



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KORKEASEOSETANOLI HENKILÖAUTON POLTTOAINEENA

Jere Pääkkönen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka

PÄÄKKÖNEN, JERE:

Korkeaseosetanoli henkilöauton polttoaineena

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Toukokuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä korkeaseosetanolia henkilöauton polttoaineena ja vertailla sen ominaisuuksia bensiiniin. Ympäristösäädökset ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vaikuttavat yhä enemmän henkilöautoiluun, joten vaihtoehtoisia polttoaineita tulisi käyttää aiempaa enemmän fossiilisten polttoaineiden sijaan. Opinnäytetyöhön sisältyi ajoneuvon muuntaminen etanolikäyttöiseksi ja käytännön mittauksia kuluksesta sekä päästöistä.

Suomen markkinoilla ei ole enää uusia flexfuel-autoja kuten ennen, mutta vanhempia bensiinikäyttöisiä henkilöautoja pystytään muuntamaan etanolille sopiviksi. Etanolilla ajaessa päästöt pienenevät, ja autoilu tulee bensalla ajoa halvemmaksi. Valtio kannustaa etanoliautoiluun ja on helpottanut etanolimuuntamiseen liittyviä määräyksiä. Muuntamiseen on myös mahdollista hakea muuntotukea Liikenteen Turvallisuusvirastolta.

Aihe on erittäin ajankohtainen vuoden 2018 alussa voimaan astuneiden lakimuutosten vuoksi. Oma autoni soveltui hyvin etanolimuunnokseen ja käyttökokemusten perusteella voidaan todeta, että polttoainekustannukset laskivat bensalla ajamiseen verrattuna. Henkilöautoilijoiden tulee harkita vaihtoehtoisiin polttoaineisiin siirtymistä, jotta hiilidioksidipäästöt saadaan vähennettyä. Opinnäytetyöstä löytyy kattavat tiedot etanoliautoilusta, joten se on hyvä tietopaketti etanoliautoilua harkitseville.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Vehicle engineering
Garage engineering

PÄÄKKÖNEN JERE:

Ethanol as a Fuel of a Passenger Vehicle

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 4 pages
May 2018

The purpose of this thesis is to treat ethanol as a fuel for a passenger car and to compare its properties with gasoline. Environmental regulations and the reduction of carbon dioxide emissions are increasingly affecting passenger cars, so alternative fuels should be used more than before. The thesis included the conversion of the vehicle to ethanol and practical measurements of consumption and emissions.

There are no new flexible-fuel vehicles on the Finnish market areas as before, but older gasoline-powered passenger cars can be adapted to ethanol. When driving with ethanol, the emissions are reduced and driving becomes cheaper. The government encourages ethanol driving and has made regulations easier for the ethanol conversion. It is also possible to apply for conversion support from the Finnish Transport Safety Agency.

The subject is very current because of the amendment that became operative at the turn of the year. My car was well suited for the ethanol conversion, so it was a good opportunity to study ethanol driving. Based on user experience, it can be stated that the fuel costs decreased compared to driving with normal E10 gasoline. People should consider switching to alternative fuels. Issues dealt with in the thesis can help people who are considering using ethanol fuel.

Key words: bioethanol, alternative fuel, flexible-fuel vehicle

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KORKEASEOSETANOLI E85.....	7
	2.1 Historia.....	7
	2.2 Valmistus.....	7
	2.3 Bioetanoli Suomessa.....	8
	2.4 Käyttöturvallisuus.....	9
3	BENSIININ JA ETANOLIN VERTAILU.....	10
	3.1 Etanolipitoisuus ja oktaaniluku.....	10
	3.2 Päästöt.....	10
	3.3 Energiatiheys ja höyrystyminen.....	11
	3.4 Henkilöautojen ensirekisteröinnit.....	12
	3.5 Liikennekäytössä olevat henkilöautot.....	12
4	LAINSÄÄDÄNTÖ.....	14
	4.1 Muuntotuki etanolikäyttöiseksi muuntamiseen.....	14
	4.2 Muutokatsastus.....	15
	4.3 Verotus.....	16
	4.4 Biopolttoaineen jakeluvelvoite.....	17
5	AJONEUVON MUUNTAMINEN ETANOLIKÄYTTÖISEKSI.....	18
	5.1 E85-muutossarja.....	18
	5.2 Polttoainejärjestelmä.....	20
6	TESTIAUTON ETANOLIMUUNNOS.....	21
7	KÄYTTÖKOKEMUKSET JA MITTAUKSET.....	23
	7.1 Kulutus ja käyttökokemuksia.....	23
	7.2 Päästöt.....	24
	7.3 Teho ja vääntömomentti.....	24
	7.4 Polttoainekustannuslaskelmat.....	26
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET.....	32
	Liite 1. Etanolin ominaisuudet (Lampinen 2009, 435).....	32
	Liite 2. Muuntotuen hakemuslomake (Muuntotuen hakemuslomake 2018)...	33
	Liite 3. Tehonmittaustodistus (Carlson 2018).....	34
	Liite 4. Tehonmittauksen data (Carlson 2018).....	35

LYHENTEET JA TERMIT

Biopower	Saabin mallinimitys etanolikäyttöisillä henkilöautoilla
ECU	Engine Control Unit, ajoneuvon moottorinohjausyksikkö
FFV	Flexible Fuel Vehicle, ajoneuvo, joka voi käyttää polttoainettaan bensiiniä ja etanolia tai näiden sekoitusta
OBD	On Board Diagnostics, ajoneuvon sisäinen valvontajärjestelmä
RON	Research Octane Number, polttoaineen oktaaniluku
Saab WIS	Workshop Information System, Saabin korjaamo-ohjelma
SID	Saab Information Display, Saabin ajotietokone
Trafi	Liikenteen Turvallisuusvirasto
VTT	Teknologian tutkimuskeskus

1 JOHDANTO

Ilmasto lämpenee jatkuvasti ja päästömääräykset tiukkenevat. Auton valmistajien ja myös autoilijoiden tulee miettiä omalta osaltaan autoilun päästöjä ja haittavaikutuksia ympäristölle. Viime vuosina moottoritekniikka on kehittynyt huomattavasti ja nykyään yhä useampi henkilöauto käyttää vaihtoehtoisia polttoaineita, kuten sähköä, kaasua ja etanolia. Päästöjä ei ole syytä miettiä vain uuden auton hankinnassa, koska vanhojakin autoja pystytään muuntamaan ympäristöystävällisemmiksi, ja tähän Suomen valtiokin kannustaa. Yksityisautoilu on pieni osa kaikkien liikennemuotojen päästöistä, mutta senkin osalta voidaan vaikuttaa ympäristöystävällisyyteen.

Vaihtoehtoisten polttoaineiden tarjonta eri tankkausasemilla on alkanut lisääntymään, mikä on yksi suurimmista edellytyksistä ympäristöystävällisempien käyttövoimien suosimiselle. Biopolttoaineet ovat nopea ja kustannustehokas tapa vähentää liikenteen päästöjä, koska ei esimerkiksi tarvita uutta polttoaineen jakelujärjestelmää (Suomen autolehti 8/2016, 16). Suomessa on hyvä tilanne biopolttoaineiden osalta. Bioetanolia myyvien asemien yleistyessä ja henkilöautojen etanolimuunnosten halventuessa olisi hyvä ajankohta alkaa harkitsemaan etanolilla ajamista.

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä etanoliautoilua tavallisen autoilijan kannalta. Työssä käydään läpi tietoa polttoaineesta, lainsäädännöstä ja muutostöistä. Lisäksi on vertailtu polttoaineen kulutusta ja pakokaasupäästöjä etanolikonversoidulla autolla.

2 KORKEASEOSETANOLI E85

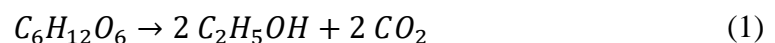
2.1 Historia

Etanoli on elintarvikekäytöstä tuttua jo ainakin 9000 vuoden takaa. Etanolia on käytetty liikenteen polttoaineena jo 1800-luvulla, jolloin bensiinikäyttöisiin ajoneuvoihin lisättiin etanolia 10-30 %. Öljyn vallankumouksen vuoksi bensiini valtasi markkinat. (Lampinen 2009, 202-205)

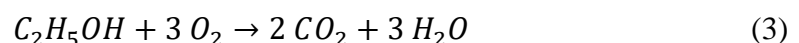
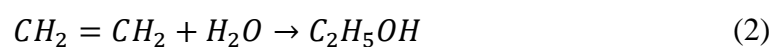
Tiukentuneiden päästövaatimusten vuoksi etanoli on yleistynyt ja se onkin nykyään käytetyin vaihtoehtoinen polttoaine maailmalla. Nykyään korkeaseosetanoli (E85) on flex-fuel-henkilöautoihin sopiva polttoaine, jonka kauppanimiä ovat EkoFlex E85 ja RE85. (Motiva 2017)

2.2 Valmistus

Etanolia valmistetaan yleisimmin alkoholifermentaatiolla, jossa mikrobit hajottavat kasvipörsäisiä raaka-aineita kaavan 1 reaktion mukaisesti. Raaka-aineena voi olla esimerkiksi tärkkelys- ja sokerikasveja, sekä selluloosaa. Reaktiosta syntyy hiilidioksidia, jota saadaan hyödynnettyä mm. juomien hiilihapotukseen. (Lampinen 2009, 202)



Etanolia voidaan valmistaa monella muullakin tapaa ja sitä käytetään myös teollisuudessa. Raakaöljypohjaisesta eteenistä valmistetaan etanolia höyryhydrauksella kaavan 2 mukaisesti. Kaavassa 3 on esitetty etanolin täydellinen palaminen, jolloin syntyy vain hiilidioksidia ja vettä. Liitteessä 1 on koonti etanolin ominaisuuksista. (Lampinen 2009, 202-205)



2.3 Bioetanoli Suomessa

Maailman puhtainta liikennepolttoainetta bioetanolia valmistaa Suomessa St1, jolla on Etanolix-tehtaita 5 kappaletta. Tuotantoa on hajautettu eli tehtaot sijaitsevat siellä missä raaka-ainetta on hyvin saatavilla, ja tehdas on mahdollista integroida esimerkiksi leipomoon. Elintarviketehtaan ylijäämälämmöllä ja erilaisilla uusiutuvilla energioilla saadaan etanolituotannon prosessiin tarvittava lämpö. Tuotantolaitokset on mahdollista kehittää täysin energiaomavaraisiksi. Tehtaaseen pystytään liittämään biokaasulaitos, joka muuttaa sivutuotteet biokaasuksi, jolla taas tuotetaan mm. kaukolämpöä ja ekosähköä. (St1 2018)

Bioetanolin raaka-aineiden tulee olla käymiskelpoisia, kuten kotitalouksien ja kauppojen biojätteet, panimoiden ja makeistuotannon jätteet, sekä elintarviketeollisuuden tähteet. Sivutuotteena syntyvää rehua toimitetaan maataloille, joten kaikki biojätteet ja tähteet saadaan hyödynnettyä. (St1 2018)

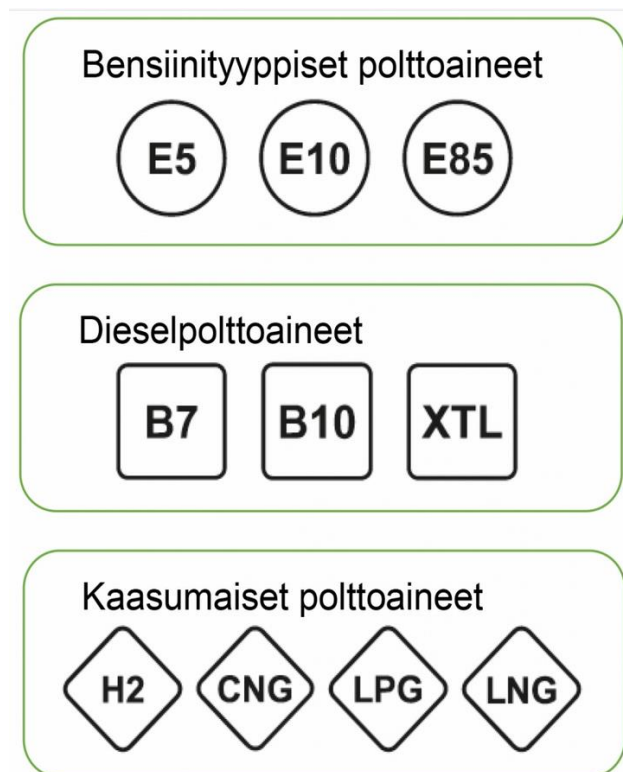
Hämeenlinnassa sijaitseva tehdas on yhteishanke kunnallisen jätehuoltoyhtiön kanssa ja sen kapasiteetti on noin miljoona litraa vuodessa. Etanolituotanto on laajenemassa biojätteistä sellupohjaisiin raaka-aineisiin, koska niissä on suurin tuotantopotentiaali. Kajaaniin on suunnitteilla tehdaskonsepti Cellunolix, joka hyödyntää metsäteollisuudessa syntyvää sahanpurua. Sellupohjaisen etanolin sivutuotteena syntyvää ligniiniä pystytään hyödyntämään sähköntuotannossa. Vain kolmasosa tästä tuotetusta energiasta kuluu etanolituotantoon ja loput menevät yleiseen käyttöön. Suunnitellun tehtaan kapasiteetti on kymmenkertainen Hämeenlinnan tehtaaseen verrattuna. (St1 2018)

Bioetanolia käytetään RE85-etanolipolttoaineen lisäksi RED95-etanolidieselissä, sekä E10 ja E5 bensiinien biokomponenttina. Pohjoisissa oloissa käytettävässä etanolissa on bensiinin erikoiskomponentteja, jota parantavat kylmäkäynnistystä kovilla pakkasilla (Motiva 2017). E85-polttoainetta myyviä asemia ovat St1, Shell ja ABC-asetat. Tällä hetkellä etanolia tarjoavia asemia on yli 130 kappaletta ympäri Suomen, mutta enimmäkseen vain suuremmissa kaupungeissa. (St1 2018)

2.4 Käyttöturvallisuus

Korkeaseosetanolia käytettäessä tulee muistaa turvallisuus asiat, kuten muidenkin polttoaineiden kanssa. Etanoli voi muodostaa palo- ja räjähdysvaaran, jos se pääsee reagoimaan voimakkaiden happojen kanssa. Aineen itsesyttymislämpötila on n. 260 °C, joten se voi syttyä erittäin helposti kipinöiden ja lämmön vaikutuksesta. Etanoli haihtuu maahan jou- tuessaan nopeasti ja syttyminen onkin mahdollista vielä pienen matkan päästä, koska myös etanolin höyry on syttymisherkkää. (Työterveyslaitos 2017)

Korkeaseosetanolin tankkaaminen ei poikkea bensiinin tankkaamisesta, joten se on tur- vallista ja helppoa. Etanolia ei kuitenkaan tule käyttää muuta kuin sille tarkoitetuissa flex- fuel-autoissa. Etanolin tankkaaminen sille sopimattomaan henkilöautoon voi aiheuttaa vakavia käyntihäiriöitä ja tällöin ajoneuvon polttoaineet tulisi vaihtaa korjaamalla, jotta vältytään auton materiaalien vahingoittumiselta. Tankkausvirheen riskiä pyritään pienentämään EU-direktiivillä, jonka myötä polttoainemerkinnät yhtenäistyvät eri maiden kanssa lokakuuhun 2018 mennessä (Kalenoja 2018). Kuvassa 1 on tämän vuoden aikana voimaantulevat polttoainemerkinnät, joista etanoli on E85. (Motiva 2017)



KUVA 1. Polttoainemerkinnät (Oil 2018)

3 BENSIININ JA ETANOLIN VERTAILU

3.1 Etanolipitoisuus ja oktaaniluku

Bensiinin etanolipitoisuus kasvoi 10 prosenttiin vuonna 2011. Nykyinen 95-oktaaninen bensa eli e10 sisältää 10 % etanolia ja 98-oktaaninen e5 bensassa sitä on 5 %. Korkeaseosetanolin etanolipitoisuus on vastaavasti enimmillään 85 % ja loput polttoaineesta on bensiiniä. Etanolin käyttö bensiineissä on tärkeä myös oktaanien kannalta. (St1 Re85 2018)

Oktaaniluku (RON) kertoo polttoaineen puristuskestävyydestä kevyessä ajossa, mikä vaikuttaa moottorin nakutukseen. Nakutuksella tarkoitetaan polttoaineen ennen aikaista syttymistä, joka voi vahingoittaa moottoria. Mitä korkeampi oktaaniluku on, sitä pienempi todennäköisyys moottorin nakutukselle. Korkeaseosetanolin oktaaniluku on 106, kun taas e10 bensiinillä 95 ja e5 bensiinillä 98. (St1 Re85 2018)

3.2 Päästöt

Bioetanoli laskee fossiilisia päästöjä bensiiniin verrattuna jopa 80 prosenttia. Fossiilisten polttoaineiden käytössä syntyy uusia hiilidioksidipäästöjä, kun taas uusiutuvasta biomassasta tuotettua bioetanolia voidaan sanoa hiilineutraaliksi, koska sen hiilidioksidipäästöt kulkeutuvat takaisin luonnon omaan hiilen kiertokulkuun. Biopolttoaineen CO₂-päästöt muodostuvat pääosin bensiinin komponenteista ja koko etanolin elinkaaren CO₂-päästöt ovat pienet, koska raaka-aineena käytetään jätteitä. (Motiva 2017)

Ilmatieteen laitoksen, VTT:n ja Tampereen teknillisen yliopiston yhteistyössä tehdyn tutkimuksen perusteella alkoholipolttoaineen käyttö pienentää autojen hiukkaspäästöjä. Etanolilla muodostui enemmän orgaanisten yhdisteiden kokonaispäästöjä, mutta aromaattisten yhdisteiden päästöt sen sijaan laskivat. (Ilmatieteen laitos 2017)

Etanolia käytettäessä vähenevät myös primääriset ja sekundääriset päästöt. Primäärisillä päästöillä tarkoitetaan orgaanisista yhdisteistä ja hiilestä muodostuvia päästöjä eli ns. suo-

ria päästöjä. Näitä päästöjä rajoitetaan henkilöautojen päästörajoituksilla. Autojen päästöistä tulisi ottaa huomioon myös sekundaariset päästöt, joilla tarkoitetaan ilmakehässä muodostuvia päästöjä. Nämä päästöt vaikuttavat ilmanlaatuun etenkin tiheästi asutuissa kaupungeissa. (Ilmatieteen laitos 2017)

Etanolin ja bensiinin pakoputkesta mitatut päästöt ovat lähes samaa luokkaa, jos olosuhteet ovat lämpimät. Talvisissa oloissa etanolin päästöt ovat hieman kovemmat kylmäkäynnistyksen jälkeen, mutta moottorin esilämmitys auttaa pienentämään päästöjä. (Motiva 2017)

3.3 Energiatiheys ja höyrystyminen

Etanolilla on bensiiniä alhaisempi höyrönpaine. Tämä vaikuttaa auton kylmäkäynnistykseen, koska etanolin höyrystyminen vaatii tällöin enemmän lämpöä. Bensiiniin lisätyllä etanolilla (5-10 til-%) ei ole vaikutusta bensan höyrystymiseen. (St1 Re85 2018)

Bensiinin energiasisältö (43 Mj/kg) on huomattavasti suurempi kuin etanolin (27 Mj/kg) ja tämän vuoksi polttoaineen kulutus kasvaa etanolilla noin 30 % (Motiva 2017). Moottorin tekemässä vertailussa on vertailtu eri käyttövoimien polttoainekustannuksia samantyyppisillä VW Passat henkilöautoilla (taulukko 1). Verot huomioonotettuna ja 18 tkm ajomäärällä kaasukäyttöisen auton kokonaiskustannukset olivat pienimmät ja toiseksi sijoitui etanolikäyttöinen auto. Etanolilla ajaessa säästöä syntyi bensiiniin verrattuna yli 200 euroa. (Mäkinen 2014)

TAULUKKO 1. Käyttövoimavertailu (Mäkinen 2014)

Käyttövoimavertailun tulos							
Malli, vuosimallit 2011	Polttoaine	Mitattu kulutus l/100 km	Polttoaineen hinta € / l	Polttoainekustannus /100 km	Käyttövoimavero /vuosi	Perusvero /vuosi	Kokonaiskustannus 18 000 km/vuosi
VW Passat 1,4 TSI 90 kW Bluemotion DSG	95E	6,12	1,66 €	10,15 €	-	123,00 €	1 950,00 €
VW Passat 1,4 TSI Multifuel 118 kW DSG	RE85	7,98	1,12 €	8,93 €	-	131,00 €	1 738,40 €
VW Passat 2,0 TDI 103 kW Bluemotion DSG	Diesel	5,00	1,48 €	7,39 €	342,00 €	117,00 €	1 789,20 €
VW Passat 1,4 TSI Ecofuel 110 kW DSG	CNG	4,95 kg	1,505 €/kg	7,45 €	192,00 €	101,00 €	1 634,00 €
VW Passat V6 FSI 220 kW DSG	95E	8,19	1,66 €	13,59 €	-	243,00 €	2 689,20 €

3.4 Henkilöautojen ensirekisteröinnit

Etanolihenkilöautojen ensirekisteröinnit ovat hyvin vähäisiä tai lähes olemattomia muihin käyttövoimiin, etenkin bensiiniin verrattuna. Taulukosta 2 nähdään viime vuosien ensirekisteröinnit Manner-Suomessa eri käyttövoimittain. Etanolia polttoaineena käyttäviä henkilöautoja on rekisteröity viime vuonna vain yksi kappale, kun taas 2015 rekisteröintejä oli 105 kpl. 2018 alkuvuodesta etanolikäyttöisiä henkilöautoja ei ole rekisteröity vielä ainuttakaan. Sähkö- ja kaasukäyttöisten henkilöautojen rekisteröinnit ovat nousussa, mikä kertoo niiden suosiosta flexfuel-autoihin verrattuna. (Trafi. 2018)

TAULUKKO 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit (Trafi. 2018)

	2015	2016	2017	2018
MANNER-SUOMI				
Yhteensä	108 819	119 000	118 587	34 413
Bensiini	69 070	77 927	79 034	24 146
Diesel	38 829	39 463	36 064	8 488
Sähkö	243	223	502	175
Maakaasu	18	38	65	34
Bensiini/Maakaasu	140	127	368	261
Bensiini/Sähkö (ladattava hybridi)	399	1 115	2 401	1 272
Bensiini/Etanol	105	14	1	-
Diesel/Sähkö (ladattava hybridi)	15	93	152	37

3.5 Liikennekäytössä olevat henkilöautot

Taulukossa 3 on liikennekäytössä olevien henkilöautojen määrät kahden vuoden välein viimeisen 10 vuoden ajalta. Vuonna 2007 ei ollut vielä etanoliautoja liikenteessä Trafian tietojen mukaan. Etanolikäyttöisiä autoja on vielä huomattavasti enemmän kuin sähkö- tai maakaasuautoja, mutta tämäkin ero tulee pienenemään, koska uusia etanoliautoja ei rekisteröidä enää. Bensiinikäyttöisiä autoja on yli 70 % kaikista henkilöautoista, joten etanolille sopivia muunneltavia autoja on liikenteessä paljon. (Trafi 2018)

TAULUKKO 3. Liikennekäytössä olevat henkilöautot (Trafi. 2018)

	31.12.2007	31.12.2009	31.12.2011	31.12.2013	31.12.2015	31.12.2017
MANNER-SUOMI						
Yhteensä	2 480 880	2 449 604	2 532 496	2 575 951	2 612 922	2 668 930
Bensiini	2 120 731	1 991 557	1 977 210	1 951 887	1 927 444	1 922 859
Diesel	359 907	457 541	553 318	619 554	678 780	731 887
Sähkö	3	13	56	169	614	1 449
Maakaasu	22	85	115	172	253	502
Bensiini/CNG	84	281	506	844	1 246	2 647
Bensiini/Sähkö	-	5	15	249	882	5 214
Bensiini/Etanoli	-	13	1 171	2 895	3 459	3 759
Diesel/Sähkö	-	-	-	68	135	505
Muu	133	109	105	113	109	108

Vanhempia autoja kuitenkin muutoksastetaan yhä enemmän etenkin muuntotuen myötä, joten etanoliautojen rekisteröity määrä tulee nousemaan. Lisäksi liikenteessä on jopa tuhansia etanolilla kulkevia henkilöautoja, joita ei ole lainkaan muutoksastettu. Flexfuel-autoja on ollut Suomen markkinoilla ainakin Volvolla, Fordilta, Volkswagenilta ja Saabilta. Esimerkiksi Yhdysvalloista löytyy huomattavasti enemmän flexfuel-autoja mm. Fordilta, Chevroletilta ja Chrysleriltä.

4 LAINSÄÄDÄNTÖ

4.1 Muuntotuki etanolikäyttöiseksi muuntamiseen

Joulukuussa 2017 hyväksyttiin laki 971/2017, joka astui voimaan 1. tammikuuta 2018. Tämä sisältää siis romutuspalkkion, joka on valtion avustus uuden henkilöauton ostoon, hankintatuen täyssähköauton ostoon tai pitkäaikaisvuokraukseen ja muuntotuen kaasutai etanolikäyttöiseksi muuntamiseen. Tässä keskitytään käsittelemään etanolikäyttöiseksi muuntamiseen saatavaa tukea. (Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta... 971/2017)

Avustusta voi saada henkilöautoon, jonka käyttövoimaksi muutetaan korkeaseosetanoli. Henkilöauto voi olla kokonaan etanolikäyttöinen tai sen käyttövoimana voidaan pitää bensiiniä ja korkeaseosetanolia. Ajoneuvon tulee olla muutettu etanolikäyttöiseksi ja siihen on haettu muuntotukea Liikenteen turvallisuusvirastolta vuosina 2018-2021. Edellytyksenä kuitenkin on, että etanolikäyttöiseksi muuntaminen on suoritettu lakien puitteissa. (Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta... 971/2017)

Muutoksen toteuttamiseen vaikuttaa ajoneuvolain momentti 7 §, jossa sanotaan ”Liikenteessä käytettävän ajoneuvon rakennetta ei saa käyttöönoton jälkeen muuttaa sellaiseksi, ettei ajoneuvo enää täytä sitä koskevia vaatimuksia, ellei liikenne- ja viestintäministeriön asetuksella säädetä vähäisistä poikkeuksista toisin.”. (Ajoneuvolaki 1090/2002. 7 §)

Muuntotuki on 200 euroa ja sen maksaa Trafi valtion varoista niin kauan, kun määrärahoja riittää. Tuen saajan tulee olla auton omistaja tai haltija, jonka on oltava luonnollinen henkilö. Avustus voidaan myöntää henkilölle vain kerran kalenterivuodessa ja henkilöautolle ainoastaan yhden kerran. Hakemukseen, joka löytyy liitteestä 2, on kirjattava muutossarja ja sen tekijä, sekä hyväksytyn muutuskatsastuksen päivämäärä. Muutosta tulee hakea viimeistään 31. joulukuuta 2021. (Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta... 971/2017)

Liikenteen turvallisuusvirasto valvoo avustusten myöntämistä ja voi tarvittaessa tarkastaa täyttyykö avustuksen myöntämisen edellytykset. Trafi voi periä muuntotuesta saadun avustuksen, jos kaikki edellytykset eivät täyty. Tästä on kuitenkin annettava selvitys ja

tarvittaessa asianosainen voi hakea oikaisua päätökseen. Oikaisuvaatimuksen voi tehdä myös, jos henkilö ei ole saanut hakemuksellaan muuntotukea, edellyttäen sitä, että valtion määrärahoja on vielä käytettävissä. (Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta... 971/2017)

4.2 Muutoksastus

Trafi on keventänyt vuonna 2015 antamiaan määräyksiä etanolimuunnosten hyväksynnän suhteen. Tavoitteena on ollut korkeaseosetanolin käytön edistäminen. Aiemmin muutoksastuksessa oli esitettävä selvitys muutossarjan asennuksesta eli asentajan tuli olla muutossarjan valmistaja tai heidän valtuuttama asentaja. Jatkossa muutoksen voi siis tehdä itse auton omistajakin. Enää ei myöskään tarvita moottorinlämmittimen asentamista etanolia käyttävään henkilöautoon. (Trafi 2016)

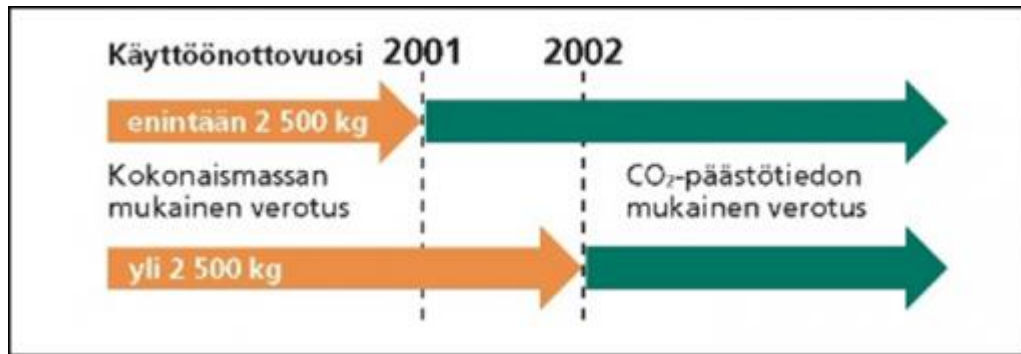
Aiemmin tuli esittää todistus tyyppihyväksyntätestien mukaisista päästöistä, mutta tätäkään ei enää tarvita 1.1.2007 vanhempien autojen yhteydessä. Euro 3, vanhimpien Euro 4 ja näitä lievempiin päästoluokkiin kuuluvilla autoilla riittää muutoksastuksen yhteydessä mitatut päästöt. Henkilöauton tulee siis läpäistä alkuperäiset päästövaatimukset. Lisäksi 2001 ja uudemmille autoille tehdään OBD-mittaus. (Trafi 2016)

Jos etanolimuunnos on toteutettu ahdetussa henkilöautossa moottorinohjausta muuttamalla, tarvitaan myös tehonmittaustodistus. Trafin määräysten mukaan ahdetun henkilöauton moottorinohjauksen muokkaaminen rinnastetaan moottorin vaihtamiseen, joka edellyttää muutoksastusta. Moottorinohjauksen ohjelmoinnin myötä auton tehot kasvavat, joten muutoksastusta varten tarvitaan tehonmittaustodistus, josta ilmenee henkilöauton teho ja vääntömomentti. Tehonmittauksia suorittavat yritykset, joilla on käytössä tehodynamometri. (Trafi 2016)

Yksinkertaisimmillaan korkeaseosetanolin muutoksastaminen henkilöauton käyttövoimaksi tarkoittaa päästömittausta katsastuskonttorilla siten, että ajoneuvon polttoainetankissa on etanolia. Muutoksastuksen jälkeen rekisteriotteeseen tulee merkintä soveltuvuudesta korkeaseosetanolille. (Trafi 2016)

4.3 Verotus

Etanolikäyttöisten henkilöautojen ajoneuvovero menee kuten bensiinikäyttöisillä autoilla, koska korkeaseosetanolini rinnastetaan bensiiniin. Verotus määräytyy siis 2001 vuotta ennen rekisteröidyillä autoilla kokonaismassan mukaan ja sitä uudemmilla CO₂-päästöjen mukaan (kuvio 1). (Trafi 2017)



KUVIO 1. Ajoneuvoveron perusvero (Trafi 2017)

Etanolista maksetaan valmisteveroa, kuten muistakin nestemäisistä polttoaineista. Myös arvonlisävero (ALV 24 %) on maksettava koko tuotteen hinnasta. Yksityishenkilön maahantuoma polttoaine ajoneuvon polttoainesäiliössä tai erillisessä säiliössä on verovapaata. Taulukossa 4 on vertailua eri polttoaineiden verotuksesta sentteinä litraa kohti. Veroina ovat energiasisältövero, hiilidioksidivero ja lisäksi on maksettava huoltovarmuusmaksu. Verotus säädellään ympäristöystävällisyyden perusteella ja taulukosta nähdäänkin, että bioetanolilla on kevyempi verotus kuin tavallisella moottoribensiinillä ja dieselöljyllä. (Autoalan tiedotuskeskus 2018)

TAULUKKO 4. Polttoaineiden verotus (Vero. 2018)

Tuote	Energiasisältö- vero	Hiilidioksidi- vero	Huoltovarmuus- maksu	Yhteensä
Moottoribensiini snt/l	52,19	17,38	0,68	70,25
Bioetanolini snt/l	34,25	11,40	0,68	46,33
Dieselöljy snt/l	32,77	19,90	0,35	53,02
Biodieselöljy snt/l	30,04	18,24	0,35	48,63
Nestekaasu snt/kg	9,58	18,74	0,11	28,43
Bionestekaasu snt/kg	9,58	18,74	0,11	28,43

4.4 Biopolttoaineen jakeluvelvoite

Vuonna 2008 tuli voimaan laki, jonka tarkoituksena on edistää biopolttoaineiden käyttöä liikenteessä. Tavoitteena on siis vähentää moottoribensiinin ja dieselöljyn käyttöä asettamalla polttoaineiden jakelijoille vähimmäisrajat biopolttoaineiden määrästä suhteessa kokonaiskulutukseen. Verohallinto vastaa lain valvonnasta. (Vero 2016)

Jakeluvelvoitteen täytyminen tarkastetaan tuotteiden energiasisältöjen avulla. Biopolttoaineilla tarkoitetaan polttoaineita, jotka tuotetaan biomassasta. Taulukossa 5 on biovelvoiteprosentit vuosittain. (Vero 2016)

TAULUKKO 5. Biovelvoiteprosentti (Vero 2016)

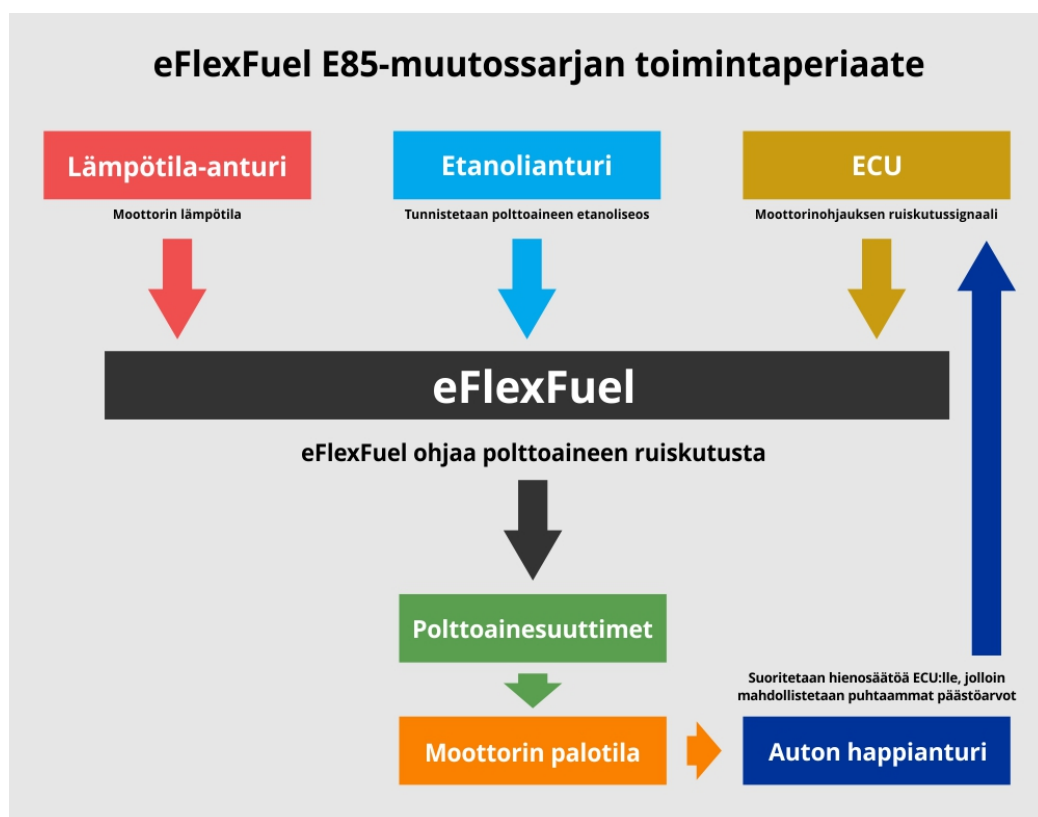
Vuosi	Biovelvoiteprosentti
2016	10 %
2017	12 %
2018	15 %
2019	18 %
2020	20 %

5 AJONEUVON MUUNTAMINEN ETANOLIKÄYTTÖISEKSI

5.1 E85-muutossarja

Etanolimuutos on mahdollista tehdä valmiilla muutossarjalla, joita valmistaa esimerkiksi kotimainen StepOne Tech OY tavaramerkillään eFlexFuel ja toinen muutossarjoja valmistava yritys on FuelFlex Finland. Muunnossarjaa voidaan käyttää suurimmassa osassa bensiinikäyttöisiä 1-8 sylinterisiä henkilöautoja, joissa on sähköisesti ohjattu polttoaineen ruiskutus. On kuitenkin moottoreita, joihin muutossarja ei sovi. EFlexfuel huomauttaa, ettei muutossarja ole yhteensopiva suoraruiskullisiin moottoreihin, kuten EcoBoost, CGI, FSI, TSI ja GDI. (eFlexFuel 2018)

EFlexFuel muutossarjan toimintaperiaate (kuvio 2) perustuu polttoainesyötön ohjaamiseen eli laite muuttaa moottorinohjauksen ruiskutussignaalia. Laite ohjaa kaikkia polttoainesuuttimia erikseen, joten sillä pystytään mukautumaan monenlaisiin ruiskutustapoihin. VTT on tutkinut muutossarjaa ja se läpäisi mittauksissa Euro 3 päästöluokan vaatimuksen. (eFlexFuel 2018)



KUVIO 2. Muutossarjan toimintaperiaate (eFlexFuel 2018)

Etanolia täytyy ruiskuttaa bensiiniä enemmän, joten suuttimien on oltava pidempään auki. Muutossarjaan kuuluu anturi, joka tunnistaa polttoaineen etanolipitoisuuden ja laite osaa tämän tiedon perusteella muuttaa suutinten aukioloaikaa. Ilman etanolianturia ei pystytä määrittämään tarkasti polttoaineen etanolipitoisuutta. Käytettävä anturi on Continentalin valmistama ja sitä käytetään useissa tehdasvalmisteisissa etanoliautoissa. (eFlexFuel 2018)

Järjestelmä on täysin automaattinen eli laitteisto ohjaa ruiskutusta ilman käyttäjältä vaadittavia toimenpiteitä. Muutossarjalla pystytään ohjaamaan etanolin ruiskutusta auton toiminnan kannalta optimaalisiin arvoihin ja lambda-korjauskin pysyy ennallaan. Näin varmistetaan auton oikeanlainen toiminta eri ajotilanteissa ja päästötkin pysyvät alhaisina. (eFlexFuel 2018)

Yksi suuri eroavaisuus bensiinikäyttöisiin autoihin on kylmäkäynnistys, ja eflexfuel laitteistossa tämä on huomioitu ulkoisella lämpötila-anturilla. Järjestelmän toimintaa ohjataan ulkolämpötilan mukaan, joka helpottaa ajoneuvon käynnistymistä erilaisissa olosuhteissa. Laitteisto on todettu toimivaksi -30 °C pakkasessa, joten se toimii myös suomen olosuhteissa. (eFlexFuel 2018)

Huonompi käynnistyvyys johtuu siis polttoaineesta ja sitä saattaa ilmetä tehdasvalmisteisilla flexfuel-autoillakin. Etanolikäyttöinen auto saattaa startata hieman kauemmin, mutta StepOne Techin mukaan: ”Yksikään auto ei jää ns. ruutuun E85-polttoaineen heikomman syttymisen takia.”. Käynnistymistä voidaan helpottaa lohkolämmittimellä, polttoaineen esilämmityksellä tai lisäämällä etanolin sekaan hieman tavallista bensiiniä. EFlexFuel järjestelmään on kehitetty oppiva kylmäkäynnistystoiminto, joka oppii epäonnistumisista ja muuttaa näiden seurauksena järjestelmän toimintaa käynnistystilanteissa. (eFlexFuel 2018)

Android käyttöjärjestelmällisiin laitteisiin on mahdollista ladata eflexfuel app, jolla pysyy seuraamaan laitteen toimintaa. Kuvassa 2 on eFlexFuel tuotepakkauksen sisältö. Muutossarja on mahdollista asentaa itsekin, koska pakkauksessa tulee mukana kaikki asennustarvikkeet ja -ohjeet. (eFlexFuel 2018)



KUVA 2. eFlexFuel tuotepakkaus ja sen sisältö (eFlexFuel 2018)

5.2 Polttoainejärjestelmä

Henkilöauton polttoainejärjestelmään kuuluu mm. polttoainepumppu, -linjasto, -suuttimet ja -suodatin. Polttoainesuodatin on hyvä tarkastaa, koska etanoli voi liuottaa epäpuhtauksia ja suodatin voi mennä tukkoon hajottaen myös polttoainepumpun. Näissä komponenteissa on paljon kumia ja muoveja, joita etanoli voi haurastuttaa. Ennen etanolimuunnosta on siis hyvä selvittää muutossarjan valmistajalta, onko etanoli sopiva ajoneuvon polttoainejärjestelmällä. (eFlexFuel Yleistä tietoa 2018)

6 TESTIAUTON ETANOLIMUUNNOS

Etanolikonversio tehtiin Saab 9-5 Aero henkilöautoon (kuva 3), joka on vuosimallia 2000 ja ajettu 270 tkm. Autossa on 2.3 litrainen turboahdettu bensiinikäyttöinen moottori. Autossa on jo tehtaalta tullessa valmius etanolikonversiolle ja Saabilta löytyykin Biopower malleja, joiden käyttövoimana on korkeaseosetanoli. Saabin älykäs Trionic moottorinohjaus käyttää etanolin tunnistamiseen polttoaineen käyttäytymistä ja mm. lambda-antureilta saatua tietoa. Erillistä etanolianturia tai e85-muutossarjaa ei tarvitse asentaa ja Saabin etanolimuunnos onnistuu pelkällä moottorinohjauksen ohjelmoinnilla. Myös polttoainejärjestelmän osat kestävät etanolia toisin kuin monissa muissa henkilöautoissa.



KUVA 3. Testiauto Saab 9-5

Moottorin ohjelmointi tehtiin Saabin valtuutetussa merkkikorjaamossa ET-AutoTech, joka käyttää JC Performancen tekemiä viritysohjelmistoja. Muutos tehtiin moottorinohjausyksikköön liitettyllä tietokoneella. Samalla otettiin käyttöön Open SID (Saab Information Display), joka näyttää moottorinohjausyksiköltä luettua reaaliaikaista dataa auton ajotietokoneen näytöllä ja esimerkiksi polttoaineen etanolipitoisuuden ja vikakoodit. Kuvassa 4 näkyvä Ad85 tarkoittaa etanolipitoisuutta, joka on 83,2 %.



KUVA 4. Saabin ajotietokone

Ennen etanolilla ajamista autosta puhdistettiin öljysihti ja moottorille tehtiin sisäpesu Forte-puhdistusaineella, jotta saatiin 18 vuoden aikana kertyneitä karstoja pois. Nämä toimenpiteet ovat tarpeen erityisesti vanhemmille ja paljon ajetuilla Saabeilla, joissa on ollut huonompi huohotusjärjestelmä. Öljysihtin putsauksen voi tehdä myös muutaman etanolitankillisen jälkeen. Korkeaseosetanoliliuotus liuottaa bensiiniä paremmin karstoja, joten vaarana olisi mm. öljysihtin tukkeutuminen ja pahimmassa tapauksessa jopa moottorin hajoaminen, koska öljy ei pääse voitelemaan tärkeitä paikkoja.

Etanolipäivityksen myötä myös öljynvaihtoväli on syytä puolittaa. Etanolilla ajaessa öljyn sekaan voi kertyä enemmän vettä, jolloin öljyn voiteluominaisuudet heikkenevät nopeammin. Sytytystulpat vaihdettiin Saabin Biopower malleihin suositeltuihin NGK BCPR7ES-11 tulppiin, jotka on myös syytä vaihtaa 10 tkm välein, kuten öljytkin.

7 KÄYTTÖKOKEMUKSET JA MITTAUKSET

7.1 Kulutus ja käyttökokemuksia

Polttoaineen kulutukset mitattiin kahdella eri polttoaineella samanlaisissa olosuhteissa ja tulokset näkyvät taulukossa 6. Taulukossa ensimmäisenä on Saabin ilmoittamat kulutuslukemat kyseiselle autolle (Saab 95 Instruktionsbok 1999, 238). Autossa on alkuperäistä rengaskokoa olevat renkaat eikä mittausten aikaan käytettyä ilmastointia, jotta todellisen kulutuksen virhe pienenesi.

TAULUKKO 6. Polttoaineen kulutukset

	Kaupunki	Maantie	Keskikulutus
Saabin ilmoitettu kulutus (l/100km)	15,1	8,0	10,6
Bensa (l/100 km)	13,8	8,1	10,2
Etanoli (l/100 km)	17,5	10,5	13,3
Kulutuksen nousu %	26,8	29,6	30,4

Kulutukset ovat bensalla ajaessa lähellä tehtaan ilmoittamia lukemia. Etanolilla mitatut kulutuksetkin ovat odotetun kaltaisia, koska polttoaineen kulutus on noussut noin 30 % ja kaupunkiajossa noin 27%. Talvella ajaessa etanolin kulutus oli 1-2 l/100 km enemmän, koska autolla ei ollut moottorin esilämmitysmahdollisuutta. Vastaavaa kulutuksen nousua on talvisin myös bensiinikäyttöisillä henkilöautoilla.

Kulutukset ovat suuria, koska autolla on omamassaa 1700 kg ja vaihteistona on vanha 4-vaihteinen automaattivaihteisto. Bensamittari laskee melkein silminnähdän, mutta tankatessa saa kuitenkin huomattavasti pienemmällä summalla tankin täyteen etanolia. Saab on kova kuluttamaan bensaakin, joten etanolin avulla päästään polttoainekuluissa pienempien ja taloudellisempien bensa-autojen lukemiin menettämättä kuitenkaan hyvää suorituskykyä. Tampereella ja muissa suuremmissa kaupungeissa on hyvin E85-polttoainetta tarjoavia asemia, joten ei ole tarvinnut kauemmaksikaan lähettäessä miettiä onko etanolia saatavilla. Lisäksi autoonhan voi tankata normaalisti bensaakin, joten ei ole samaa ongelmaa kuin täyssähköautojen latauksen kanssa.

Käynnistymisen kanssa ei kuitenkaan ollut ongelmia edes -25 asteen pakkasilla. Etanolin heikomman kylmäkäynnistyksen huomasi vasta noin -10 asteen pakkasella. Ainuttakaan kertaa ei ollut ongelmia käynnistymisen suhteen ja starttausaika piteni vain noin 2-3 sekuntia.

7.2 Päästöt

Pakokaasumittaukset tehtiin Bosch Bea 350 pakokaasuanalysoitsijalla. Mittaukset tehtiin ensin E10 bensalla ja myöhemmin pelkällä E85 etanolilla. Taulukon 7 tuloksista nähdään, että etanolin vaikutukset päästöihin ovat pieniä.

TAULUKKO 7. Päästömittaustulokset

	Bensa E10		Etanoli E85	
	Tyhjäkäynnillä	Kierroksilla	Tyhjäkäynnillä	Kierroksilla
CO%	0,01	0,02	0	0,02
CO₂	14,90	15,20	14,30	15,10
HC ppm	14	20	6	18
O₂	0,30	0,10	0,41	0,30
Lambda		1,01		1,00

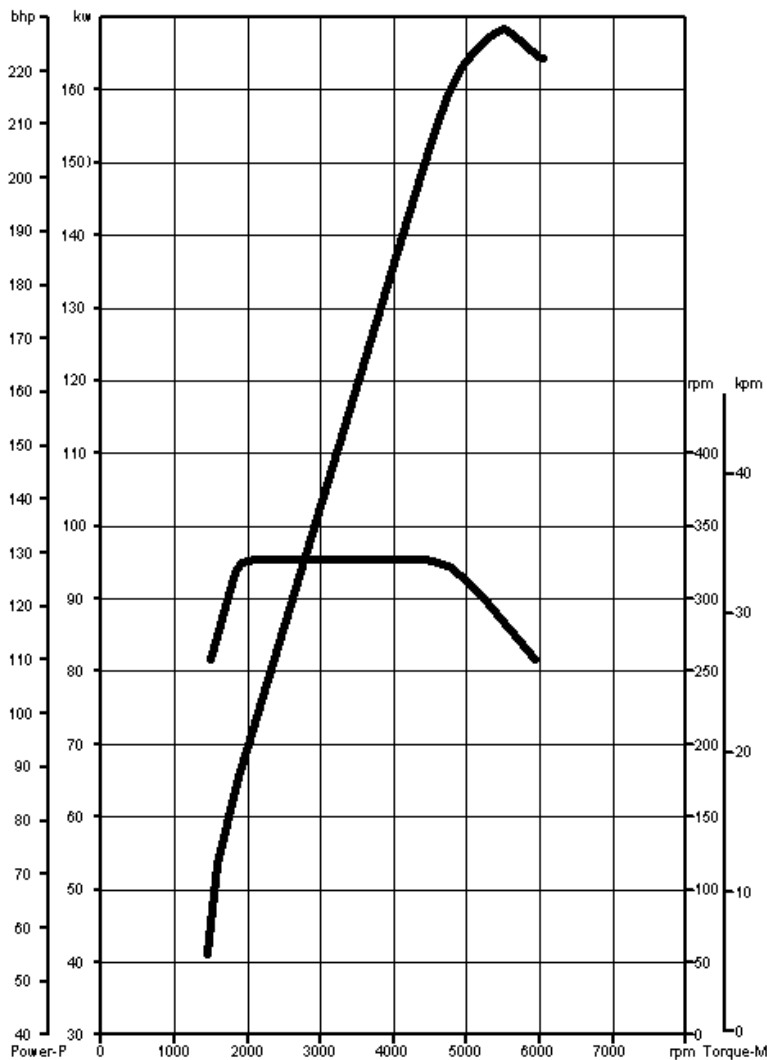
7.3 Teho ja vääntömomentti

Auton moottorin ohjelmointi lisää tehoja ja vääntömomenttiä. Saabissa ilmenneiden vikojen vuoksi auton tehoja ja vääntöä ei kuitenkaan päästy mittaamaan dynamometrillä. Kyseinen Saab on automaattivaihteinen, joten vaihteiston kanssa tulee olla tarkkana vääntömomentin kasvaessa huomattavasti aiemmasta. Moottorin alkuperäinen vääntömomentti on 330 Nm ja vaihteiston kestävyydelle voidaan arvioida varmuuskerroin 1,2, joten vaihteiston toimivuuden kannalta vääntöä on rajattava 400 Newtonmetriin. Etanolilla ajaessa on mahdollista saada enemmän vääntömomenttiä kuin bensalla ajaessa.

Tehojen kasvattamiseen suurin vaikuttava tekijä Saabissa on polttoainesuutinten virtauskapasiteetti. Virtaus on 176 ± 5 ml/30s, joka vastaa paremmin suutinten yhteydessä käytetyssä yksikössä noin 350 cc/min (Saab WIS 2018). Näiden suutinten vuoksi tehot eivät

lisäännä alkuperäisestä paljoakaan, koska virtaus ei riitä etanolilla ajettaessa kasvaneeseen polttoaineen ruiskutukseen. Polttoainepumpun 3 bar tuotto kuitenkin riittää hyvin etanolilla ajamiseen.

Autossa on tehtaalta tullessa 230 Hv ja kuviossa 3 on Saabin ilmoittamat alkuperäiset teho- ja vääntökäyrät (Saab WIS). Ohjelmoinnin jälkeen etanolilla ajettaessa moottorin tehot ovat noin 245-250 Hv ja bensalla ajettaessa noin 260-270 Hv. Tästä huomataan siis hyvin suutinten vaikutus tehoihin eri polttoaineilla. Liitteissä 3 ja 4 ovat vastaavan moottorin ja samalla ohjelmoinnilla olevan, mutta manuaalivaihteisen auton tehonmittaustodistus ja mittauksen data etanolilla (Carlson 2018).



KUVIO 3. Teho- ja vääntökäyrät (Torque and power curves 2018)

7.4 Polttoainekustannuslaskelmat

Mitattujen keskikulutusten perusteella laskettiin polttoainekustannukset 100 km, 10000 km ja 20000 km ajomatkoilta, jotka näkyvät taulukossa 8. Polttoaineiden hintoina käytettiin keskiarvoa kahden viimeisimmän kuukauden polttoainehinnoista. Etanolin hintana on 0,99 €/l ja e10 bensiinin hintana on 1,47 €/l.

TAULUKKO 8. Polttoainekustannukset

	100 km	10 000 km	20 000 km
Bensa e10 (€)	14,994	1499,4	2998,8
Etanoli e85 (€)	13,167	1316,7	2633,4
Säästöä (€)	1,827	182,7	365,4

Sadan kilometrin matkalla syntyvä säästö ei tunnu kovin suurelta, mutta pidemmällä tähtäimellä säästöä kertyy kuitenkin huomattava summa. Polttoainekustannukset pienenevät yli 10 %. Etanolilla ajon säästöjä pystyy laskemaan esimerkiksi eflexuelin laskurilla (Säästölaskuri 2018). Kokonaiskustannuksia mietittäessä tulee ottaa huomioon myös muunnossarjan hinta, muutoskatsastus ja tarvittaessa lisääntyneiden öljynvaihtojen kustannukset.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Etanolikäyttöiseksi muuntaminen on hyvä ja yksinkertainen tapa vähentää vanhojen autojen päästöjä. Muunnostyöt ovat nykypäivänä melko edullisia, eikä kireät lait ole enää hankaloittamassa muutoskatsastusta. Bioetanolin koko elinkaaren päästöt ovat alhaiset ja ympäristöystävällisyyden lisäksi etanolista voi olla hyötyä autollekin, koska korkean oktaanilukunsa ansiosta se ehkäisee moottorille vaarallista nakutusta. Etanolilla ajaminen on siis taloudellisempaa ja ympäristöystävällisempää fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna.

Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä etanoliautoiluun liittyvät asiat ja tehdä myös käytännön mittauksia. Tavoitteet täyttyivät lähes kokonaan, mutta auton etanolimuunnoksesta riippumattomien vikojen vuoksi auton tehoja ei päästy mittaamaan tehodynamometrillä. Vastaavan etanolikäyttöisen auton tehonmittaustodistus saatiin kuitenkin opinnäytetyön liitteisiin. Saabin tehojen mittaus voi myös antaa väärän kuvan etanolipolttoaineen vaikutuksesta suorituskykyyn, koska suurimmalla osaa autoista etanoli ei vaikuta merkittävästi tehoihin tai vääntömomenttiin. Tästä saa kuitenkin hyvän aiheen jatkotutkimuksille, koska etanoli on suosittu polttoaine virituskäytössä. Käytännön osuus käsitti siis vain arkiajon ja katsastuksen kannalta tarpeelliset tiedot kuten kulutuksen ja pakokaasupäästöt. Mittaustulokset vastasivat opinnäytetyössä läpikäytyjä teoriatietoja.

Vaihtoehtoiset polttoaineet ja etenkin etanoliautoilu on alkanut kiinnostaa enemmän vasta opinnäytetyötä kirjoittaessa, kun siihen on perehtynyt tarkemmin ja kertynyt omia ajokokemuksia. Omien puolen vuoden käyttökokemusten perusteella etanoli on osoittautunut bensiiniä paremmaksi polttoaineeksi etenkin halvempien polttoainekustannusten vuoksi. Auton käyttäytymisessä ei huomaa lainkaan eroa bensiinin ja etanolin välillä, lukuun ottamatta kovilla pakkasilla kylmäkäynnistämistä.

Korkeaseosetanoliin liittyy paljon kysymyksiä ja ennakkoluuloja, jotka osaltaan vaikuttavat muutossarjojen ja flexfuel-autojen hankintaan. E10 bensiinin tulo Suomeen herätti paljon keskustelua sen soveltuvuudesta autoihin ja kuinka lisääntynyt etanolipitoisuus olisi rikkonut autoja. Lisääntynyt kulutuskin mietitytti E10 kannattavuudessa. E85-muutossarjojen kohdalla on samanlaisia epäilyjä, vaikka etanolilla ajaminen tuleekin halvemmaksi, eikä se ole hajottanut kunnossa olevia autoja.

Etanolikäyttöisiin autoihin ei ehkä luoteta niin paljoa, koska etanoli on polttoaineena uusi ja halutaan mieluummin pysyä tutussa ja turvallisessa bensassa. On myös ihmisiä, jotka tankkaavat hieman etanolia tavallisen muuntamattoman bensiiniauton polttoainetankkiin, jotta saataisiin paremmat päästöt katsastusta varten. Korkeaseosetanolin tankkaaminen ei kuitenkaan ole suositeltavaa muuta kuin flexfuel-autoihin, vaikka etanoli ei kaikissa tällaisissa tapauksissa aiheuttaisikaan autojen hajoamista. Flexfuel-autoissa etanolin käyttäminen on turvallista, eikä se ole käyttökokemusten ja testien perusteella hajottanut autoja. Joissain tapauksissa etanolin käyttäminen tuo vain ilmi esimerkiksi huonokuntoiset sytytystulpat tai polttoainesuuttimet.

Yksi syy etanoliautojen pieneen osuuteen kaikista polttoaineista on myös E85-asemien pieni määrä. Pienemmissä kunnissa etanolin tankkaaminen voi koitua kynnyksykysymykseksi, jos lähin E85-asema sijaitsee esimerkiksi viereisellä paikkakunnalla. Joillekin toisella puolella kaupunkia oleva tankkauspistekin voi tuntua liian kaukaiselta, jos se ei sijaitse arkisella ajoreitillä työmatkan varrella. Asemia on jo kohtuullisesti verrattuna esimerkiksi 10 vuoden takaiseen ja etanolin kysynnän lisääntyessä tankkauspisteiden määräänkin tulee todennäköisesti nousemaan.

Etanolikonversiota harkitsevat ovat myös saattaneet alkaa pelkäämään dieselin käyttövoimaveron kaltaista verotusta. Muutoskatsastusten lisääntyessä trafi saa suuremman määrän etanolia käyttäviä ajoneuvoja rekisteritietoihin, jolloin verotus voitaisiin osoittaa suuremmalle joukolle autoja. Toisaalta flexfuel-autoille voisi odottaa ajoneuvoveroon kevennyksiä, mutta vielä toistaiseksi niitä verotetaan kuten bensiinikäyttöisiä autoja, vaikka polttoaine onkin ympäristöystävällinen biotuote. Biopolttoaineita on kuitenkin huomioitu kevyemmällä polttoaineverotuksella. Flexfuel-autoon pystytään tankkaamaan normaalisti bensaakin, joten jos verotus muuttuu, voidaan aina valita edullisin vaihtoehto käytävissä olevista polttoaineista.

Myöskään muuntotuki ei houkuttele kaikkia, koska 200 € avustus voi tuntua pieneltä muuntotöihin ja katsastuksiin nähden, jos kustannuksia ja tulevia säästöjä ei ajatella pidemmällä tähtäimellä. Etanolimuuntamisen muuntotukea pystytään käytännössä hakemaan, vaikka autoa ei olisi muuntanut etanolikäyttöiseksi, koska katsastuskonttoreilla sitä ei välttämättä tarkasteta mitenkään, eikä tarvitse esittää todistuksia. Etanolikelpoisuus täytyy vain vakuuttaa muutoskatsastuksessa, jonka jälkeen muuntotukihakemukseen voi

kirjoittaa muutossarjasta, vaikkei sitä olisi asennettukaan. Trafi voi alkaa tarkastamaan näitä, jolloin muuntotuki saatetaan huonoimmassa tapauksessa periä takaisin. Kuvatun laista tapausta tuskin kuitenkaan ilmenee.

Lisäksi ehdettujen autojen ECU:a ohjelmoimalla tehtyjä etanolikonversioita muutoskatsastaessa ei välttämättä pyydetä tehonmittaustodistusta, vaikka laki sitä vaatii. Trafi voi tässäkin tapauksessa pyytää myöhemmin tehoista todistuksen ja uuden muutoskatsastuksen. Käytännössä tämä on muutoskatsastuksen suorittajan virhe, joten auton omistajaa ei voi syyttää tästä. Esimerkiksi Saabeissa ohjelmoinnilla tehty etanolimuunnos voi nostaa etenkin vääntömomenttia yli lain salliman rajan. Tämän takia autoa ei muutoskatsasteta ja teillä liikkuu paljon muitakin etanoliautoja, joita ei ole katsastettu uudelle käyttövoimalle. Pääasiassa, että etanolin käyttämistä on helpotettu huomattavasti, eikä tarvita enää kalliita tyyppihyväksyntätodistuksia. Muunnostyöt tulee kuitenkin tehdä lain puitteissa.

Keskustelu etanoliautoilusta on nykyään melko vähäistä, vaikka muuntotuki tuli voimaan ja etanolikäyttöiseksi muuntaminen on helpottunut viime vuosina. Vaihtoehtoisista käyttövoimista sähkö on suurin keskustelun aihe ja kaasustakin puhutaan paljon. Etanolin käyttämistä on yritetty tuoda autoilijoiden tietoon, mutta asiasta keskustellessa ihmisten kanssa, kovinkaan monia ei tiedä mitään aiheesta. St1 kampanjoi etanolia käteisalennuksilla ja aloitti nyt keväällä kiertämään Motonet-myymälöiden työkalukiertueen mukana, jotta etanoliautoilu tulisi ihmisten tietoon.

St1 vuoden 2011 lehdistötiedotteessa lukee, että ennusteiden mukaan vuonna 2017 flex-fuel-autojen osuus tulee olemaan noin 50 % kaikista uusista bensa-autoista ja etanoliautojen määrä tulisi nousemaan 300 000 ennen vuotta 2020 (St1 2011). Ennusteet eivät aivan toteutuneet, mutta toivottavasti lähivuosina etanoliautojen määrä tulee kasvamaan. Autojen valmistajat eivät ole enää kovin halukkaita kehittämään moottoreita etanolille, mutta vanhojen bensa-autojen muuntaminen on lähes yhtä hyvä vaihtoehto ympäristöystävällisempään autoiluun.

LÄHTEET

Ajoneuvolaki 1090/2002.

Autoalan tiedotuskeskus. 2018. Liikennepolttoaineiden verotus. Luettu 15.4.2018. http://www.aut.fi/tieliikenne/autoilun_verotus/liikennepolttoaineiden_verotus

Biopolttoaineilla päästöt alas. 2016. Suomen autolehti 8/2016, 16.

Carlson, J. yrittäjä JC Performance. 2018. Tehonmittaustodistus. Sähköpostiviesti. tmi.jcarlson@gmail.com. Luettu 8.5.2018.

Eflexfuel. 2018. Säästölaskuri. Luettu 9.5.2018. <https://eflexfuel.fi/saastolaskuri>

Eflexfuel. 2018. Toimintaperiaate. Luettu 5.4.2018. <https://eflexfuel.fi/toimintaperiaate>

EFlexFuel. 2018. Yleistä tietoa. Luettu 6.5. 2018. <https://eflexfuel.fi/info>

Ilmatieteen laitos. 2017. Etanolipolttoaineet pienentävät autojen hiukkaspäästöjä. Luettu 16.4.2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/366920718>

Kalenoja, H. 2018. Sama symboli autoon ja pumpulle. Suomen autolehti 4/2018, 48-50.

Lampinen, A. 2009. Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Tampere: Tampereen Yliopistopaino – Juvenes Print Oy.

Laki henkilöautojen romutuspalkkiosta ja sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuesta sekä henkilöautojen kaasu- tai etanolikäyttöisiksi muuntamisen tuesta 971/2017.

Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 29.12.1994/1472.

Motiva. 2017. Korkeaseosetanoli E85. Luettu 28.3.2018. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_vii-saasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/korkeaseosetanoli_e85

Mäkinen, M. 2014. Käyttövoimavertailu. Luettu 20.4.2018. <https://www.moottori.fi/liikenne/jutut/kayttovoimavertailu/>

Oil. 2018. Uudet eurooppalaiset merkinnät tulossa uusiin autoihin ja polttoainepistooleihin. Luettu 25.4.2018. <http://www.oil.fi/fi/huoltoasemat-huoltoasemat/uudet-eurooppalaiset-merkinnat-tulossa-uusiin-autoihin-ja-polttoainepistooleihin>

Saab 95 Insturktionsbook. 1999. Sweden.

Saab WIS. 2018. Injectors, flow capacity.

Saab WIS. 2018. Torque and power curves.

St1. 2011. RE85-etanolipolttoneste ja flexfuel-autot ovat malliesimerkki autoilun biotulevaisuudesta. Luettu 3.5.2018. <http://www.st1.fi/uutiset/tiedotteet/13231>

- St1. 2018. Re85. Luettu 19.4.2018. <http://www.st1.fi/tuotteet/bensiini/re85>
- St1. 2018. Uusiutuva energia. Luettu 3.4.2018. <http://www.st1.fi/uusiutuva-energia#biojatteesta-etanolia>
- Trafi. 2016. Auton ja sen perävaunun rakenteen muuttaminen. Luettu 10.4.2018. https://www.trafi.fi/file-bank/a/1461929338/e1efc709e09b0525b076494b00ccdb39/20517-pdf_Perustelumuis-tio_auton_rakenteen_muuttamisesta_etanolimuutos.pdf
- Trafi. 2018. Muuntotuen hakemuslomake. Luettu 3.4.2018. <https://lomake.fi/b/ec/lomakepalvelu/download?s=eppHcujRiT-SyDGO&id=17556%2F5C364973C9324586F4B7500972CCD89A&type=statics>
- Trafi. 2018. Tilastotietokanta. Luettu 20.4.2018. http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Ensirekisteroinnit/?rxid=6a9a0c1d-32b1-4939-934d-9900643638b5
- Trafi. 2017. Veron rakenne ja määrä. Luettu 10.4.2018. https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara#perus-vero
- Työterveyslaitos. 2017. OVA-ohje: ETANOLI. Luettu 21.4.2018. <http://www.ttl.fi/ova/E85.html>
- Vero. 2016. Biopolttoaineen jakeluelvoite. Luettu 4.4.2018. https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56210/biopolttoaineen_jakeluelvoit/
- Vero. 2018. Nestemäisten polttoaineiden verotaulukot. Luettu 15.4.2018. https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tietoa-yritysverotuksesta/valmisteverotus/valmisteverolajit/nestemaiset_polttoaineet/nestemäisten_polttoaineiden_verotaulukot/

LIITTEET

Liite 1. Etanolin ominaisuudet (Lampinen 2009, 435)

Nimet	Etanoli, etyylialkoholi, sprii (96 t-%, 94 p-% etanoli, loput vettä)
Kemiallinen kaava	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Molekyylipaino	46
Sopivuus moottoreihin	Otto, wankel, diesel (lisäaineen kanssa tai dieseliin sekoitettuna), stirling, raketti, kaasuturbiini
Käyttöönotto	<ul style="list-style-type: none"> • Elintarvikekäytössä: 7000 eKr (Kiina) • Voimakonekäytössä: 1793 (Englanti) • Absoluuttinen etanoli (E100): 1796 (Saksa) • Moottoroidussa liikennekäytössä: 1826 (USA)
Valmistusmenetelmiä	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alkoholifermentaatio: käyminen (sokerikasvit, tärkkelyskasvit) 2. Eteenin hydraus (raakaöljy) 3. Etyynin hydraus: karbidisprii (kalkki + hiili) 4. Happo/entsyymi/sulfiittilipeähydrolyysi + alkoholifermentaatio (olki, puu, muut kasvit) 5. Kaasutus + terminen etanolisynteesi (kaikki kasvit) 6. Höyryreformointi + etanolisynteesi (biokaasu, maakaasu) 7. Kaasutus/höyryreformointi + FT-synteesi + tislauk (kaikki kasvit, kivihiili, maakaasu, biokaasu) 8. Biosynteesi synteesi/savukaasuista (kaikki kasvit)
Lähtöaineita	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sokerikasvit: sokeriruoko, sokerijuurikas ym. 2. Tärkkelyskasvit: ohra, vehnä, peruna ym. 3. Muut kasvit: olki, puu ym. 4. Muut: kalkkikivi+hiili, raakaöljy, kivihiili, maakaasu ym.
Moottoritekniisiä ominaisuuksia - Oktaaniluku - Setaaniluku	108 (pieninä pitoisuuksina efektiivisesti 130)
Terveysominaisuuksia (E-luokittelu)	Helposti syttyvä (F), Elintarvike
Ympäristöominaisuuksia	Täysin vesiliukoinen, nopeasti biohajoava
Polton päästöjä	<ul style="list-style-type: none"> • Karakteristinen päästölaji: asetaldehydi CH_3CHO • Tavanomaiset: CO, NOx, N_2O, CO_2 (ei bioetanolilla) • Vähäiset: HCHO, muita kevyitä VOCeja, PM • Ei päästöjä: SOx, metallit, raskaat VOCit, mm. PAHit ja muut aromaattiset

Liite 2. Muuntotuen hakemuslomake (Muuntotuen hakemuslomake 2018)



Ansökan om ändringsstöd

- Muuntotukea myönnetään luonnolliselle henkilölle, joka **1.1.2018–30.11.2021** välisenä aikana muuntaa henkilöauton kaasui- tai etanolikäyttöiseksi.
- Muunto on tehtävä Trafafi ajoneuvolain (1090/2002) 7 §:n nojalla antaman auton ja sen perävaunun rakenteen muuttamista koskevan määräyksen mukaisesti.
- Ajoneuvoliikennerekisteriin autoon on merkitty kaasu joko toiseksi tai ainoaksi käyttövoimaksi tai muutoskatsastuksessa bensiinikäyttöisen auton tietoihin lisätään merkintä siitä, että myös korkeaseosetanoli soveltuu auton käyttövoimaksi.
- Hakemuksen perusteella sinulle lähetetään päätös muuntotuen saamisesta ja tuki maksetaan ilmoittamallasi pankköttilille.
- Andringsstöd beviljas en fysisk person, som under tiden **1.1.2018–30.11.2021** ändrar en personbil till att bli gas- eller etanoldriven.
- Andringen ska göras i enlighet med den bestämmelse som Trafafi gett om att ändra konstruktionen på en bil och dess släpvagn, med stöd av fordonslagen (1090/2002) 7 §.
- Bilen drivs enligt fordonsregistret med gas antingen i andra hand eller som enda drivmedel och då en bensindriven bil ändringsbesiktigas läggs till en uppgift om att bilen även kan drivas med bensinblandning med hög etanolhalt.
- På basis av ansökan sänder vi dig beslutet att du beviljas ändringsstöd och att stödet betalas till ett bankkonto som du meddelat.

Täytä lomakkeen jokainen kohta. Fyll i varje punkt i blanketten.

Hakijan tiedot Sökandes uppgifter	Sukunimi Efternamn	Henkilötunnus Personbeteckning
	Etunimi Förnamn	
	Lähiosoite Näradress	Postinumero ja -toimipaikka Postnummer och postanstalt
	Puhelinnumero Telefonnummer	Sähköposti E-post
	Tilinumero IBAN-muodossa Kontonummer i IBAN-form	
Tiedot muunnosta Uppgifter om ändring	Rekisteritunnus Registernummer	
	<input type="checkbox"/> Kyseessä on henkilöauto Det gäller en personbil	Muutettu käytämään myös Ny drivkraft <input type="checkbox"/> Etanolia Etanol <input type="checkbox"/> Kaasua Gas
	Käytetty muutossarja Ändringsserie som använts	
	Muutoksen tekijä Andringen utförs av	
Muutoskatsastuksen päivämäärä Ändringsbesiktningen godkänns av		
<input type="checkbox"/> Tähän autoon ei ole käytetty muuntotukea aiemmin enkä ole saanut muuntotukea aiemmin tämän kalenterivuoden aikana Till denna bil har inte kopplats ändringsstöd tidigare och jag har inte fått ändringsstöd tidigare under detta kalenderår		
Allekirjoitus		

D61234 - 1/2018

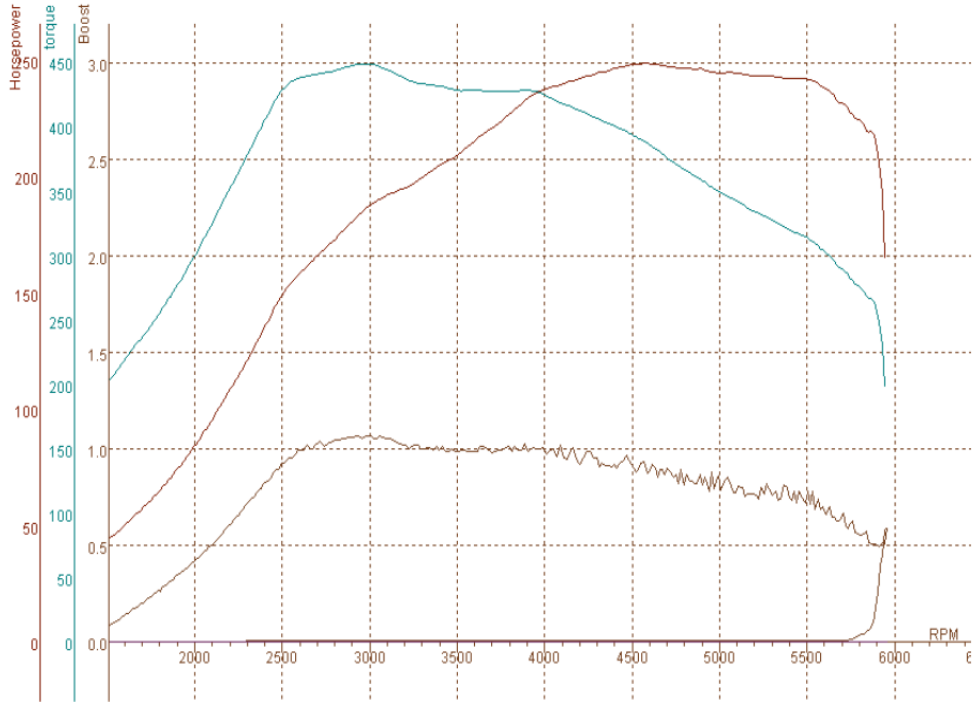
Liite 3. Tehonmittaustodistus (Carlson 2018)



SPORTDYNO V3.6
 DYNAMOMETER: VN-Dyno
 ROLLER INERTIA: 49.2

Displacement Correction
 Correction Factor: DIN 70020
 NOTE: Load Cell Included.

Name	HP/rpm	N°M/rpm	KMH	Temp. (°C)	Pressure (mbar)	Correction Factor	Comments	Date/Time
FINNE	249 / 4567	449 / 2953	195.6	24.6	1007.9	1.013		18.7.2015 12:49:15



Liite 4. Tehonmittauksen data (Carlson 2018)



SPORTDYNO V3.6
 DYNAMOMETER: VN-Dyno
 ROLLER INERTIA: 49,2

Displacement Correction
 Correction Factor: DIN 70020
 NOTE: Load Cell Included.

DATA FOR TEST: FINNE

RPM	HP (HP)	TQ (N*M)	LAMBDA (Lambda)	Boost (Bar)	RPM	HP (HP)	TQ (N*M)	LAMBDA (Lambda)	Boost (Bar)
1500	45	205	1.01	0.09	5400	242	319	1.03	0.81
1600	52	223	1.01	0.15	5500	241	312	1.03	0.78
1700	58	239	1.04	0.21	5600	237	301	1.00	0.67
1800	67	258	1.04	0.27	5700	231	287	1.00	0.67
1900	76	281	1.01	0.35	5800	224	274	0.97	0.57
2000	86	304	1.02	0.43	5900	204	246	0.93	0.50
2100	98	330	0.99	0.51					
2200	112	359	1.01	0.62					
2300	125	385	1.00	0.73	LOSSES	0 HP	0N*M		
2400	139	412	0.99	0.83	TOTAL ENGINE:	249HP	449N*M		
2500	153	433	0.96	0.93					
2600	161	439	0.95	0.99					
2700	168	441	0.93	1.03					
2800	175	443	0.93	1.05					
2900	183	448	0.93	1.06					
2955	187	449	0.92	1.06					
3000	189	447	0.91	1.07					
3100	193	441	0.90	1.05					
3200	196	436	0.89	1.02					
3300	201	433	0.88	1.00					
3400	205	430	0.89	1.01					
3500	211	428	0.86	0.99					
3600	217	428	0.86	1.01					
3700	222	427	0.86	1.00					
3800	228	427	0.85	1.00					
3900	235	429	0.89	0.99					
4000	238	422	0.92	0.98					
4100	241	417	0.93	0.96					
4200	243	411	0.93	0.94					
4300	245	404	0.95	0.93					
4400	247	399	0.96	0.92					
4500	248	392	0.98	0.91					
4567	249	387	0.99	0.93					
4600	248	384	0.98	0.89					
4700	247	374	0.99	0.90					
4800	246	365	1.01	0.90					
4900	246	357	1.00	0.81					
5000	244	347	0.99	0.80					
5100	245	342	1.02	0.81					
5200	243	333	1.02	0.82					
5300	243	326	1.02	0.76					