vaihtelevat. On erittäin todennäköistä, että merkittävässä osassa konversiosarjoja lähipäästöt olisivat kappaleessa 3.2 kuvattujen päästöjen korkeimmasta päästä.

Hyväksynnän tulisi koskea enintään yhden valmistajan tai yhtymän samalla moottorilla varustettuja automalleja. Eri moottoreilla varustettujen automallien tulisi hyväksynnän yhteydessä läpäistä muutuskatsastuksessa suoritettava tavallinen määräaikaikatsastuksen lähipäästöttesti.

### 4.3.2 Hyväksyntämenettely kevennetyllä päästöttestillä

Konversiosarjojen aiheuttamien lähipäästöjen hyväksyttävien rajojen sisällä pysymisen varmistamiseksi tarvitaan erillinen päästöttesti. Hyväksyntämenettely kevennetyllä päästöttestillä pitäisi sisällään vaatimukset auton sähköjärjestelmän yhteensopivuuden sekä yhteensopivuuden E85-polttoaineen kanssa kosketuksissa olevien materiaalien osalta. Tämän lisäksi tässä hyväksyntämenettelyssä olisi

vaatimuksena erillinen päästöttesti muutoksastuksessa suoritettavan määrää-  
katsastuksen tehtävän päästömittauksen lisäksi.

Hyväksyntämenettelyn vaatimukset olisi mielekästä sovittaa yhteen Ranskan me-  
nettelyn kanssa, jotta Ranskassa hyväksytyille laitteille olisi mahdollista saada hy-  
väksyntä myös Suomessa ilman erillistä Suomessa suoritettua päästöttestiä. Tämä  
mahdollistaisi ainakin teoriassa Suomen markkinoille laajemman joukon hyväk-  
syttyjä konversiolaitevalmistajia.

Ranskan hyväksyntämenettelyssä ei ole erikseen määritetty joustoa lähipäästöjen  
osalta suhteessa auton alkuperäiseen Euro-luokkaan. Nämä olisi kuitenkin mah-  
dollista määrittää erikseen Suomessa myönnettävää hyväksyntää varten. Näin ol-  
len jokaiselle säännellylle päästökomententille määritettäisiin E85-polttoainetta  
käytettäessä suurin sallittu hyväksytty ylitys suhteessa ajoneuvon alkuperäisen  
alustadynamometrillä suoritettavan tyyppi hyväksyntätestin ja Euro-luokan mukai-  
siin päästötasoihin.

Konversiolaitteille olisi myös tarkoituksenmukaista määrittää ajoneuvoperheet,  
joille hyväksynnän saa yhdellä kertaa. Luokittelu ajoneuvoperheisiin tulisi tarkas-  
tella erikseen Suomen ajoneuvokannan perusteella. Keskeisiä suureita ajoneuvo-  
perheluokittelussa voisivat olla muun muassa:

- Ajoneuvon alkuperäinen Euro-luokka
- Moottorin iskutilavuus
- Moottorin sylinterimäärä
- Moottorin tyyppi (rivi- vai V-moottori)
- Moottorin nimellisteho
- Käytetty polttoaineen ruiskutustapa
- Moottorin kaasunvaihtotapa (turboahdettu tai ei-turboahdettu)

Hyväksyntämenettely kevennetyllä päästöttestillä asettaa selvästi korkeamman  
vaatimustason kuin hyväksyntä ilman erillistä päästöttestiä. Tämä menettely mah-  
dollistaisi sellaisten konversiosarjojen markkinoille tulon estämisen, joiden seu-  
rauksesta lähipäästöt kasvaisivat merkittävästi suhteessa auton alkuperäiseen  
päästötasoon. Tämä pitää paikkansa erityisesti autoilla, jotka ovat tyyppi hyväk-  
syttyjä ennen Euro 6 lainsäädäntöä. Vuoden 2017 jälkeen tyyppi hyväksyttyjen  
(Euro 6 d-temp ja uudemmat) autojen hyväksymistestit kattavat myös kylmä-  
käynnisteisen alustadynamometritestin lisäksi maantiellä suoritettavan testin, niin  
kutsutun "Real Driving Emission, RDE" -testin. Nämä yhdessä ovat ohjanneet ajo-  
neuvovalmistajat kehittämään hyvin matalapäästöisiä ajoneuvoja.

Kevennetyn päästöttestin lisääminen hyväksyntämenettelyyn todennäköisesti pie-  
nentää hyväksyttyjen konversiosarjojen lukumäärää merkittävästi ja nostaa myy-  
tävien konversiosarjojen hintatasoa. Syynä on se, että tällaisen järjestelmän ke-  
hittämiseen tarvittavat panostukset ovat merkittävästi korkeammat suhteessa  
järjestelmään, jolta ei edellytetä erillistä päästöttestiä.

### **4.3.3 Hyväksyntämenettely ajoneuvon tyyppi hyväksyntää vastaavilla päästöttesteillä ja vaatimuksilla**

Perusteellisimman soveltuvuuden ja alkuperäisen päästötason saavuttamiseksi  
yllä olevien vaatimusten lisäksi tulisi testimenettelyyn lisätä maantiellä suoritet-

tava nk. Real Driving Emission -testi. Testin tulisi perustua lainsäädännön mukaiseen testimenettelyyn ja toteutukseen. Laboratorio-olosuhteissa toteutetun testin pääpaino olisi tällöin HC- ja PM-päästöjen vaatimusten mukaisuuden todentamisessa. Maantietestin tavoitteena olisi muiden säänneltyjen päästöjen (CO, NO<sub>x</sub>, PN) vaatimuksenmukaisuuden testaaminen tavallista ajoa vastaavissa ajotilanteissa.

Myös tässä vaatimustasossa nk. ajoneuvoperheet tulisivat kysymykseen kehitys- ja hyväksyntäkustannusten hillitsemiseksi.

#### **4.3.4 Vaaditut säänneltyjen päästöjen tasot**

Konversiolaitteiden kehittämisen kannalta oleellinen kysymys on, mikä on vaadittu päästötaso suhteessa ajoneuvon alkuperäiseen tyyppi hyväksyntää vastaavaan tasoon? Tämä määrittää oleellisesti sen, onko konversiolaitteiden kehittäminen mahdollista tai järkevää. Viimeisimmät Euro 6 -luokan (Euro 6 d-TEMP - Euro 6 d-ISC) päästövaatimukset maantietesteineen ovat niin vaativat, että konversiolaittevalmistajien on todennäköisesti lähes mahdotonta kehittää laitteita, jotka täyttäisivät päästövaatimukset, mutta pitäisivät samalla laitteiden kustannustason kuluttajan kannalta houkuttelevana.

Yksi lähestymistapa voisi olla ennalta määritelty jousto säänneltyjen päästöjen osalta alkuperäiseen päästötasoon nähden. Nykyisellään Euro 6 -lainsäädännössä on nk. Conformity Factor (CF) -kerroin, jolla annetaan maantietestissä auton valmistajalle päästökomponeentista riippuvainen jousto viralliseen tyyppi hyväksyntärajaan nähden. Samaa menettelyä voisi käyttää myös konversiosarjojen vaadittujen päästötasojen suhteen. Oleellista olisi kuitenkin, että päästötesti(t) tehdään, jolloin varmistetaan järjestelmän tarkoituksenmukainen toiminta ja ylilyönneiltä vältytään. CF-kerroin tulisi määrittää sellaiseksi, että sen sallimat päästöt on mahdollista saavuttaa niin, että suurimmat ylilyönnit saadaan kitkettyä pois.

Sallittujen päästötasojen määrittämiseksi (CF-kerroin) olisi suositeltavaa kerätä tietopankki eri hintaluokan ja toteutuksella valmistettujen konversiosarjojen päästötasoista. Tämän pohjalta olisi mahdollista määrittää CF-kerroin sekä määrittää vaatimukset ajoneuvoperheisiin pohjautuvalle hyväksyntämenettelylle.

#### **4.3.5 Yhteenveto lievennetyistä hyväksymismenettelyistä**

Taulukossa 4 esille tuotujen merkittävimpien riskien minimoimiseksi tarvitaan hyväksymismenettelyssä toimenpiteitä ja vaatimuksia, jotka konversiolaittevalmistajan tulee täyttää, ennen kuin se voi saada laitteelleen hyväksynnän. Konversiosarjojen kohtuullisen pienestä markkinasta johtuen olisi perusteltua kiinnittää lupamenettelyn ja vaatimusten perusta kappaleessa 4.2 esitettyyn Ranskassa käytössä olevaan hyväksymismenettelyyn. Olisi perusteltua tehdä yhteistyötä myös Ruotsin kanssa vaatimusten ja lupamenettelyn osalta. Tätä selvitystä tehdessä Ruotsissa oli vastaavanlainen selvitystyö käynnissä (Kappale 4.2).

Lupamenettelyn perusrunko voisi olla seuraavanlainen:

1. Perusvaatimustaso olisi perusteltua vastata Ranskan vaatimuksia:
  - a. Tuote ei saa aiheuttaa sähköistä häiriötä auton alkuperäiselle sähköjärjestelmälle

- b. Auton tulee täyttää alkuperäistä tyyppihyväksyntäänsä vastaavan päästölainsäädännön päästövaatimukset
  - c. Konversiosarjan valmistaja on vastuussa polttoaineiden kanssa kosketuksissa olevien laitteiden takuusta
  - d. Konversiolaitteiden valmistaja on velvollinen toimittamaan viranomaisille hyväksymiensä laitteiden asennusta suorittavat tahot sekä toimittaa hyväksytyille asennuksia tekeville tahoille vakiomuotoisen asennusohjeen
2. Vaadittuina päästötasoina Ranskassa voimaan tuleva vaatimus päästötesteistä WLTP testimenettelyn mukaisesti 23 °C ja -7 °C lämpötiloissa. Tällä hetkellä Ranskassa on siirtymävaihe pakkastestin mukaan ottamiseksi.
  3. Laatia hyväksymisvaatimukset yhtenäiseksi Ruotsin kanssa niin pitkälle kuin mahdollista.
  4. Sallia konversiolaitteiden valmistajien hakea hyväksyntää samalla testillä isommalle joukolle ajoneuvoja, jotka täyttävät asetetun "moottoriperheen" vaatimukset. Alla listaus mahdollisista "moottoriperheen" kriteereistä:
    - a. Ajoneuvon alkuperäinen Euro-luokka
    - b. Ajoneuvon massa
    - c. Moottorin tyyppi (benssiini, diesel tai CNG)
    - d. Moottorin iskutilavuus
    - e. Moottorin sylinterimäärä
    - f. Moottorin tyyppi (rivi- vai V-moottori)
    - g. Moottorin nimellisteho
    - h. Käytetty polttoaineenruiskutustapa
    - i. Moottorin kaasunvaihtotapa (turboahdettu tai ei-turboahdettu)

Konversiolaitteilla varustettujen autojen testaaminen WLTP-testisyklillä laboratorio-olosuhteissa kahdella lämpötilalla (23 °C ja -7°C) antaa hyvän kuvan auton päästötasosta. Kuitenkin auton todellinen käyttö tieliikenteessä eroaa merkittävästi yo. testisyklin kuormituksesta. Lisäksi Suomen ilmasto on merkittävästi Ranskan ilmastoa kylmempi. Kuten kappaleessa 3.2 tuotiin esille, tällä saattaa olla merkittävä vaikutus konversiolaitteen toimintaan. Lainsäädännön valmisteluvaiheessa olisi hyvin perusteltua suorittaa Ranskassa hyväksytyille laitteille laajempi testijärjestely Suomessa niin laboratorioissa kuin maantietesteillä PEMS-mittalaitteella, jotta saadaan selkeä käsitys, miten laitteet todella toimivat suomalaisissa olosuhteissa ja suomalaisella ajoneuvokannalla. Samalla tuotettaisiin tarvittavaa tietoa "moottoriperhe" määrittelyä varten. Vuonna 2015 esille tullut Diesel-skandaali pohjautui juuri tähän ongelmaan, että ajoneuvojen tyyppihyväksyntälainsäädännössä ei ollut aikaisemmin ollut mukana vaatimusta todentaa testeillä lähipäästöjen vaatimustenmukaisuutta myös tavallisessa maantieajossa.

## 5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Etanoli- ja kaasukonversioiden edistämismahdollisuuksista löydettiin selvityksen aikana seuraavaa:

Etanolikonversiosarjat:

- Etanolikonversiosarjojen saatavuus on viime vuosien aikana laajentunut myös GDI-ruiskutusjärjestelmiin sopiviksi.
  - Pääasiallisesti Euro 6 luokan autot hyödyntävät GDI-teknologiaa, joten konversiosarjat soveltuvat nykyään myös em. ajoneuvoihin
- Etanolikonversiosarjojen laatu vaikuttaa maailmanmarkkinoilla vaihtelevan suhteellisen paljon
  - Ranskassa meneillään oleva etanolikonversioihin liittyvä hyväksyntämenettely osoittaa, että osa markkinoilla olevista konversiosarjoista kykenee täyttämään myös Euro 6 luokan päästönormit
    - Suomessa GDI ja/tai Euro 6 luokan konvertoituja autoja ei tiedetä vielä testattu, joten tietoja vaikutuksista lähipäästöihin ei työn aikana voitu todeta.
  - Konversiosarjojen laadunvaihtelun johdosta on kuitenkin tunnistettava merkittävä riski sille, että osa konversiosarjoista ei yllä päästölainsäädännön vaatimukseen ja/tai konversiosarja ei ylipäänsä toimi kunnolla kaikkien automallien kanssa.
  - Ilman selkeää laitteiden hyväksynnän vaatimusmäärittelyä on mahdollista, että useilla konversiolaitteilla ajoneuvojen lähipäästöt ovat jopa useita satoja kertoja korkeammat verrattuna autoihin, joihin konversiosarjaa ei ole asennettu.. Lisäksi on selkeä turvallisuusriski (moottorivaurio, tulipalo jne.) materiaaliyhteensopimattomuuden takia.
- Etanolikonversiosarjojen vähäiset asennusmäärät johtuvat todennäköisimmin liian pienestä polttoainekustannusedusta suhteessa muunnoksen alkuinvestointikustannuksiin ja loppukäyttäjän riskinottohaluun. Koska etanolipolttoaineiden käytön taloudelliset hyödyt ovat tällä hetkellä marginaaliset, on etanolimuunnoksen takaisinmaksuaika konversiosarjojen asennuskustannukset suhteellisen pitkä. Lisäksi riskinottohaluun vaikuttaa mm. etanolipolttoaineiden käytön vaikutuksiin liittyvä epätietoisuus, sillä konversiosarjojen ja etanolipolttoaineiden käytön hyödyistä ja haitoista liikkuu esimerkiksi internetin keskustelupalstoilla ristiriitaisia tietoja.
- Etanolin tai etanolikonversiosarjojen turvallisuuteen liittyviä toteutuneita onnettomuuksia ei tämän työn puitteissa saatu selvitettyä. Pääasiallisena syynä on se, että konversiosarjoja on asennettu maailmanlaajuisesti suhteellisen vähän, eikä tapahtuneista onnettomuuksista ole tarkkaa tilastoa ja erittelyä saatavilla avoimista tietolähteistä.
- Mikäli Suomessa lähdetään edistämään konversiosarjojen hyväksyntämenettelyä, ehdottavat selvityksen tekijät sen pohjautuvan perusrungoltaan Ranskan menettelyyn. Lisäksi Ruotsissa on meneillään vastaavanlainen työ kuin Suomessa, jolloin yhteistyö Suomen ja Ruotsin välillä olisi hyvin kannatettavaa samanlaisen ajoneuvokannan ja ilmaston takia. Laittevalmistajille syntyisi näin



laajempi markkina-alue ja siten tämä mahdollisesti houkuttelisi nykyistä useammin laitevalmistajia kehittämään tuotteita markkinoille.

- Lainsäädäntövalmistelun aikana olisi hyvin perusteltua suorittaa laajempi testimenettely Ranskassa jo hyväksytyille laitteille niiden todellisen päästötason selvittämiseksi suomalaisella ajoneuvokannalla ja ilmastolla. Perusteluna on se, että konversiosarjojen päästöt kylmässä voivat olla merkittävästi korkeammat kuin lämpimässä. Lisäksi päästöt voivat erota normaalissa maantiejossa merkittävästi laboratorioissa testisyklillä todennetuista päästöistä. Testijärjestelyllä olisi myös mahdollista tuottaa tietoa "moottoriperhe" -vaatimusmenettelyä varten.
- Etanolikonversioita voidaan teknisessä mielessä tehdä myös ladattaville hybrideille, sillä moottoriteknisesti ne eivät eroa tavallisista bensiiniautoista. Konversiosarjojen mahdollisista vaikutuksista ladattavien autojen toimintaan ei kuitenkaan vielä löydy tietoa.
- Teknisessä mielessä konversiosarjoja voidaan asentaa myös moottoripyöriin. Moottoripyörissä lainsäädännön vaatimukset päästöille ovat henkilöautoja sallivammat sekä niissä käytetään usein vähemmän kehittyntä teknologiaa kuin autoissa. Tämä helpottaa konversiosarjojen kehittämistä.
- Etanolikonversiosarjat eivät tyypillisesti sovellu kuorma-autoihin, sillä kuorma-autot ovat tyypillisesti varustettu dieselmootoreilla, eikä näiden etanolikonvertoiminen ole kustannustehokkaasti toteutettavissa.

#### Kaasukonversiosarjat:

- Tässä työssä pääpainoarvo oli etanolikonversiosarjojen toiminnan ja mahdollisten hyväksyntämenettelyiden selvittämisessä. Kaasukonversiosarjojen selvitystyö jäi vähemmälle huomiolle.
- Kaasukonversiosarjoista ja niiden vaikutuksista lähipäästöihin löytyy vain rajallisesti julkisia tietoja.
- Kaasukonversiosarjojen vähäinen määrä johtuu todennäköisimmin korkeasta investointikustannuksesta sekä kuluttajalle aiheutuvista (?) riskeistä liittyen pitkiin takaisinmaksuaikoihin.
- Kaikki riskitaulukkoon merkityt kohdat pätevät pääasiassa myös kaasukonversioihin. Em. riskien lisäksi kaasukonversiot ovat alttiita metaanipäästöille mikäli konversio ei toimi suunnitellulla tavalla tai mikäli autoon ilmenee tekninen vika.

## Liite 1

Ko. selvityksen yhteydessä VTT haastatteli kahta Suomessa toimivaa etanolikonversiosarjoja jakelijaa. Haastatteluissa keskityttiin sarjojen yhteensopivuuteen, päästöjen muutoksiin ja markkinan kehitykseen liittyviin kysymyksiin. Haastatteluiden lopputulema voidaan kiteyttää seuraavasti:

Jakelija #1:

- Konversiosarjamarkkinoilla esiintyy joissain maissa valtavasti kilpailua
  - Vastaavasti ulkomailla myytävien konversiosarjojen laatu vaihtelee merkittävästi
    - Pahimmissa tapauksissa kilpailijoiden konversiosarjoissa ei ole asianmukaista säätölogiikkaa tai logiikka puuttuu kokonaan. Jopa auton omia antureita (ilmanmääräanturi, MAF) ”huijaavia” sarjoja on tavattu.
- Autojen yhteensopivuus vaihtelee teholuokittain ja automerkeittäin
  - Tietyt automallit, tyypillisesti mallisarjan tehokkaimmat, eivät todennäköisimmin sovellu konvertoitavaksi, sillä suuttimen tai polttoainepumppujen virtauskapasiteetit ovat riittämättömät
  - Konversiosarjojen soveltuvuus tulisi testata automallikohtaisesti, jotta konversiosarjan yhteensopivuus saadaan varmistettua
  - Testattujen automallien kestävyudessa ei olla havaittu merkittäviä muutoksia
- Kevennetty hyväksymisprosessi tulisi laajentaa myös uudempiin automalleihin (sekä GDI että PFI)
  - Kevyt testausmenettely on etanolikonvertoiduille autoille tervetullut, sillä tällä menettelyllä huonolaatuiset konversiosarjat eivät päädy tieliikennekäyttöön
    - Vaihtoehtoisesti hyväksyntäprosessissa voitaisiin hyväksi lukea ulkomailla tehtyjä kokeita tyyppihyväksynät täyttävillä konversiosarjoille, kuten esimerkiksi Ruotsissa on suunniteltu.

Jakelija #2

- PFI-konversiosarjat ovat tällä hetkellä edelleen vallitseva markkinateknologia
  - GDI-konversiosarjat ovat tulollaan, mutta kehitystyö on edelleen kesken ja teknologia suhteessa PFI-sarjoihin nuori.
- On huomattu, että osa kuluttajista ei tarkasta konversiosarjojen yhteensopivuuksia ennen asennusta.
- Merkittävimmät auton toimintaan liittyvät ongelmat esiintyvät kylmäkäynnistysten aikana
  - Autoyksilöidenkin välillä merkittäviä eroja on havaittu
- Konversiosarjojen hyväksymistä tulisi keventää kaikkiin PFI-teknologialla varustettuihin autoihin
  - Konversiosarjojen toimivuus voidaan todentaa nykyisin katsastuksessa käytettävällä pakokaasupäästömittausmenettelyllä.

**Liikenne- ja viestintävirasto Traficom**

PL 320, 00059 TRAFICOM

p. 029 534 5000

[traficom.fi](http://traficom.fi)

ISBN 978-952-311-821-8

ISSN 2669-8781 (verkkójulkaisu)

**TRAFICOM**  
Liikenne- ja viestintävirasto