

Ville Piispa

BENSIINIKÄYTTÖISEN
HENKILÖAUTON MUUTTAMINEN
E85:LLÄ TOIMIVAKSI

Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetustekniikka


Joulukuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 12.12.2013				
Tekijä(t) Ville Piispa	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto- ja kuljetustekniikka				
Nimeke Bensiinikäyttöisen henkilöauton muuttaminen E85:llä toimivaksi					
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä oli tarkoitus tutkia, onko järkevää ja taloudellista muuttaa tavallinen bensiinillä kulkeva auto toimimaan etanolipohjaisella E85-polttoaineella.</p> <p>Kohdeautona oli 90-luvulla Yhdysvalloissa valmistettu Eagle Talon (Mitsubishi Eclipse). Auton soveltuvuus projektiin ei ollut ahdetun moottorin ja matalan puristussuhteen takia paras mahdollinen, koska tässä ei ollut tarkoitus virittää moottoria, vaan yrittää saada auto toimimaan mahdollisimman hyvin E85:llä. Muutostyö kohdistui auton moottorinohjaus- ja polttoainejärjestelmään. Ne vaativat merkittäviä muutoksia, jotta polttoainelaadun vaihto olisi mahdollista.</p> <p>Suurimmaksi ongelmaksi muodostuivat kylmäkäynnistysongelmat, joiden selättämiseksi kehitin oman ratkaisun, starttipilotin. Loppuyhteenvedon on vielä laskettu ja huomioitu, onko muutos järkevä niin taloudellisesti kuin käyttömukavuudeltaan. Tämän projektin taloudellinen lopputulos oli se, että muutostyöhön käytetty rahamäärä olisi mahdollista saada takaisin parissa kolmessa vuodessa riippuen ajomäärästä. Käyttömukavuuden kannalta lopputulos oli miinus voittainen, johtuen osittain kohdeauton moottorin ominaisuuksista.</p>					
Asiasanat (avainsanat) E85, etanoli, polttoaine					
Sivumäärä 32+3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä) 					
Ohjaavan opettajan nimi Janne Varis	Opinnäytetyön toimeksiantaja 				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 12.12.2013	
Author(s) Ville Piispa		Degree programme and option Automotive and transportation technology	
Name of the bachelor's thesis Changing the gasoline-driven passenger car to work with E85			
Abstract The purpose of this thesis was to investigate whether it is sensible and economical to change the standard gasoline-driven vehicle to run on E85 ethanol-based fuel. It is financially a good solution, but user comfort is not as good as that of the gasoline vehicle. The car, Eagle Talon (Mitsubishi Eclipse) was made in the 90's in the United States. The suitability of the car for the project was not the best because it has a supercharged engine and low compression ratio. Modifications made relate to the engine management and fuel system. They require significant changes so that the fuel change would be possible. The biggest problem was the difficult cold start which I developed my own solution, startpilot. Finally, it is calculated and discussed whether the change is reasonable, both financially and in terms of comfort. The financial result of this project was the fact that the money spent would be possible to get back in two or three years, depending on the use of the car. As to the convenience in use, the result was negative, due in part to the target car's engine characteristics.			
Subject headings, (keywords) E85, ethanol, fuel			
Pages 32+3	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Janne Varis		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	AUTON ESITTELY	2
3	POLTTOAINEET	3
3.1	Etanolin historiaa polttoaineena	3
3.2	Etanoli ja bensiini yleisesti	4
3.3	Bensiini ja E85 vertailu	5
3.3.1	Huomioitavaa etanolipolttoaineissa	6
3.3.2	Hyödyt.....	7
4	POLTTOAINEJÄRJESTELMÄN MUUTOKSET	9
4.1	Polttoainepumppu	9
4.2	Paineensäädin	10
4.3	Suuttimet.....	11
5	MOOTTORINOHJAUKSEN MUUTOKSET.....	12
5.1	Yleisesti moottorinohjauksesta.....	13
5.2	Oma projekti	14
5.2.1	ECU:n irrottaminen ja avaaminen	16
5.2.2	EPROM-sirun vaihto	16
5.2.3	Kondensaattorien vaihto	19
5.2.4	ECU:n ohjelmointi ECMLink:llä.....	20
5.3	Seossuhdemittari.....	22
6	KYLMÄKÄYNNISTYKSEN KEHITTÄMINEN	23
6.1	Mahdolliset syyt huonoon käynnistymiseen.....	23
6.2	Ratkaisuvaihtoehtoja.....	24
6.3	Starttipilotti	27
7	YHTEENVETO	29
7.1	Laskelmat.....	29
7.2	Käyttökokemukset	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	
	1 Päästötestin tuloste	
	2 ST1 käyttötiedote RE85	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli muuttaa tavallinen bensiinillä kulkeva auto toimimaan etanolipohjaisella E85-polttoaineella. Tarkoituksena oli muutostyön tekemisen lisäksi tutkia, onko muutos taloudellisuuden ja käytön kannalta järkevä ratkaisu sekä toisiko se mahdollisia säästöjä vai ei.

Syy polttoainelaadun vaihtoon ja etanolipohjaisen polttoaineen käyttöön autossani oli se, että olin jo aikaisemmin ennen opinnäytetyön aloittamista muuttanut autoni moottorinohjausta ja polttoainejärjestelmää siihen suuntaan, että sitä voisi pienillä muutoksilla käyttää bensiinin lisäksi E85:llä. Kiinnostus vaihtoehtoisiin polttoainesiin, lisääntynyt Flexifuel-autojen myynti ja helpottunut polttoaineen saatavuus olivat syitä, miksi halusin kokeilla, saisinko oman autoni toimimaan kuin Flexifuel-autot. Halusin myös nähdä, mitä mahdollisia käytännön ongelmia se toisi mukanaan.

Polttoainelaadun vaihtaminen vaati muuttamaan auton moottorinohjausyksikköä ja polttoainejärjestelmää. Merkittävä osa tästä työstä käsitteleekin näitä osa-alueita. Polttoainejärjestelmän muutoksissa selvitetään osat, jotka tuli vaihdettua projektin aikana. Moottorinohjauksen muutoksissa käydään läpi mm., mitä fyysisiä muutoksia ECU:lle (moottorinohjausyksikkö) piti tehdä, jotta siitä pystyi tekemään ohjelmoitavan. Lisäksi selvitetään miten ohjelmointi tapahtui.

Alun perin autosta oli tarkoitus tehdä Flexifuel-tyyppinen eli olisi sama, tankkaisiko siihen E85:tä tai 98E5:tä. Projektin alussa kuitenkin huomasin, että tätä ei pystyisi toteuttamaan täydellisesti täysin samalla tavalla kuin markkinoilla olevissa Flexifuel-autoissa, jotka tunnistavat tankkauksen jälkeen automaattisesti, onko polttoainelaatu vaihtunut. Tästä johtuen luovuin tästä puhtaasta Flexifuel-ideasta ja siirsin pääpainon muihin huomiota tarvitseviin kohtiin, kuten kylmäkäynnistyksen kehittämiseen ja siihen, mitä ongelmia ilmenee E85:n käytöstä.

Kylmäkäynnistyksen kehittäminen onkin tämän työn loppuosassa pääroolissa ja siinä käsitellään syyt huonoon kylmäkäynnistykseen ja kerrotaan ratkaisusta, johon päädyin yrittäessäni keksiä ratkaisun ongelmaan. Viimeisenä kohtana opinnäytetyössä on yhteenveto, jossa käsitellään tulokset ja muutoksen järkevyys.

2 AUTON ESITTELY

Auto on malliltaan Eagle Talon 2.0 TSi AWD 1995 AT (vaihtoehtoinen merkki ja malli on Mitsubishi Eclipse). Auto on valmistettu Yhdysvalloissa Illinoisissa Diamond-Star Motors:n tehtaalla. DSM oli yhdysvaltalaisen Chryslerin ja japanilaisen Mitsubishiin yhteisomistuksessa ollut yritys. Se valmisti samalla tehtaalla kyseisiä autoja vuosina 1990–1998. Vuosina 1990–1994 valmistettavia automalleja oli vielä kolme, kun Plymouth Laser kuului myös valikoimaan. Vaikka valmistettavia merkkejä ja malleja oli useampi, niin autot eivät tekniikaltaan eronneet mitenkään toisistaan. Ainoa ulospäin näkyvä ero automerkin logon lisäksi oli hiukan erilainen puskurien muotoilu. Vuonna 1995 tuli autoista uusi sukupolvi, jonka seurauksena autojen ulkonäkö muuttui tuoden myös pieniä muutoksia niiden moottoreihin ja tekniikkaan.



KUVA 1. G1 Talon 90-91 /7/



KUVA 2. G2 Talon 97-98 /7/

Kaikissa autoissa oli neljäsynterinen kahden litran turboahdettu tai vapaasti hengittävä bensiinimoottori. Erona on se, että turboahdetut olivat Mitsubishiin valmistamia 210 hv 4G63T-moottoreita (tuttu Mitsubishi Lancer Evoista). Ahtamattomat 140 hv 420A-moottorit olivat Chryslerin valmistamia. Vaihteistoja oli vaihtoehtoina kaksi; 4-vaihteinen automaatti ja 5-vaihteinen manuaali. Auto oli myös mahdollista saada etu- tai nelivetoisena. /7./

Tässä projektissa olevan auton moottori on uudempaa sukupolvea eli 4G63T G2. Erot vanhempaan G1:een ovat pienet lähinnä moottorin antureiden malliin ja sijaintiin liittyviä muutoksia. Moottorin sisältä muutokset kohdistuvat kampiakseliin ja sen laakerointiin. G2:n laakerointi ei ole niin vahva kuin G1:ssä, ja tämän vuoksi harrastajat suosivatkin vanhemman moottorimallin käyttöä viritysprojekteissaan. Moottorin ol-

lessa irti vaihdelaatikosta ja vauhtipyörän ollessa paikallaan huomaa eron myös vauhtipyörän kiinnityspulttien lukumäärästä, mikä G1:ssä on kuusi ja G2:ssa seitsemän. Tästä johtuen moottoreita vertaillessa saatetaan puhua myös kuusipulttisesta tai seitsemänpulttisesta moottorista.

Moottorin 4G63T G2 tarkemmat tiedot: Neljäsylinterinen, valurautainen sylinterilohko ja alumiininen 16-venttiilinen ja kahdella nokka-akselilla oleva DOHC-sylinterikansi. Iskutilavuus 1997 cc, iskun pituus 88 mm ja poraus 85 mm. Polttoaineen monipisteruiskutus, turboahdettu ja välijäähdytetty. Teho 210 hv ja vääntö 290 Nm. /7./

3 POLTTOAINEET

3.1 Etanolin historiaa polttoaineena

Etanolia on käytetty moottoripolttoaineena jo 1800-luvun lopusta lähtien. Henry Ford käytti sitä ensimmäisissä T-malleissa polttoaineena. Henry Ford uskoi, että maataloilla olisi pystytty valmistamaan etanolia omavaraisesti omien peltojen tuotteista. Aika muuttui ja etanolin käyttö polttoaineena kuitenkin jäi bensiinin halvan hinnan, verojen nousun ja Yhdysvaltain kieltolain takia.

1970-luvun öljykriisin jälkeen alettiin maailmalla tutkia vaihtoehtoja öljylle. Vuonna 1975 Brasiliassa alkoi Proalcool-projekti, jossa tarkoitus oli kehittää sokeriruo'osta biopolttoainetta. Tästä syystä Brasilia onkin tällä hetkellä johtava etanolin tuottaja. USA:ssa vastaavanlainen projekti alkoi muutamia vuosia myöhemmin. USA on toiseksi suurin etanolin tuottaja, erona se, että siellä raaka-aineena on pääosin maissi, mutta myös vehnä ja ohra. Euroopassa käytetystä etanolista osa on tuotu Brasiliasta ja loput tuotetaan täällä pääsääntöisesti viljasta. Tosin Suomessa myytävä uusiutuva etanoli RE85 ja EkoFlex E85 on valmistettu elintarviketeollisuuden biojätteistä ja prosessitähhteistä. /16./

Tulevaisuudessa biojätteistä valmistetun etanolin määrä tulee varmasti kasvamaan ja, tämän vuoksi saadaan pellot takaisin ruuan tuotantoon. On järkevämpää kasvattaa

pelloilla ensisijaisesti viljaa ravinnoksi ja tuottaa polttoainetta vasta poisheitetystä ruuasta. Myös merilevien käyttöä biopolttoaineena tutkitaan. Onnistuessaan tämä helpottaisi kaikkea maalla tapahtuvaa viljelyä, koska silloin ei tarvitsisi uhrata maa-alaa sen tuotantoon muuten kuin jalostustehtaiden takia. /11./

Biopolttoaineiden lisääntyvää käyttöä liikenteessä vahvistaa myös se, että EU:n ilmastoj- ja energiapolitiikkaan on asetettu selkeät tavoitteet biopolttoaineiden käytön lisäämisestä. Tavoitteena on vuoteen 2020 lisätä biopolttoaineiden osuus liikenteen polttoaineista 10 prosenttiin. /14./

Etanoli palaa paremmin kuin bensiini, ja näin ollen se on ympäristöä säästävämpi polttoaine. Autoja, jotka käyttävät polttoaineenaan bensiiniä ja/tai pääsääntöisesti etanolista sisältävää polttoainetta, kutsutaan Flexifueleiksi tai Flexible Fueleiksi.

3.2 Etanoli ja bensiini yleisesti

Etanolipolttoaineet luokitellaan biopolttoaineiksi eli ne ovat eloperäisestä aineesta valmistettuja. Biopolttoaineet eivät palaessaan vapauta ilmakehään lisää uutta hiilidioksidia, koska ne ovat kasvaessaan sitoneet itseensä ilmasta hiilidioksidia. Muita biopolttoaineita ovat biodiesel, biokaasu ja puu eri muodoissa.

Bensiini on jalostettu öljystä, joka taas on fossiilinen polttoaine. Fossiiliset polttoaineet ovat syntyneet miljoonien vuosien aikana eliöiden fossiloiduttua ja jäätyä maakerrosten alle suureen paineeseen. Fossiilisia polttoaineita poltettaessa vapautuva hiilidioksidi on maapallon ilmakehälle ”ylimääräistä” verrattuna normaaliin ilmakehän tilaan, jossa kasvit puut pystyvät sitomaan suuren osan ilmassa olevasta hiilidioksidista. Hiilidioksidin osuus ilmakehän kaasuista on kuitenkin erittäin pieni, joten se ei suoraan vaikuta ihmisten/eläinten terveyteen tai kasvien/puiden kasvamiseen. Hiilidioksidin osuus ilmakehän kaasuista oli vuonna 1960 0,0313 % ja vuonna 2010 0,0389 %, joten kasvu on ollut kuitenkin melko nopeaa. Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu, ja se estää auringon säteilyn aiheuttamaa lämpöä heijastumasta maan pinnalta takaisin avaruuteen. Koska maapallon keskilämpötila on ilmeisesti ihmisen tekojen (hiilidioksidin määrän nopea kasvu) takia noussut aiheuttaen napajäätiköiden sulamista, aavi-

koitumista yms., hiilidioksidin määrää pyritään tulevaisuudessa leikkaamaan entistä tehokkaammin. /17./

3.3 Bensiini ja E85 vertailu

Suomessa on tällä hetkellä myynnissä E85- ja RE85-laatua. Muuta eroa näillä polttoaineilla ei ole kuin nimi, sillä molemmat valmistetaan kotimaisen teollisuuden biojätteistä. RE85:sta myydään vain ST1- ja Shell-asemilta, kun E85:sta (nimi nykyään EkoFlex E85) myydään ABC-ketjun mittareilla. Mitä ilmeisimmin RE85 ja E85 ovat täysin samaa tavaraa, sillä Suomen kokoisilla markkinoilla tuskin kannattaa molempien tehdä omia sekoituksiaan. Todennäköisyyttä polttoainelaatujen samanlaisuudesta tukee myös se, että SOK omistaa 51 % ja St1 49 % hankintayhtiö North European Oil Trade Oy:stä. /1; 2; 16./

Seuraavassa on verrattu etanolia ja bensiiniä sekä keskenään että erikseen muihin moottoripolttoaineiksi luokiteltaviin. E85:n kaikkia arvoja ei löytynyt tarkasti, joten jotkut sen arvot ovat arvioita tai laskettuja. En kuitenkaan usko arvioiden merkittävästi heittävän todellisuudesta. St1:nja ABC:n antamien RE85 ja E85 koskevien käyttöturvallisuustiedotteidenkaan pohjalta ei ollut saatavilla kaikkia tarkkoja arvoja.

TAULUKKO 1. Polttoaineiden ominaisuudet /5, s. 280; 12/

Aine	Tiheys kg/l	Pääaineosat paino %	Kiehumispiste ° C	Ominais- lämpöarvo MJ/kg	Itsesyttymis- lämpötila ° C	Teor. ilman- tarve kg/kg
Bensiini	0,75	86 C, 14 H	25...215	43,5	~400	14,7
Diesel	0,83	86 C, 13 H	180...360	42,5	~250	14,5
Etanoli	0,79	52 C, 13 H, 35 O	78	26,8	420	9
E85	0,78 *	-	100 *	29,4 **	~410 *	9,7
Nestekaasu (LPG)	0,54	C ₃ H ₆ , C ₄ H ₁₀	-30	46,1	~400	15,5
Vety	0,09kg/m ³		-253	120	560	34

*arvio, **laskettu arvo.

3.3.1 Huomioitavaa etanolipolttoaineissa

Etanolin huonoihin puoliin polttoaineena kuuluu sen huono kylmäkäynnistyskyky verrattuna bensiiniin, koska sen leimahduspiste on korkeampi. Suomessakin käytettävä E85 sisältää 15 - 20 % bensiiniä helpottamaan kylmäkäynnistystä. Automerkit, jotka valmistavat Flexifuel-autoja, kuten esim. Ford, suosittelevat auton varustamista lohkolämmittimellä, jotta käyttö talvellakin olisi helpompaa. /8./

Lisäksi Flexfuel-autojen huoltoväli on lyhyempi verrattaessa vastaavaan bensamoottorilla varustettuun autoon. Lisähuollon aiheuttaa lisääntynyt moottoriöljynvaihto. Yleensä vaihtoväli tippuu puoleen normaalista. Tämä saattaa aiheuttaa auton omistajalle turhia kuluja takuuajana, etenkin jos hän ajaakin ainoastaan bensiinillä. Takuu-ehdoista riippuen automerkit voivat velvoittaa asiakasta huollattamaan autoaan tiheämmin, koska ne eivät voi olla varmoja siitä, mitä polttoainetta on käytetty. Asiaa voi olla erittäin vaikea todistaa, jos ei sitten säilytä kaikkia tankkauksitteja ja pidä tarkkaa kirjaa tankkauksista ja ajokilometreistä.

Syy tiheämpään moottoriöljynvaihdon suositukseen johtuu kahdesta asiasta. Ensimmäiseksi etanolin kyky kerätä kosteutta itseensä on suurempi kuin bensiinillä. On mahdollista, että kaikki vesihöyry ei palotapahtuman jälkeen häviä pakokaasujen mukana, vaan osa siitä pääsee sylinteristä moottoriöljyjen sekaan aiheuttaen öljyn voiteluominaisuuksien heikkenemistä.

Toiseksi kylmäkäynnistyksen yhteydessä moottoriin suihkutetaan merkittävästi enemmän polttoainetta verrattuna tilanteeseen, että moottori oli valmiiksi lähellä käyntilämpötilaa esim. $\sim 90^{\circ}$ C. Tästä johtuu se, että kaikki sylinteriin suihkutettu ilma/polttoaineseos ei höyrysty ja pala pois, mikä aiheuttaa mahdollisesti sen, että osa palamattomasta etanolista voi päätyä moottoriöljyjen sekaan. Etanolin ominaisuudet voiteluaineena eivät ole juuri vettä paremmat, joten tämäkin aiheuttaa öljyn voiteluominaisuuksien heikkenemistä. Polttoaineen palamattomuus kylmäkäynnistyksessä ei ole vain etanolin ominaisuus, vaan sitä tapahtuu pienemmissä määrin myös bensiini-

ni- ja dieselmootoreissakin. Paljon edellä mainittuun vaikuttaa tietysti moottorin ikä ja kunto.

Taulukosta 2 näkee, miten paljon enemmän E85 voi sisältää vettä verrattuna bensiiniin. Polttoainejärjestelmään kerääntyvä vesi on aina ongelma, mikä ilmenee etenkin talvella, joten polttoainesuodattimen vaihtovälikin kannattaa pitää lyhyempänä kuin ajettaessa bensiinillä.

Lisäksi on kiinnitettävä huomiota polttoainejärjestelmän materiaalien kestävyteen, koska etanoli voi vahingoittaa etenkin letkuja ja tiivisteitä, vaikka ne bensiinin kanssa toimisivatkin. Metalliosatkin voivat hapettua, vaikka etanoli itsessään ei syövyttävää olekaan, vaan sen sisältämä vesi on tässäkin se syyppää. Edellä mainitun ei pitäisi olla ongelma markkinoilla olevissa Flexifuel-autoissa, vaan ennemminkin, jos itse aikoo tehdä autostaan E85:llä toimivan, niin nämä asiat kannattaa ottaa huomioon.

E85:n ja RE85:n saatavuus on vielä tällä hetkellä rajallinen, eikä niitä saa kaikilta asemilta, mistä yleisempiä polttoainelaatua saa. Esim. Etelä-Savon alueella on vain neljä asemaa, joilta voi niitä tankata. Kaksi on Mikkelissä, yksi Savonlinnassa ja yksi Kangasniemellä. Muutenkin E85-asetat sijaitsevat suurempien kaupunkien ja tärkeimpien väylien läheisyydessä. Tulevaisuudessa saatavuus tulee melko varmasti paranemaan, jos vain kysyntää riittää ja kuluttajat saadaan ostamaan enemmän Flexifuel-autoja. /9./

3.3.2 Hyödyt

RE85/E85:tä käytettäessä hiilidioksidipäästöt voivat olla jopa 80 % pienemmät kuin ajettaessa tavallisella bensiinillä. Tämä varmasti kiinnostaa osaa kuluttajista, mutta todellisuudessa hinnalla on tapana vaikuttaa asioihin enemmän kuin minkään muun. Sen hinta n.1.11 €/l onkin edullinen verrattaessa vaikka 98E5-bensiiniin n. 1,71 €/l.

Aivan näin merkittävää säästöä siitä ei kuitenkaan synny, sillä sitä kuluu noin 30 % enemmän kuin bensiiniä. 100 % etanoli sisältää energiaa 26,9 MJ/kg, kun bensiinillä vastaava arvo on 43,5 MJ/kg. /5, s.280./ Suomessa liikenteessä käytettävässä E85/RE85:llä (sisältää 15 - 20 % bensiiniä) arvo on 29,4 – 30,2 MJ/kg välillä.

Laskuesimerkki: auton polttoaineen kulutus bensiiniä käytettäessä on 8l/100 km ja kustannus käytettäessä edellä mainittua 98E5:sta on $8 \cdot 1,71 \text{ €} = 13,68 \text{ €/100 km}$. Vastaava auto käytettäessä E85:sta: kulutus $8 \text{ l} \cdot 1,3 = 10,4 \text{ l}$ ja kustannus $10,4 \cdot 1,11 = 11,54 \text{ €/100 km}$. Säästö polttoainekuluissa $13,68 \text{ €} - 11,54 \text{ €} = 2,12 \text{ €/100 km}$ ja $0,0212 \text{ €/km}$. Jos vuodessa ajaa vaikka 20000 km, niin säästöä tulisi polttoaineen osalta $20000 \cdot 0,0212 \text{ €} = 424 \text{ €}$.

Moottorin virittäjille E85 on hyvä polttoaine, koska sitä käyttäen voidaan moottorista ottaa enemmän tehoa ja parantaa hyötysuhdetta. E85 sallii suuremman oktaanilukunsa takia moottorissa käytettävän suurempaa puristuspainetta. Puristuspainetta lisätään joko nostamalla moottorin puristussuhdetta tai ahtopainetta. E85:n oktaaniluku on 106 ja tavallisen bensiinin 95 tai 98. Oktaaniluku kertoo, kuinka hyvä puristuskestävyys ja nakutuksenkesto polttoaineella ovat, ja mitä suurempi luku, sitä parempi kestävyys. Puristuspaineen nosto lisää palamislämpötilaa ja sen nouseminen liian suureksi aiheuttaa moottorissa nakutusta (hallitsematon palotapahtuma sylinterissä), mikä on moottorille erittäin haitallista aiheuttaen pitkäkestoisena sylinterikannentiivisteiden pettämisen tai mäntävaurion. Tästä syystä Flexifuel-autojen moottoreita ei voida suunnitella niin suurella puristussuhteella kuin olisi mahdollista, koska siinä pitää myös pystyä käyttämään bensiiniä.

Toinen hyvä ominaisuus liittyy etanolin bensiiniä suurempaan ominaishöyrystymislämpöön. Ominaishöyrystymislämpö kertoo, kuinka paljon energiaa tarvitaan höyrystämään höyrystymislämpötilassaan olevaa ainetta kaasuksi normaalipaineessa. Moottorissa tämä energia otetaan sylinterin sisällä kasaan puristuneesta ja kuumentuneesta ilmasta ja tämä laskee ympäröivää lämpötilaa. Etanolilla tämä arvo on noin kaksinkertainen verrattuna bensiiniin, ja kun vielä muistetaan, että E85:sta tarvitaan noin 30 % enemmän, niin sen jäähdyttävä vaikutus on melkein kolminkertainen verrattuna bensiiniin. Tästä johtuen E85 käytettäessä palolämpötila putoaa, mikä toisena tekijänä mahdollistaa suuremman puristuspaineen käytön. Toisaalta sama ominaisuus myös heikentää moottorin kylmäkäynnistystä, koska käynnistäessä lämpötila ei nouse tarpeeksi suureksi. Alla olevassa taulukossa 2 lisävertailua.

TAULUKKO 2. E85 ja bensiini /4; 5, s. 280/

Ominaisuus	E85 (etanoli)	Bensiini 95
Vesipitoisuus mg/kg	500 - 3000	< 200
Etanolia ja muita alkoholeja % painosta	73 – 91	< 5
Happipitoisuus % painosta	26 - 32	< 2,7
Oktaaniluku (nakutuksen kes- tävyys) ROL	106	95
Ominaishöyrystymislämpöarvo kJ/kg	(904)	380 - 500

4 POLTTOAINEJÄRJESTELMÄN MUUTOKSET

Polttoainejärjestelmää päivitettäessä oli tavoitteena mitoittaa se niin, että moottorin tehot olisi mahdollista nostaa alkuperäisestä paristasadasta 300-400 hv. Ajatus oli vielä tuolloin käyttää bensiiniä polttoaineena, joten nykyisellä polttoaineella E85:llä ei noin suuriin tehoihin kapasiteetti riitä. Muutosten yhteydessä jäljelle jääneet osat tuli silmämääräisesti tarkastettua. PA-suodatin tuli vaihdettua muutostöiden yhteydessä. Koska auto on Yhdysvalloissa rakennettu, oletan polttoainelinjaston kestävän etanolia sisältäviä polttoaineyhdisteitä paremmin kuin vaikka saman ikäinen eurooppalainen auto. Syy oletukseen on, että Yhdysvalloissa etanoli/bensiiniseospolttoaineet ovat olleet pitempään käytössä kuin täällä Euroopassa. Nähtäväksi jää, onko oletus oikea vai alkaako ongelmia ilmentyä myöhemmin, kun käyttää E85:sta.

4.1 Polttoainepumppu

Ensimmäisenä alkuperäinen bensapumppu vaihtui ja tilalle tuli Walbro 255 lph - mallikohtaisella asennussarjalla, joten asennus kävi erittäin helposti. Polttoainetankki sijaitsee takapenkin alla, joten saadakseen polttoainepumpun vaihdettua oli takapenkki poistettava sekä sähköjohdot ja polttoaineletkut irrotettava. Tämän jälkeen piti iso muovimutteri saada auki, mikä piti pumppuyksikön kiinni tankissa. Sitten sen pystyi nostamaan sieltä pois. Seuraavassa kuvassa 3 on nähtävissä tämä pumppuyksikkö.

Uuden pumpun teho on yli kaksinkertainen vanhaan ja sen pumppausteho pitäisi riittää aina 500 hv saakka bensiiniä käytettäessä. Samalla vanha johdotus tuli vaihdettua paksumpaan. Plussajohto tuli vedettyä suoraan laturilta mahdollisimman suoraa reittiä polttoainetankille. Sulakkeen asensin mahdollisimman lähelle laturia. Pumpun ohjaus toimii nyt lisäreleen kautta. Vanha pumpun plussajohto antaa ohjaussähkön releelle, jotta pumppu tietää pyöriä oikeaan aikaan. Tämän ansiosta jännite nousi hiukan alle 12 voltista lähelle 14 voltia mitattuna pumpun liittimestä tankin päältä auton ollessa käynnissä. Jännitteen nousun ansiosta pumpun pumppausteho kasvoi noin 25 % . /15, s. 87./



KUVA 3. Uusi pumppu kiinnitettynä tankkiin tulevaan yksikköön, jossa näkyy myös polttoainemittarin koho. Vieressä on vanha pumppu.

4.2 Paineensäädin

Seuraavana kohteena oli alkuperäisen bensapaineensäätimen vaihtaminen mittarilla varustettuun säädettävään bensapaineensäätimeen. Alun perin polttoaineen ruiskutusaine on tässä autossa 2,8 bar tyhjäkäynnillä ja tällä hetkellä se on n. 4 bar. Uusi säädin kytketään polttoaineletkun väliin, kun taas vanha säädin oli kiinni suoraan suu-

tinkiskossa. Tämän vuoksi piti vanha säädin purkaa, jotta siitä saisi rakennettua polttoaineletkulle sovitteen suutinkiskon päähän. Valitettavasti ensimmäinen paineensäädin oli sen verran huonolaatuinen, että jouduin sen myöhemmin vaihtamaan toiseen vastaavanlaiseen. Paineensäätimessä oli sisäinen vuoto niin suurta, että käynnistäminen oli kylmällä moottorilla vaikeaa jo bensiiniä käytettäessä.



KUVA 4. Ensimmäinen paineensäädin asennustarvikkeineen

4.3 Suuttimet

Kolmas muutos oli suuttimien vaihto. Alkuperäiset suuttimet olivat kooltaan (virtaukseltaan) 450cc/min, joten niissä ei olisi ollut virittämisen kannalta paljon reserviä jäljellä. Uudet suuttimet ovat RC Engineeringin valmistamat ja virtauskyky on 660cc/min. Suuttimissa kapasiteetti bensiiniä käyttäen riittää noin 400 hv. Tällä hetkellä suuttimien koko riittää ja sallii pienen tehon noston, mutta oikeasti ne ovat vähän pienipuoleiset. Jos suuttimia hankkiessa olisin tiennyt muuttavani auton kulkemaan E85:llä, olisin hankkinut kerralla isommat ja varta vasten etanolipolttoaineelle suunnitellut. Ainoa kysymysmerkki on se, aiheuttaako pitempiaikainen E85:n käyttö suuttimissa korroosio- tai hapettumisvaurioita. Tähän mennessä suuttimien kanssa ei ole

ongelmia ollut, mutta ongelmat ilmenevät luultavasti pitemmän ajan kuluessa, jos ovat tullakseen. Suuttimet on tähän kyseiseen moottoriin suunnitellut, joten niiden asentaminen oli vaivatonta eikä erillisiä jatkoholkkeja tarvittu.



KUVA 5. Suutin ja valmistajan mittaustodistus

5 MOOTTORINOHJAUksen MUUTOKSET

Moottorinohjauksen muuttaminen oli tämän projektin tärkein ja vaikein osa. Ilman tätä muutosta ei olisi pystynyt esim. polttoainesuuttimia vaihtamaan tai bensanpainetta nostamaan sen haittaamatta moottorin toimintaa. Muutos vaati niin fyysisiä muutoksia kuin myös uudelleen ohjelmointia.

5.1 Yleisesti moottorinohjauksesta

Moottorinohjausyksikkö, tutummin ECU (engine control unit) tai voi myös tarkoittaa muutakin sähköistäohjausyksikköä (electronic control unit). Toinen tietämäni lyhenne on ECM (engine control module). Tässä tekstissä käytetään moottorinohjausyksiköstä kuitenkin termiä ECU, koska se on tutuin ja se yhdistetään usein moottorinohjaukseen.

Nykyaikaisten autojen (tietokone ohjaa moottorin toimintaa) virittäminen lähtee melkein aina moottorinohjauksen muuttamisesta, oli kyseessä sitten bensa- tai dieselmoottorinen auto. Pelkillä suuttimien tai turbon koon kasvattamisella ei tehoa saada lisää eikä autoa saada toimimaan kunnolla. Myös ECU on päivitettävä, koska se on ohjelmoitu toimimaan alkuperäisillä osilla. Päivitys/ohjelmointi tapahtuu kytkemällä tietokone sopivalla kaapelilla auton OBD-pistokkeeseen tai suoraan ECU:un. On autokohtaista, voiko auton alkuperäistä ECU:a ohjelmoida uudelleen vai ei. Paras ja helpoin tapa olisi, jos pystyisi hyödyntämään auton omaa ECU:a mahdollisimman paljon, koska tällöin ei tarvitsisi siihen tulevaa johdotusta ja antureita muuttaa. Toisinaan on mahdollista tehdä alkuperäinen ECU ohjelmoitavaksi muuttamalla ECU:n sisältöä vaihtamalla sinne suoraan mikroprosessorin tai EPROM-sirun tai lisäämällä pienen piirilevyn, joka sisältää nämä. Joihinkin tehokkaampiin urheiluautoihin on myös tehty ohjelmoitavia ECU:ja, jotka käyvät suoraan vanhan tilalle, mutta luonnollisesti nämä ovat paljon kalliimpia.

Jos autoon joudutaan kuitenkin laittamaan kokonaan uusi moottorinohjausyksikkö, on vaikein kohta juurikin antureiden ja johdotuksen yhdistäminen siihen. Ongelma on antureiden erilaisuus ja se, että vaikka ne mittaavat samaa asiaa esim. lämpötilaa, niin eri valmistajien anturit antavat samasta lämpötilasta aivan erilaisia sähköisiä arvoja, joita sitten ECU tulkitsee. Eli on tiedettävä, minkälaisia antureita uusi ECU voi käyttää. Johdotuksessa ongelma on taas se, että niitä johtoja on melko paljon ja niille pitäisi ainakin suurimmalle osalle löytää oikea paikka. Uudemmissa autoissa, joissa hyödynnetään väylätekniikkaa, uskoisin johtojen määrän vähentyneen, koska samassa johdossa voidaan siirtää tietoa useammasta eri kohteesta. Tässä projektin kohteena olevassa 90-luvulla valmistetussa autossa ei väylätekniikasta ole tietoa, vaan yhdessä

johdossa kulkee vain yhtä informaatiota. Näin ollen ECU:un menevien johtojen määrä on melkein sata.

5.2 Oma projekti

Auton hankittuani minulla ei alun perin ollut tarkoitus muuttaa moottorinohjausta merkittävästi. Kerran etsiessäni internetistä autoon korjausopasta löysin sattumalta kirjan, joka käsitteli moottorin 4G63T virittämistä ja sen nimi on *HOW TO BUILD Max-Performance MITSUBISHI 4G63T Engines*. Hankin tämän englanninkielisen kirjan ja pääsin tutustumaan yksityiskohtaisesti siihen, mitä moottorista ja sen apuvälineistä kannattaa tai pitää muuttaa, jos haluaa rakentaa siitä äärimmäisen tehokkaan. Kirjassa käsitellään kattavasti niin polttoainejärjestelmät, imu- ja pakosarjat, turbot, hukkaportit, nokka-akselit, sytytysjärjestelmät ja yms. Mutta kaikista tärkeimpänä aiheena ovat tämän projektin kannalta erilaiset tavat muokata moottorinohjausta. /15./

Yksinkertaisimmillaan moottorinohjauksen muuttaminen perustuu vain ECU:n huijaamiseen antamalla sille väärää informaatiota. Tähän tarkoitukseen kirjassa esitellään erilaisia tietokoneyksiköitä (Eng. piggybacks), jotka kytetään ECU:n ja moottorin väliin. Pääasiassa niiden avulla lisätään polttoaineen syöttöä, mikä mahdollistaa taas suuremman ahtopaineen käyttämisen. Näiden johtojen väliin tulevien tietokoneyksiköiden huonona puolena on säätöjen rajallisuus tai kokonaan puuttuminen, mikä aiheuttaa taas sen, että auto on hyvä käyttää joillakin kierrosalueilla ja toisilla taas ei. Vaikka nämä yksiköt ovat kohtalaisen edullisia, ei niitä silti voi verrata siihen, että käytössä olisi kokonaan säädettävä moottorinohjausyksikkö. /15, s.95./

Kirjassa muita vaihtoehtoja moottorinohjauksen muuttamiseksi on vaihtaa alkuperäinen ECU täysin ohjelmoitavaan malliin. Tällainen AEM:n valmistama suoraan paikalleen sopiva ECU maksaa noin 1300 €, joten se on kohtalaisen kallis. Toinen vaihtoehto on rakentaa se itse esim. Megasquirtin avulla. Rakennussarjana tuleva Megasquirt ei ole kallis, mutta siinä ei ole mitään valmiina. Vie paljon aikaa, ennen kuin sen on rakentanut, löytänyt siihen sopivat anturit ja vielä ohjelmoinut sen kunnolla, joten tämäkin vaihtoehto jäi työmääränsä takia omalta kohdalta pois. Viimeisenä vaihtoehtona on alkuperäisen ECU:n muokkaaminen uudelleen ohjelmoitavaksi, ja tämä oli

paras vaihtoehto niin hinta/laatusuhteeltaan kuin asennuksen ja käytön kannalta. /15, s.99./

Helppous ECU:n yhteensopivuudessa autoon oli tärkein syy, miksi päädyin uudelleen ohjelmoinnin kannalle. Alkuperäistä ei pystynyt ohjelmoimaan uudelleen tietokoneella, joten se vaati pieniä muutoksia. Nykyinen ECU on ulospäin samanlainen, ja sisältäkin kaikki on samanlaista lukuun ottamatta yhtä EPROM-sirua. Tämä yksi pieni osa tekee mahdolliseksi muuttaa oikeastaan kaikkea moottorin sähköiseen ohjaukseen liittyvää.

Seuraava vaihe oli osien hankkiminen. Näitä osia ei juuri Euroopasta löydy, joten oli etsittävä sieltä, missä näitä autojakin on paljon eli Yhdysvalloista. Internetistä löytyy kyllä halpoja EPROM-siruja, joilla on mahdollista virittää autoa, mutta niiden ongelma on se, että niitä ei voi uudelleen ohjelmoida, vaan ne on mitoitettu joillekin tietyille suuttimille ja ahtopaineille. Edellä mainitussa kirjassa kerrotaan ECM Link EPROM-sirusta, joka on ECM Tuningin valmistama. ECM Tuning on erikoistunut 90-luvun ahdettujen bensiinikäyttöisten Mitsubishien moottorinohjaukseen. Joten menin kyseisen firman internetsivuille, ja sieltä pystyi verkkokaupasta tilaamaan valmiin asennussarjan. Sarja sisälsi ohjelmitavan EPROM-sirun, OBD/USB -tietokonekaapelin ja ohjeet CD-levyllä. Hintaa sarjalla oli 545 \$. Ohjelma, jolla ECU ohjelmoidaan, on ECM Link. Se on ilmainen, ja sen voi kuka tahansa ladata itselleen osoitteesta www.ecmtuning.com.

Kyseisestä paikasta ei voi tilata erikseen OBD/USB-kaapelia, jos ei ole aiemmin tilannut sieltä koko sarjaa. Tällä tavoin he haluavat ehkäistä käyttämästä muiden pienempien valmistajien halvempia ohjelmitavia EPROM-siruja. Eli oikeasti kallein osa sarjassa on tuo kaapeli, koska siinä on oltava tietyt ominaisuudet, jotta sitä voi käyttää ohjelmointiin. Internetistä löytää muutamalla kymppillä ohjelmitavia EPROM-siruja, mutta niihin ei yleensä tule mukaan kaapelia. Jos sen haluaa ohjelmoida, tarvitsee tietokoneeseen kytkettävän EPROM-sirun ohjelmointityökalun, mikä vaatii aina sirun irrottamisen ECU:sta tai sitten ECM Tuningin valmistaman OBD/USB-kaapelin.

5.2.1 ECU:n irrottaminen ja avaaminen

Tämä Mitsubishiin valmistama moottorinohjausyksikkö on peltikotelossa, ja se sijaitsee auton sisällä kojelaudan alla. ECU:un pääsee varsin helposti käsiksi, kun vain ensin ottaa kuljettajan ja varakuskin puoleiset jalkatilan muovit irti. Tämän jälkeen pääsee irrottamaan ECU:n kiinnityspultteja, joita on kaikkiaan kolme. Johtosarja tulee neljällä erikokoisella liittimellä kiinni siihen, ja kun nämä liittimet on otettu irti, ECU:n saa vedettyä kuljettajan puolelta pois. Kun vielä avaa neljä ruuvia ECU:n kahdelta sivulta, saa kannen nostettua pois ja sen alta paljastuu seuraavanlainen näkymä (kuva 6).



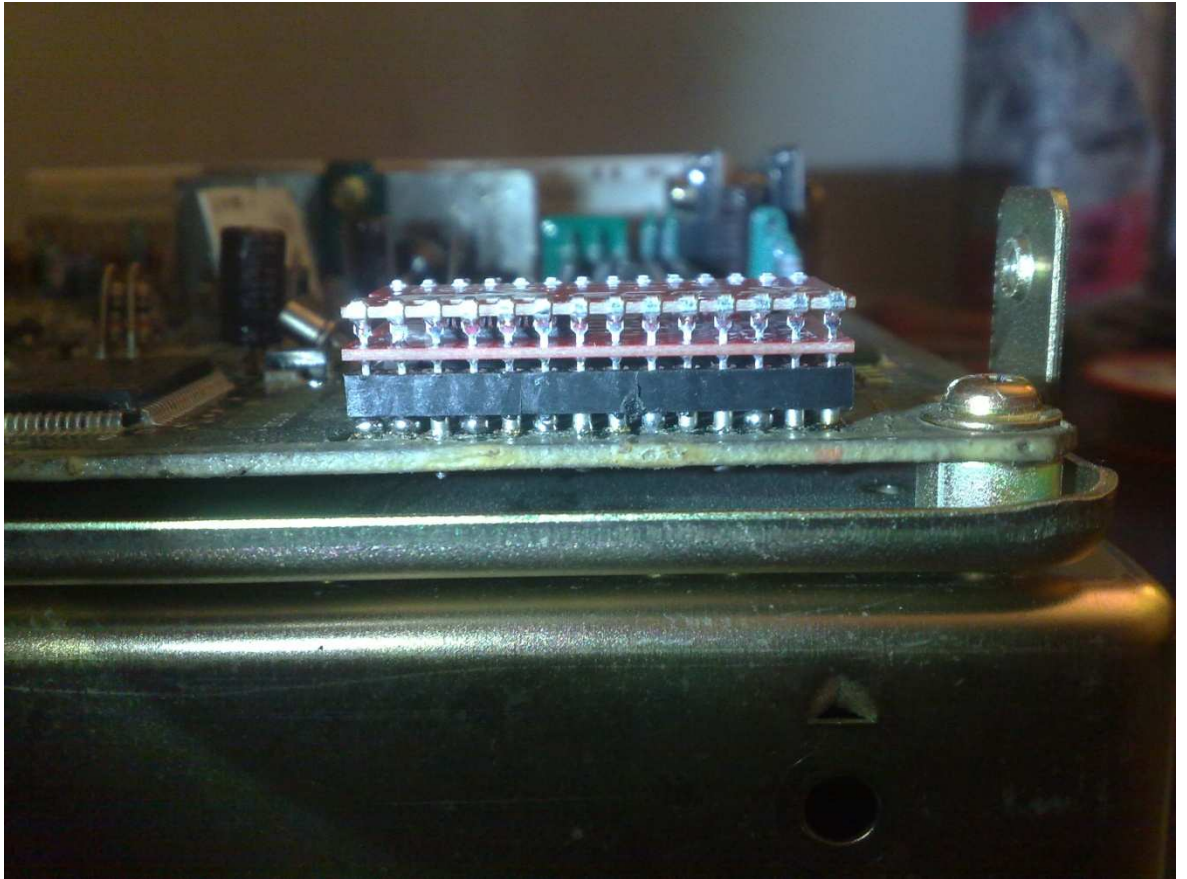
KUVA 6. ECU avattuna ja piirilevyn kiinnitysruuvit irrotettuina. EPROM-siru sijaitsee kuvassa oikeassa alareunassa (päällä teksti EB23C).

5.2.2 EPROM-sirun vaihto

Seuraavana työvaiheena oli vanhan EPROM-sirun irrottaminen. Siru oli tinattu suoraan piirilevyyn, joten sen kaikki 28 jalkaa piti saada ensin irti. Ennen vanhan tinan

poistoa puhdistin piirilevyn pinnasta pois suojalakan asetonin ja vanhan hammasharjan avulla. Kapeakärkisen kolvin ja tinaimurin kanssa tinaa sai melko hyvin pois. Sirun lopullinen irrottaminen tapahtui pienellä ruuvimeisselillä ja kolvilla, koska aivan kaikkea tinaa ei saanut pois tinaimurilla. Kolvilla piti vielä kuumentaa näitä jalkoja, jotka olivat vielä kiinni ja samaan aikaan oli varovasti kammettava sirua irti piirilevyssä ruuvimeisselillä. Tarkkuutta lisäsi se, että piirilevyssä on molemmilla puolilla sirulle kontaktipinnat, jotka piti säilyä ehjinä, jotta uudelleentinaus onnistuisi. Vanha siru säilyi vielä kunnollisena, kun irrotuksen jälkeen sen vääntyneet jalat oikoi.

Ennen uuden sirun asentamista puhdistin vielä piirilevyn asetonilla uudelleen, jotta tinaus onnistuisi mahdollisimman hyvin. Uusi siru ei tullut suoraan kiinni piirilevyyn vaan väliin tuli kantaosa, johon EPROM-siru painetaan mahdollistaen tarvittaessa helpomman vaihdon ilman kolvia. Kantaosan tinaamisessakin piti olla tarkkana, että tinaa olisi piirilevyn kummallakin puolella, mutta ei niin paljon, että se yhdistäisi vierekkäisiä jalkoja toisiinsa. Tinaus tapahtui piirilevyn ollessa ylösalaisin, joten jos tinaa laittoi liikaa, se valui piirilevyn läpi ja muodosti pallon kantaosan alle piirilevyn toiselle puolelle. Alla olevassa kuvassa 7 tämä on nähtävissä, ettei tinaus onnistunut aivan täydellisesti, mutta koska se ei vaikuttanut toimintaan, niin en sitä ruvennut tekemään uudestaan.



KUVA 7. Kantaosa ja uusi ohjelmoinnin mahdollistava EPROM-siru

Uusi siru on erilainen verrattuna vanhaan, ja se muodostuu kahdesta pienestä päällekkäisestä piirilevystä ja sen sisällä oleva pieni mikroprosessorikin on mahdollista nähdä sivusta katsottaessa. ECU:n kotelon sisällä on hyvin tilaa, joten ei haittaa, vaikka uusi siru nousee kantaosan takia vanhaa ylemmäksi.



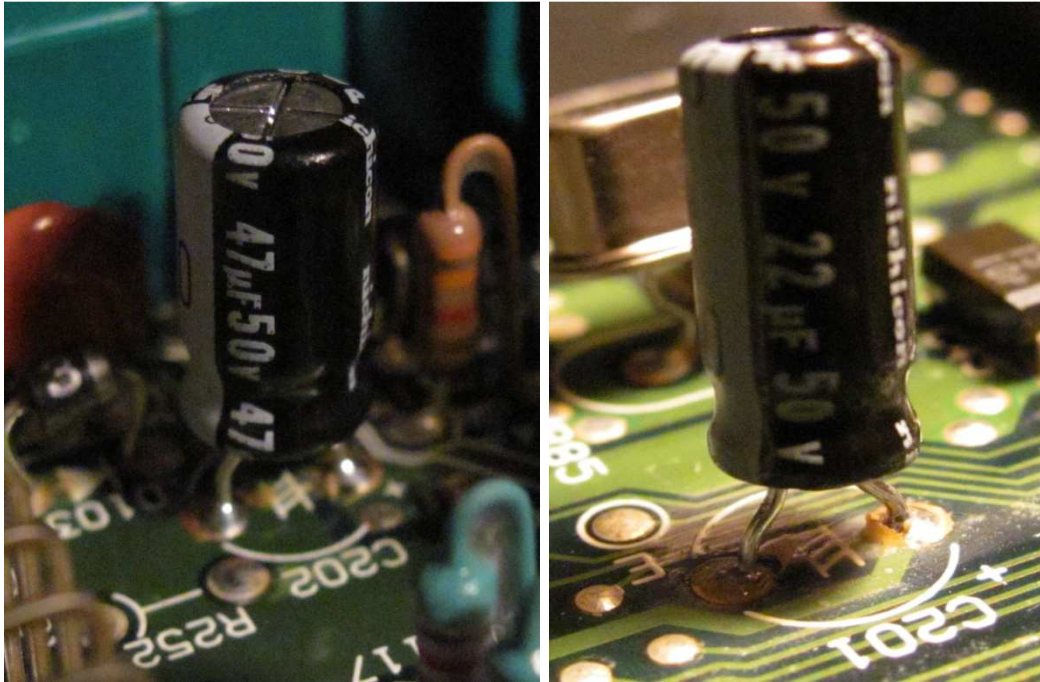
KUVA 8. Uusi EPROM-siru paikallaan

5.2.3 Kondensaattorien vaihto

Koska piirilevy oli irti, tuli siihen samalla vaihdettua uudet elektrolyyttikondensaattorit, koska ne olivat jo kuitenkin yli 15 vuotta vanhat. Vialliset kondensaattorit aiheuttavat moottorinohjaukseen erilaisia toimintahäiriöitä, mikä taas vaikuttaa suoraan moottorin toimintaan. Elektrolyyttikondensaattorit eivät ole ikuisia, vaan ne saattavat ajan myötä kuivua tai vuotaa sisältämänsä elektrolyytin pois. Elektrolyytti aiheuttaa piirilevyyn hapettumia ja kontaktipintojen tuhoutumista. Pahimmassa tapauksessa koko piirilevy voi olla käyttökelvoton, jos kontaktipinnat ovat menneet huonoksi suurelta alalta.

Tämä ongelma on pääsääntöisesti liittynyt ensimmäisen sukupolven DSM autoihin eli 1990 - 1994 valmistettuihin. Omassa autossa ei tämä ollut vielä ongelma, mutta ajattelin kuitenkin ne vaihtaa, kun vaihtotyö oli nyt samalla helppo tehdä ja kondensaattorit olivat valmiina. Kaikkiaan elektrolyyttikondensaattoreita on neljä kappaletta, ja ne ovat aivan peruselektroniikan osia, joten alkuperäisiä vastaavat oli helppo hankkia.

Työmäärältään kondensaattorien vaihto oli aika pieniä verrattuna EPROM-sirun vaihtoon, ja siihen käytetyt työkalut olivat samat eli kolvi ja tinaimuri. /13./



KUVA 9. Kaksi vaihdetuista elektrolyyttikondensaattoreista

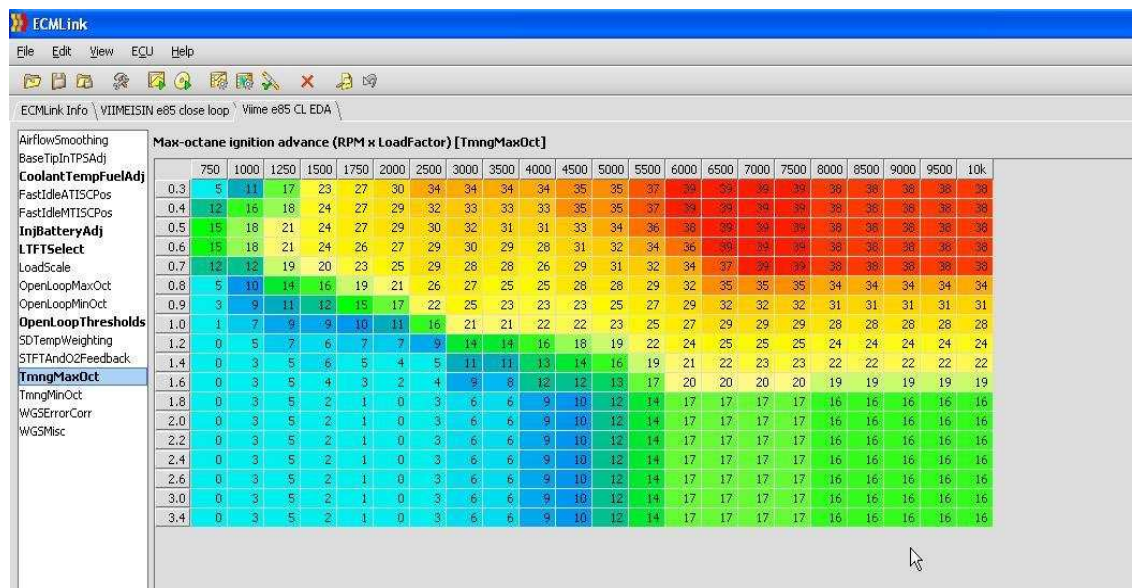
5.2.4 ECU:n ohjelmointi ECMLink:llä

Uuden EPROM-sirun vaihdon jälkeen ECU oli heti valmis käytettäväksi ilman tietokone ohjelmointi, sillä siihen oli asetettu pohjaksi samat vakioasetukset kuin oli alkuperäisessäkin EPROM-sirussa. Ensimmäisen kerran varsinaista ohjelmointia tarvitsi suuttimien vaihdon yhteydessä, kun ECU:lle piti kertoa uusien suuttimen koko. Toinen merkittävä muutos oli tehtävä, kun vaihdoin polttoaineen 98E5:sta E85:seen, jotta ECU lisäisi polttoaineen syöttöä n. 30 %.

ECMLink-ohjelmalla pystyy muuttamaan melko rajattomasti muuttamaan polttoaineen syöttöä ja sytytysennakoita. Se näyttää kaksi eri seossuhdekarttaa korkean ja matala oktaanisen polttoaineen mukaan. Sama pätee myös sytytysennakkokarttaan. Muita mahdollisia säätökohteita on mm. kierrostenrajoittimen arvon säätäminen. Ohjelman avulla voi myös lukea auton vikakoodit ja tarvittaessa ne voi kytkeä pois päältä, jolloin auto ei niistä enää herjaa. Lisäksi ohjelmalla voi tehdä reaaliaikaista tiedonkeräystä kaikista auton antureista.

ECMLink on selkeä käyttää, kunhan ensin vain oppii ymmärtämään siinä käytetyt nimitykset ja lyhenteet. Ei sitä nopeasti opi, mutta pari kertaa, kun epäselvät kohdat on selvittänyt itselleen, alkaa ymmärtää, miten monipuolisesti sitä voi hyödyntää. Siinä on onneksi hyvä ohjeistus, ja internetistä löytyy lisää tietoa, joten ei sen kanssa ongelmiin joudu, jos vain ymmärtää englantia.

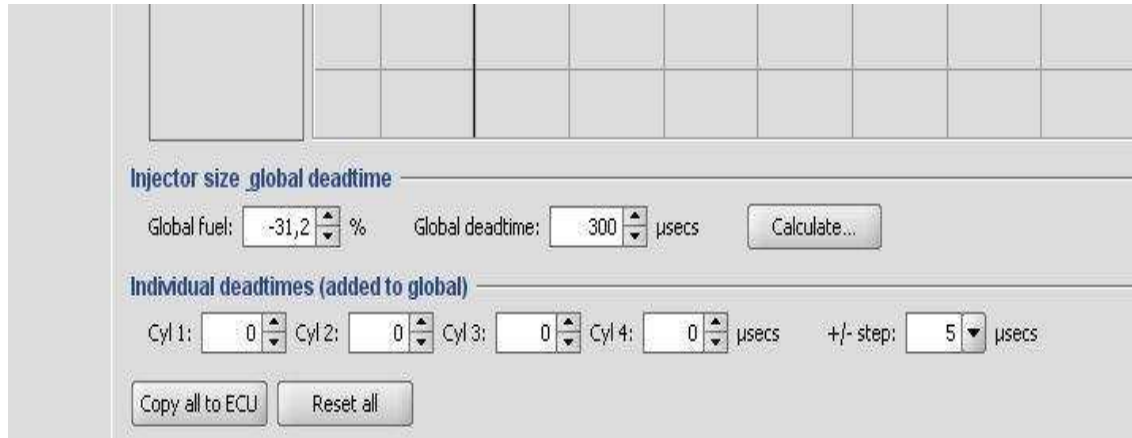
ECU:a varten voi tehdä mieleisen ohjelman valmiiksi tietokoneella ja käydä erikseen sen tallentamassa sinne, kun haluaa. Ohjelmointi tapahtui kytkemällä kannettavatietokone USB-kaapelilla auton OBD-pistokkeeseen. Osan muutoksista voi tehdä auton ollessa käynnissä, kuten esim. moottorintyhjäkäyntikierrosten säätäminen. Tärkeämmät muutokset, kuten sytytysennakon muutokset, vaativat moottorin sammuttamisen, mutta virrat on kuitenkin oltava päällä.



KUVA 10. ECMLink ja sytytysennakkokartta

Seuraavassa kuvassa on osa ECU:lle tehdystä ohjelmasta, jossa on ollut uudet suuttimet ensimmäistä kertaa käytössä. Kuvassa näkyvän Global fuel -tekstin vieressä oleva arvo -31,2 % kertoo, kuinka paljon suuttimien aukioloaika on jouduttu vähentämään isompien suuttimien takia. Arvo on saatu jakamalla vanhojen suuttimien virtauskykyarvo uusien suuttimien arvolla, minkä jälkeen se on vähennetty ykkösestä. Eli $1 - (450/660) = 0,312$. Arvo on miinuksella, koska aukioloaika vähennetään. Tämä muutos oli tehty silloin, kun auto kulki vielä bensiinillä. Kun polttoaineeksi tuli E85, niin

tämä sama arvo oli nostettava takaisin noltaan, koska kulutus kasvoi lähestulkoon saman verran. Muuten polttoainelaadunvaihto ei edellyttänyt suurempia ohjelmointimuutoksia.



KUVA 11. ECMLink ja uudet suuttimet

5.3 Seossuhdemittari

Moottorin seossuhteen tarkkailua varten autoon tuli asennettua PLX DM-6 - laajakaistaseossuhdemittari. Mittari oli projektissa tärkeä apuväline, koska sen kautta näki moottorin ilma/polttoaineseoksen etenkin säätöjä muokatessa. Kojelautaan asennettu näyttö kertoo numeroin ja värein vallitsevan seossuhteen. Lambda-anturille piti tehdä pakoputkeen oma paikka, josta se pystyi mittaamaan pakokaasujen jäännöshappimäärää.

Pakoputkeen tuli porattua reikä n. 30 cm pakosarjalta alaspäin, ja tämän reiän kohdalle hitsattiin mutteri, jossa oli sopivat kierteet anturille. Muuten mittarin asentaminen oli lähinnä johtojen kytkemistä paikalleen.

Moottorinohjaukseen mittari on helposti kytkettävissä, kun muuttaa vain ECU:lle auton alkuperäisestä kapeakaista-lambda-anturista lähtevän signaalin tulemaan laajakaista seossuhdemittarin ohjausboxista. Käytännössä tällä ei ole auton toimintaan merkitystä kummasta signaali tulee, koska ECU ei voi hyödyntää laajakaistan 0-5V –mittausaluetta, vaan se toimii 0-1V mittausalueella. Tämän vuoksi laajakaista-anturilta tuleva tieto muutetaan ohjausboxissa kapeakaista vastaavaksi signaaliksi. Autossa on tällä hetkellä kolme lambda-anturia, joista kaksi on auton omia kapeakaista-antureita

ja yksi sitten on tämä seossuhdemittarin anturi. Olisi mahdollistaa poistaa tämä auton etummainen oma anturi tarpeettomana, jos signaali otetaan seossuhdemittarin kautta.

6 KYLMÄKÄYNNISTYKSEN KEHITTÄMINEN

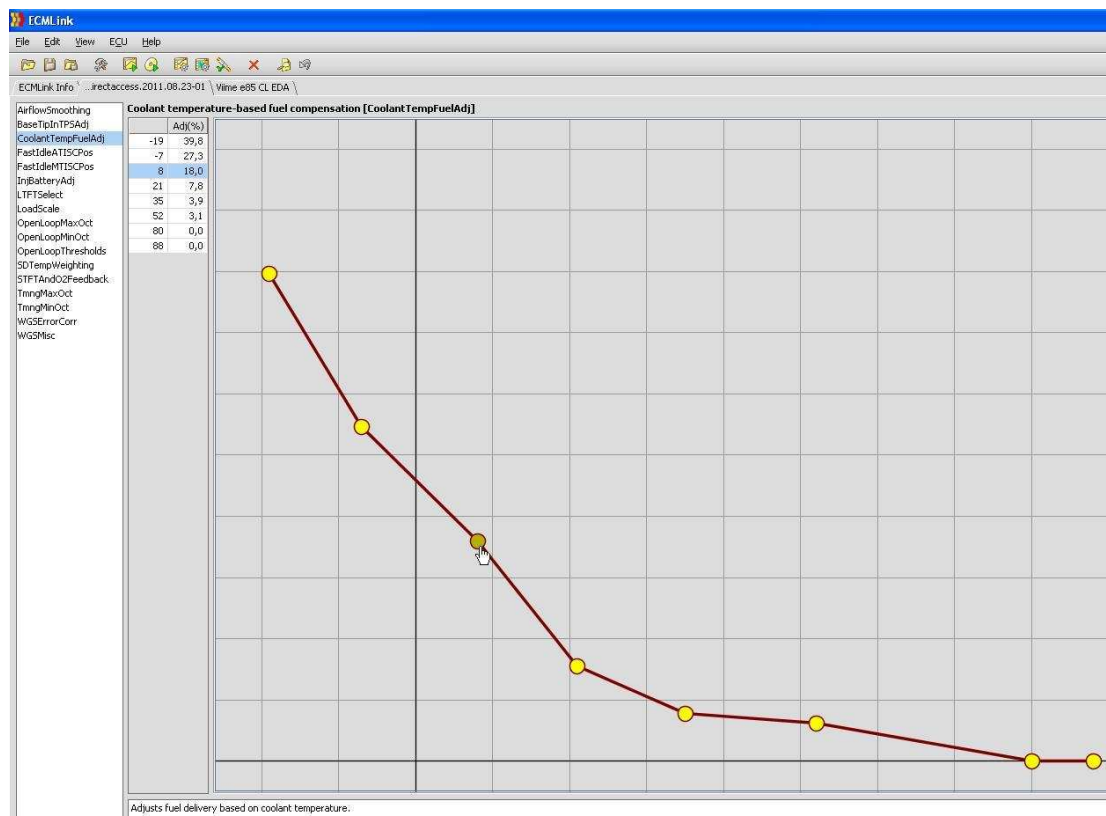
Tämän osa-alueen arvelin jo ennen polttoainelaadunvaihtamista tulevan tässä projektissa suurimmaksi ongelmaksi, ja niinhän siinä myös kävi. Tämä kyseinen moottori ei ehkä lähtökohtaisesti ole paras mahdollinen tähän muutokseen, sillä sen puristussuhde on vain 8,5:1, mikä on nykypäivän moottoreihin verrattuna matala. Nykypäivän ahtamattomissa autoissa arvo vaihtelee pääsääntöisesti 10:1 ja 12:1 välillä. Tosin juuri tämä moottori on ahdettu, mistä johtuu matala puristussuhde. Ahtamattomana versio-
na tässä moottorissa olisi puristussuhde 10:1. Puristussuhteen merkitys on suuri käynnistyksen yhteydessä, koska mitä suurempi puristussuhde on, sitä enemmän ilma puristuu kasaan ja lämpenee.

Etanolin jäädyttäessä tehokkaammin palotilaa ja sisältäen vähemmän helposti höyrystyviä osia kuin bensiinissä tekevät siitä huonomman polttoaineen kylmäkäynnistyksen kannalta. Oman auton kohdalla tämän huomasi selvästi, sillä aikaisemmin auton sai käyntiin ilman ongelmia kovastakin pakkasesta ilman lämmitystä bensiiniä käytettäessä, mutta nyt 10 asteen lämpötilastakaan auto ei jäänyt ensimmäisellä starttauksella käyntiin. En ajanut E85:llä talviaikana, mutta olen varma, että ongelma vain pahenisi silloin. Ympärivuotisen E85:n käytön voi tämän moottorin kohdalla unohtaa, jos ei pysty käyttämään lohkolämmitintä tarpeen mukaan.

6.1 Mahdolliset syyt huonoon käynnistymiseen

Matalan puristussuhteen lisäksi syynä voi olla moottorin kuluneisuus, mutta moottorilla on ajettu vain 160 tkm, joten ei sen vielä pitäisi niin väljä olla, jos siihen on vain öljyt vaihdettu ajallaan. Huoltohistoriasta ei tosin ole mitään varmuutta, ennen kuin auto tuli minulle, jolloin siinä oli mittarissa n. 130 tkm. Puristuspainemittauksella voisi moottorin kunnan todeta, jolloin myös näkisi, ovatko kaikki sylinterit samassa kunnossa.

Merkittävämpänä syynä pidän ECMLinkin rajallista mahdollisuutta säätää kylmäkäynnistysrikastusta. Ohjelmassa on mahdollista muokata rikastusta moottorin lämpötilan mukaan, mutta maksimilisäys ruiskutukseen on 50 % verrattuna moottorin normaali käyntilämpötilaan, joka on 80 – 100 °C. Tämä tarkoittaa bensiiniä käytettäessä sitä, että jo nolalämpötilassa rikastuksen suuruus on n. 23 % ja -19 °C lisäys on 40 %. Joten nämä arvot säätövarat ole mitenkään riittävät, kun yrittää käyttää E85. Alla on kuva auton alkuperäisestä rikastuskaaviosta.



KUVA 12. Polttoaineen ruiskutuksen lisäys prosentteina lämpötilan funktiona

6.2 Ratkaisuvaihtoehtoja

Pääongelmahan on se, että polttoaine ei kuumene tarpeeksi käynnistyksen aikana, jotta siinä olevat helposti syttyvät osat höyrystyisivät ja syttyisivät palamaan. Tämä ongelma on selätettävä, kävi moottori sitten etanolilla, bensiinillä tai dieselillä. Vaikka diesel- ja ottomoottori toimivatkin eri tavalla, on niissä kummassakin käytetty aikojen saatossa samankaltaisia, mutta myöskin aivan erilaisia tapoja saada moottori käyntiin kylmällä säällä. Pääsääntöisesti on kolme tapaa parantaa kylmäkäynnistystä: kuumentaa moottorissa olevaa tai sinne imettävää ilmaa, kuumentaa polttoainetta tai lisätä

polttoaineen syöttöä niin paljon, että polttoaineen sisältämien helposti syttyvien osien määrä on tarpeeksi suuri. Tietysti näitä ongelmia voidaan välttää käyttämällä sähköistä lohkolämmitintä tai polttoainekäyttöistä moottorinlisälämmitintä, mutta koska autot on valmistettu tehtaalla ilman niitä, niin en käy niitä tässä sen enempää läpi.

Dieselmootoreissa on käytetty monipuolisemmin eri tapoja kuin ottomootoreissa. Käytössä on ollut mm. imusarjahekkulppa, joka toimii pelkällä sähköllä tai polttoaineella, joka sytytetään sähköllä. Hehkutulpan tehtävä on kuumentaa sen ympärillä oleva ilma. Yksinkertaisimmillaan on käytetty niin sanottua pakkosyöttöä, eli polttoainetta pumpataan sylinteriin käynnistyksen yhteydessä merkittävästi enemmän. Lisäksi on ollut myös erilaisia lämmitettäviä polttoainelinjastoja sekä käynnistyksen yhteydessä moottoriin helposti syttyvää kaasua syöttäviä järjestelmiä. Nykyään on käytössä sylinterikanteen sijoitettu hehkutulppa, jonka kärki on palotilassa. Tämä on paljon nopeampi toimimaan kuin vanhat imusarjassa olevat hehkutulpat eikä käynnistyksen yhteydessä tarvitse odottaa montaa sekuntia, kun hehkutus on suoritettu.

Ottomootoreissa yleensä riittää pelkkä polttoaineen syötön lisääminen. Vanhoissa kaasutinautoissa olikin ns. ryyppykahva, jonka tehtävä oli lisätä moottoriin menevän bensiinin määrää kylmäkäynnistyksen yhteydessä. Nykyään ei auton käynnistäminen tarvitse ylimääräisiä toimenpiteitä, sillä ECU säätelee polttoaineen määrän lämpötilan mukaan.

Nyt markkinoille on tulossa sähköllä lämmitettäviä polttoainesuuttimia, jotka on suunniteltu etanolipohjaisille polttoaineille. Ensimmäisenä näitä suuttimia on tuonut julki autoelektroniikkatuotteita valmistava Delphi. Nämä suuttimet on suunniteltu käytettäväksi etenkin 100 % etanolin kanssa, koska siinä ei ole apuna mitään käynnistystä helpottavia bensiinin osia. Puhdas etanoli on vielä paljon huonommin syttyvää kuin E85. Ainakin Delphin internettisivujen mukaan alle 18 °C puhdas etanoli tarvitsee lisäksi bensiiniä avuksi käynnistyksen yhteydessä, jos käytössä ei ole lämmitettäviä polttoainesuuttimia. Suuttimet tarvitsevat lisäksi oman ohjausyksikön, jonka tehtävä on ohjata lämmitystä oikeaan aikaan. Suuttimia pitäisi tulla markkinoille vuoden 2014 aikana, jolloin niitä pitäisi löytyä uusista tehdasvalmisteisista etanoli/Flexifuel-autoista. Tavalliselle autoharrastajalle nämä tulevat saataville ehkä hiukan myöhem-

min ja arvelen hinnaltaan niiden olevan sen verran kalliita, että kannattaa auton kylmäkäynnistystä kehittää jollain halvemmallalla tavalla. /6./

Etanoliautoilua harrastavat ovat pääsääntöisesti niitä, jotka ovat itse muokanneet autonsa toimimaan sillä. Tämä kylmäkäynnistysongelma on ollut tiedossa jo Henry Fordin ajoista lähtien, ja siihen on yritetty aikaa myöten kehitellä monenlaisia ratkaisuja ja varsinkin alan harrastajat ovat niitä monipuolisesti kehitelleet. Koska Etelä- ja Pohjois-Amerikassa etanolin käyttämisellä on pidemmät perinteet, on sieltä enemmän kokemusta näistä asioista. Brasilia on lämmin maa, joten siellä voi käyttää helposti puhdasta etanolia polttoaineena eikä käynnistäminen ole niin suuri ongelma. Lämpötilan tulisi moottorissa olla vähintään 20 °C tienoilla, jotta käynnistymiselle olisi edellytykset. Näin ollen kylmemmillä alueilla asuttaessa on ollut syytä kehitellä muita vaihtoehtoja. Internetistä hakemalla voi löytää harrastajien rakentamia kuin myös asiaan vihkiytyneiden yritysten tuotteita. Näitä ovat mm. nestelämmitteinen polttoainelinjasto /10 /., lämmitettävä suutinkisko, imusarjaan sijoitettu vastuslanka/hehikutulppa, liisäsuutin bensiiniavusteiselle käynnistykselle yms.

Kaksipolttoainejärjestelmä olisi tavallaan paras, jolloin auton voisi käynnistää bensiinillä ja vaihtaa polttoainelaadun moottorin lämmitettyä E85/etanoliin. Tämä järjestelmä perustuu siihen, että käynnistyspolttoaineella olisi oma erillinen tankki ja ajopolttoaineella olisi käytössä varsinainen tankki. Idea tästä on tuttu Suomestakin menneiltä vuosikymmeniltä, jolloin oli mahdollista käyttää petroolia polttoaineena. 1950-luvulle asti traktoreissa oli pääsääntöisesti ottomoottorit, ennen kuin dieselmootorit syrjäyttivät ne. Uudessakaupungissakin valmistettiin vielä 1970-luvun lopussa mm. Saab 99 Petro -mallia, jossa oli kaksipolttoainejärjestelmä. Syy käyttöön oli petrolin merkittävästi halvempi hinta, mutta petrolin verotusta nostettiin myöhemmin, minkä takia hinta etu menetettiin ja autojen valmistus loppui. Petroli on tislaustuotteena bensiinin ja dieselin väliltä, eli se on bensiiniä raskaampaa, mutta dieseliä kevyempää. Sen oktaaniluku on pienempi ja kylmäkäynnistysominaisuudet ovat bensiiniä huonommat, joten bensiiniä käytettiin moottorin käynnistämiseen. Petroolia käytettäessä moottorin teho oli pienempi, koska moottorin puristussuhde oli oltava matala. /3; 18./

6.3 Starttipilotti

Aikani yritettyäni ECU:n ja ECMLinkin säätöjen kanssa, totesin sen olevan turhaa, koska en saanut lisättyä rikastusta kylmäkäynnistyksen yhteydessä mieleiselleni tasolle. Olisi ollut mahdollista vielä huijata ECU:a syöttämään enemmän polttoainetta käynnistyksen aikana nostamalla syöttöpainetta ja muuttamalla suuttimen arvot todellisuutta pienemmäksi, mutta tällöin olisin joutunut muuttamaan paljon muitakin arvoja, minkä jälkeen mikään arvo ei olisi vastannut todellisuutta.

Yksi vaihtoehto olisi ollut sekoittaa oma seos, mikä olisi sisältänyt vaikka 50/50 -suhteessa bensiiniä ja etanolia. Tämä seos olisi varmasti toiminut paljon paremmin, mutta en pitänyt järkevänä alkaa sekoittaa sitä itse, vaan auton on toimittava niillä laaduilla, joita on myytävänä.

Pyrin ratkaisuun, joka olisi helppo toteuttaa ilman merkittäviä moottoriin tai autoon tehtäviä muutoksia tai pitkää odotusaikaa käynnistyksen yhteydessä. Lopputuloksena oli omavalmiste, kiinteä starttipilottijärjestelmä. Toiminta perustuu moottoriin suihkuttettavaan herkästi palavaan kaasuun, yleensä eetteriin, joka saa moottorin käynnistymään. Idea ei ole uusi, vaan sitä on käytetty aiemmin etenkin isommissa dieselmootto-reissa kuorma-autoissa ja työkoneissa. Nimi on lainattu erään käynnistyssumutteen nimestä, joka oli Start Pilot.

Järjestelmä toimii pienellä 200 ml käynnistyspraypullolla, koska normaali 400 ml pullo ei olisi moottoritilaan tilanpuutteen takia mahtunut. Pullolle on oma kiinteä teline, johon pullon vaihto käy helposti. Järjestelmän sähköpuoli koostuu neljästä osasta: pullon venttiiliä painavasta solenoidista, imusarjaan kaasua ohjaavasta 3-tieventtiilistä, näitä kumpaakin ohjaavasta releestä ja järjestelmän ohjaukseen käytystä kojelautaan sijoitetusta katkaisijasta.

Spraypullolta lähtee ohut muoviputki 3-tieventtiilille, joka on kytketty imusarjalta polttoaineenpaineensäätimelle menevän letkun väliin. Venttiilin ollessa kytketty päälle se katkaisee yhteyden imusarjasta paineensäätimeen ja yhdistää spraypullosta tulevan putken imusarjaan. 3-tieventtiili toimii samaan aikaan kuin spraypullon venttiiliä painava solenoidi. Tarkoituksena oli tehdä järjestelmän toiminnasta porrastettu eli 3-

tieventtiilin toiminta-aika olisi hiukan pidempi kuin solenoidin, jolloin ei jäisi painetta spraypullon ja 3-tieventtiilin väliseen putkeen. Mutta sillä ei ollut toiminnan kannalta merkitystä, joten en siihen sen hienompaa ohjausta kehitellyt.

Järjestelmän käyttö on yksinkertaista. Ennen starttausta painetaan kojelaudassa oleva katkaisija alas vajaaksi sekunniksi ja sen jälkeen starttataan. Jos moottori ei jää käyntiin ensimmäisen yrityksen jälkeen, kokeillaan uudestaan. Jos nappia pitää alhaalla liian kauan, niin eetterin määrä suhteessa ilmaan kasvaa liian suureksi imusarjassa, jolloin moottoria joutuu starttaamaan hiukan pidempään, ennen kuin se käynnistyy. Yksi pullo kesti noin kaksi kuukautta, joten sitä ei tarvinnut vähän väliä vaihtaa. Uusi pullo maksaa noin 4€, ja sen voi esim. autotarvikketa myyvästä tavaratalosta.



KUVA 13. Starttipilottijärjestelmän osat. Vasemmalla laidalla on teline ja solenoidi, keskellä on 3-tieventtiili ja oikealla on rele ja virtajohdot.

7 YHTEENVETO

Polttoaine pysyi koko testin aikana samana, vaikka alun perin oli tarkoitus tehdä tästä autosta Flexifuel, mutta lopullisten säätöjen hakeminen kesti pelkällä E85:llä niin kauan, että oli parempi hylätä se idea. Yritin saada luotua moottorinohjausyksikköön sellaiset asetukset, jotta polttoainelaadun olisi pystynyt valitsemaan katkaisijasta aina tarvittaessa ilman tietokoneen mukana kuljettamista. Tämä kuitenkin osoittautui lähes mahdottomaksi, koska auto olisi toiminut hyvin vain toisella polttoainelaadulla ja toisella taas vain välttävästi. Syynä olivat moottorinohjauksen ja ohjelmointiin tarkoitettujen ohjelman vajavaiset säätömahdollisuudet, koska ei ollut mahdollista ohjata polttoainelaatua tasavertaisesti.

Näin jälkepäin mietittynä olisi ollut mielenkiintoista mitata vielä muutakin kuin pelkkää kulutusta ja käyttökokemusta, kuten esim. tehomuutosta. Tämä olisi tietysti vaatinut auton käyttämisen tehodynamometrissä, jotta olisi saanut tarkat tiedot polttoainevaihdon vaikutuksesta moottorin tehoihin eri kuormituksilla. Normaalin maantiejon perusteella voi sanoa, että moottorin ominaisuudet eivät juuri muuttuneet suuntaan taikka toiseen, ja jos en olisi ollut tietoinen, että tankissa on E85:sta, en olisi varmaan huomannut mitään eroa.

Autolla tuli ajettua testin aikana n. 3500 km E85:tä käyttäen. Testi kesti maaliskuun lopusta lokakuun puoleen väliin, mutta varsinaisina kesäkuukausina auton mittariin ei montaa sataa kilometriä kerinnyt tulemaan. Ulkolämpötilan vaihtelu oli testin aikana -5 – 25 °C.

7.1 Laskelmat

Seuraavassa taulukossa 3 on listattu hinnat projektin toteuttamisen kannalta merkittävimmistä osista. Taulukossa ei ole mukana starttipilottijärjestelmää, jonka hinnaksi arvioisin tarvikkeiden osalta 60 €, eikä myöskään testin aikana polttoaineen seassa käyttämäni RED LINE SI-Alcohol -lisäainetta, jota käytin varmistaakseni polttoainelinjaston ja suuttimien paremman voitelun ja korroosiokestävyyden. Kaikkiaan ainetta

kului kaksi pulloa ja pullon yksikköhinta on 16,5 € ja kokonaiskustannus näin ollen 33 €.

TAULUKKO 3. Hintataulukko

Tuote	Hinta toimituskuluineen €	Ostopaikka
PLX DM-6 –seossuhde-mittari	200	Futurez.fi
Walbro 255 lph –poltto-ainepumppu	125	Futurez.fi
Polttoaineenpaineensäädin	103	Hestec.fi
RC Engineering 660 cc/min -suuttimet	291	Ebay.com
ECMLink-sarja	425	Ecmtuning.com
Yhteensä	1144	

Auton keskipulutus 98E5 -bensinillä oli 10,6 l/100 km ja kustannus 100 kilometrille oli 10,6 l/100 km * 1,71 €/l = 18,1 €/100 km. E85:llä ajaessa keskipulutus oli 13,6 l/100 km ja kustannus 100 kilometrille oli 13,6 l/100 km * 1,11 €/l = 15,1 €. Näin ollen säästöä sadalla kilometrillä syntyy 18,1 – 15,1 = 3 €. Kilometriä kohden säästö on siis 0,03 €. Jotta muutostyö maksaisi itsensä takaisin tällä hintaerolla, pitäisi autolla ajaa 1144 € / 0,03 €/km = 38133 km. Jos ajaisiin 2000 km vuodessa, tämä maksaisi itsensä takaisin kahdessa vuodessa. Oletuksena on tietysti, että ei tulisi suurempia ongelmia E85:n käytöstä.

7.2 Käyttökokemukset

Eagle Talon ei ole kaikista paras valinta tällaiseen projektiin mm. sen takia, että siinä on kulutukseen nähden liian pieni polttoainesäiliö. Asian merkitys korostui etenkin polttoainemuutoksen myötä. Jos auto olisi etuvetoinen, tankin koko olisi 65 litraa, mutta nelivetomallissa tankin koko on n. 50 litraa. Tämä johtuu taka-akselille menevästä kardaaniakselin viemästä tilasta. Auton kulutus on bensinillä ollut 10 - 11 l/100 km ja muutoksen jälkeen E85:llä 13-14 l/100 km. Aikaisemmin tankkasin auton 400 - 450 km ajon välein, mutta muutoksen jälkeen 280 - 320 km välein. Tiheämpään tankkausväliin vaikutti kulutuksen kasvun lisäksi se, että E85:n saatavuus on niin vähäistä vielä Etelä-Savon alueella, joten piti olla varma polttoaineen riittävydestä seuraavalle tankkauspaikalle. Käyttömukavuuden kannalta olisi parempi, että tankkausväli olisi

mahdollisimman pitkä. Nykyautoissa tankillisella päästään yleensä jotain 600 - 1000 km väliltä, joten tuo 300 km tankkausväli tuntuu aika lyhyeltä siihen verrattuna.

Jos suurempi kulutus ja kylmäkäynnistysongelmat jätetään pois, niin ajaminen muuten ei ole sen ihmeellisempää kuin bensiinilläkään. Merkittävimmän muutoksen huomaa auton pakokaasuista, sillä niiden haju on aivan erilainen kuin bensiiniautoissa. Tämän asian havaitsee liikenteessä, jos edellä ajava käyttää E85:tä polttoaineena. Autoon tehtiin vielä päästömittaus testin loppuvaiheessa, joka meni hyväksytysti läpi. Päästömittaus on liitteenä numero 1.

Autolla voi tälläkin hetkellä käyttää kumpaa tahansa polttoainetta, kunhan tietokone on mukana. Asetuksien muuttaminen sopivaksi vie noin pari minuuttia, joten jos ei tarvitse polttoainelaatua koko ajan vaihtaa, niin tämä on kuitenkin mielestäni ihan kohtuullinen aika.

Omat ajokilometrit vuositasolla jäävät melko vähäisiksi tällä autolla, joten todellista taloudellista säästöä ei synny ja takaisinmaksuaika venyisi todella pitkäksi. Muutenkin aion vaihtaa polttoaineen takaisin bensiiniin, koska sen käyttö on huolettomampaa ja saatavuus varmempaa.

LÄHTEET


1. ABC 2013. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.abcasemat.fi/tankkaa/e-85>. Päivitetty 3.9.2013. Luettu 3.9.2013.
2. ABC 2013. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.abcasemat.fi/tankkaa/tuotetiedot>. Päivitetty 3.9.2013. Luettu 3.9.2013.
3. Ajovalo 2004. Saab 99 (1967–1984). Yrityksen WWW-sivut. http://www.ajovallo.net/Historia/saab_99.htm. Päivitetty 14.2.2004. Luettu 15.10.2013.
4. Aspen 2013. Aspen E - fuel for professionals. PDF-dokumentti. http://fi.aspen.se/Files/PDF/Productsheets/Finland/2143-5%20produktblad_aspenE_finska_LOW.pdf?TS=634861573529213750. Päivitetty 25.9.2013. Luettu 25.9.2013.
5. Bauer Horst. Bosch. Autoteknillinen taskukirja. Jyväskylä. Gummerus. 2003.
6. Delphi 2013. Delphi Multec 3.5 Heated Tip Port Fuel Injector. PDF-dokumentti. <http://delphi.com/shared/pdf/ppd/pwrtrn/multec-3point5-heated-tip-port-fuel-injector.pdf>. Päivitetty 8.9.2013. Luettu 8.9.2013.
7. DSM Club Finland 2013. DSM malliopas. Yhdistyksen WWW-sivut. <http://www.dsmclubfinland.com/models/malliopas.php>. Päivitetty 5.10.2013. Luettu 5.10.2013.
8. Ford 2013. Ford Flexifuel. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.ford.fi/Innovaatiot/Fordflexifuel>. Päivitetty 10.9.2013. Luettu 10.9.2013.
9. Google 2013. Yrityksen WWW-sivut. <https://maps.google.fi/maps/ms?ie=UTF8&oe=UTF8&msa=0&msid=218002147352696559821.0004ba8fc7b06d4321726>. Päivitetty 20.9.2013. Luettu 20.9.2013.
10. Greasecar 2013. New hose-in-hose heated fuel line assembly. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.greasecar.com/products/hose-tubing/new-hose-in-hose-heated-fuel-line-assembly>. Päivitetty 12.10.2013. Luettu 12.10.2013.
11. Kepa Ry 2009. Yhdistyksen WWW-sivut. <http://www.kepa.fi/uutiset/7491>. Päivitetty 1.9.2013. Luettu 1.9.2013.
12. MAOL-taulukot 1.-3 uudistettu painos. Keuruu. Otava. 2001.
13. Mitsubishi Club Finland 2013. Mitsun ECU:n toiminta. Yhdistyksen WWW-sivut. http://www.mitsubishiclubfinland.com/wiki/index.php?title=Mitsun_ECU:n_toiminta. Päivitetty 5.10.2013. Luettu 10.10.2013.
14. Motiva 2013. Liikenteen biopolttoaineet. Yrityksen WWW-sivut. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/liikenteen_biopolttoaineet. Päivitetty 2.9.2013. Luettu 2.9.2013.
15. Robert Bowen. Car Tech. HOW TO BUILT Max-Performance MITSUBISHI 4G63t Engines. Kiina. 2009.
16. ST1 2013. RE 85. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.st1.fi/tuotteet/re85>. Päivitetty 3.9.2013. Luettu 3.9.2013.
17. Wikipedia 2013. Greenhouse Effect. Yrityksen WWW-sivut. http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_effect#cite_note-IPCC_deforestation-26. Päivitetty 11.11.2013. Luettu 11.11.2013.
18. Wikipedia 2013. Petroli. Yrityksen WWW-sivut. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Petroli>. Päivitetty 10.10.2013. Luettu 15.10.2013.

Päästötestin tuloste

Päiväys: 30.09.2013 16:34:37

Mikkelin Ammattikorkeakoulu Oy		Autolaboratorio			
Raviradantie 4 - 6		Puh.:			
50100 MIKKELI		Faksi:			
Mittausohjelma:	KAT	Polttoaine:	Bensiini		
Ajoneuvon tiedot					
Rekisteritunnus:	JPE-88	Ajoneuvon valmistaja:	Eagle		
Ensikäyttöönotto:	1.1.1985	Ajoneuvon tyyppi:	ha		
Testitulokset	Yksikkö	Ohjearvo Min.	Ohjearvo Maks.	Mitta-arvot	Tulos
Silmämääräinen tarkastus					# ok
Valmistelu					
Moottorin lämpötila			Käyntilämpötila saavutettu		# ok
Korotettu joutokäynti					
Pyörintänopeus	1/min	2000		> 2000	
Lambda		0.97	1.03	1.010	ok
CO	% til.		0.3	0.04	ok
HC	ppm		100	14	ok
CO2	% til.			14.90	
O2	% til.			0.25	
COcorr	% til.			0.04	
Joutokäyntipyörintänopeus					
Pyörintänopeus	1/min	550	1000	950	
CO	% til.		0.5	0.38	ok
HC	ppm		100	36	ok
CO2	% til.			13.80	
O2	% til.			1.93	
COcorr	% til.			0.40	
Tulos					
Päästötesti	Hyväksytty				
# Annettu tieto					
Testaaja: Leo Kervinen					

Allekirjoitus



Leima



Ohjelmistoversio	Nimitys	Versio	Tila	Valmistaja
Pakokaasuanalysointori	DSS OM-FI	V1.2	06/2010	AVL DITEST GmbH
	AVL DiGas 490	V1.0	06/2009	AVL DITEST GmbH

LIITE 2(1).
ST1 käyttötiedote RE85



Päivitetty: 2013-01-07

1 (2)

TUOTETIEDOTE PRODUKTDATA PRODUCT DATA SHEET		ETANOLIPOLTTOAINE RE85 ETANOLBRÄNSLE RE85 ETHANOL FUEL RE85		
Ominaisuus Egenskap Property	Yksikkö Enhet Unit	Laaturaja Kvalitetskrav Specification		Määntysmenetelmä Testmetod Test method
		min.	max.	
Oktaaniluku Oktantal Octane number	RON MON	95 85		EN ISO 5164 EN ISO 5163
Tiheys, 15 °C Densitet vid 15 °C Density at 15 °C	kg/m ³	760,0	800,0	EN ISO 12185
Höyrynpaine Ångtryck Vapour pressure talvi, vinter, winter kesä, sommar, summer	kPa kPa	60,0 45,0	90,0 70,0	EN 13016-1 EN 13016-1
Etanoli + painavammat tyydyttyneet alkoholit Etanol + tyngre mättade alkoholer Ethanol + higher saturated alcohols content	til.-% vol.-% % v/v	70,0	85,0	EN 1601
Hapetusaika Oxidationsstabilitet Oxidation stability	minuuttia minuter minutes	360		EN ISO 7536
Rikki Svavelhalt Sulphur content	mg/kg		10,0	EN 15485, EN 15486
Hartsit Hartshalt Existent gum content	mg/100 ml		5	EN ISO 6246
Kuparikorrosio (3 t, 50°C) Kopparkorrosion (3 t, 50°C) Copper strip corrosion (3 h at 50°C)	luokka klass rating		1	EN ISO 2160
Väri ja ulkonäkö Färg och utseende Appearance			Kirkas, ei kiinteitä epäpuhtauksia Klar och blank Clear and bright	prEN 15769
Kokonaishappamuus Syrat Total acidity (expressed as acetic acid)	paino-% vikt-% % (m/m)		0,005	EN 15491, ASTM D 6413
pHe		6,5	9,0	EN 15490, ASTM D 6423
Sähkönjohtokyky Elektrisk konduktivitet Electrical conductivity	µS/cm		1,5	DIN 51627-4
Metanolipitoisuus Metanolhalt Methanol content	til.-% vol.-% % (v/v)		1,0	EN 1601
Tyydyttyneiden (C3-C5) monoalkoholien pitoisuus Mättade (C3-C5) monoalkoholhalt Higher saturated (C3-C5) mono-alcohols content	til.-% vol.-% % v/v		6,0	EN 1601
Eetterit (5 tai useampi C-atomi) Etrar (5 eller flera C-atomer) Ethers (5 or more C atoms)	til.-% vol.-% % v/v		11	EN 1601

Vesipitoisuus Vattenhalt Water content	paino-% vikt-% % (m/m)		0,400	EN 15489, prEN 15692
TUOTETIEDOTE PRODUKTDATA PRODUCT DATA SHEET	ETANOLIPOLTTOAINE RE85 ETANOLBRÄNSLE RE85 ETHANOL FUEL RE85			
Ominaisuus Egenskap Property	Yksikkö Enhet Unit	Laaturaja Kvalitetskrav Specification		Määrittäminen Testmetod Test method
		min.	max.	
Epäorgaaninen kloridi, pitoisuus Organisk kloridhalt Inorganic chloride content	mg/kg		1,2	EN 15492
Kuparipitoisuus Kopparhalt Copper content	mg/kg		0,10	EN 15488, EN 15637
Fosforipitoisuus Fosforhalt Phosphorus content	mg/l		0,15	EN 15487, EN 15637
Sulfaattipitoisuus Sulfathalt Sulfate content	mg/kg		4,0	EN 15492

Tuotteen valmistus ja ominaisuudet perustuvat seuraaviin viittauksiin:
EN 228:2008
EN 15376:2011
CEN/TS 15293:2011

Produkten tillverkas och egenskaper grundar på följande referat:
EN 228:2008
EN 15376:2011
CEN/TS 15293:2011

Product manufacture and properties are based on following references:
EN 228:2008
EN 15376:2011
CEN/TS 15293:2011

Spesifikation tulkinnassa käytetään ISO 4259:n mukaista menettelyä.

Produktspecifikationen tolkas i enlighet med proceduren beskriven i ISO 4259.

The product will comply with the specification according to the procedures described in ISO 4259.

Tuotteen valmistuksessa ei käytetä fosforipitoisia komponentteja.

Produkten tillverkas utan fosforhaltiga komponenter.

Product is manufactured without phosphor containing components.

RE85 sisältää pesevän ja puhtaana pitävän lisäaineistuksen.

RE85 innehåller en rengörande additiv.

Keep clean additive is included in RE85.

Käyttöturvallisuuden osalta viittaamme käyttöturvallisuustiedotteisiin.

Angående skyddsinformation hänvisar vi till skyddsinformationsblad.

Concerning safe use of the products, we refer to the Safety Data Sheets.

TIEDUSTELUT
St1 Oy
PL 100
00381 HELSINKI

FÖRFRÅGNINGAR
St1 Oy
PB 100
00381 HELSINKI

INQUIRIES
St1 Oy
PB 100
00381 HELSINKI

Puhelin 010 557 11

Telefon +358 10 557 11

Telephone +358 10 557 11

www.st1.fi

www.st1.fi

www.st1.fi