

Jussi Sutinen

E85-polttoaineen käyttö henkilöautossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri AMK
Auto- ja kuljetustekniikka
Opinnäytetyö
13.4.2013

| | |
|---|--|
| Tekijä(t) Otsikko | Jussi Sutinen E85-biopolttoaineen käyttö henkilöautossa |
| Sivumäärä Aika | 16 sivua + 2 liitettä 13.4.2013 |
| Tutkinto | Insinööri AMK |
| Koulutusohjelma | Auto- ja kuljetustekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | Jälkimarkkinointi |
| Ohjaaja(t) | Projekti-Insinööri Harri Miinin |
| <p>Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ja toteutettiin tarvittavat muutokset alettaessa käyttää E85-biopolttoainetta SI-moottorilla varustetussa henkilöautossa sekä tutkittiin biopolttoaineen tuomia hyötyjä käytettäessä moottorissa suurempaa viritystasetta.</p> <p>Moottorin mittaus- ja säätötyöt tehtiin AMW Dyno Servicen tiloissa Lappeenrannassa ja testiajot suoritettiin Motoparkin moottoriradalla.</p> <p>E85-biopolttoaine toi samalla käytetyllä ahtopaineella enemmän tehoa ja enemmän vääntöä verrattuna 98E5-polttoaineeseen. Testeissä käytetyn moottorin pakopuoli osoittautui hieman ahtaaksi, joten tulokset jäivät arvioitua pienemmiksi.</p> <p>Yksi biopolttoaineen suurimmista haasteista käytössä on sylintereiden täytös. Käytettäessä korkeaseosetanolia tarvitaan sylinteriin jopa 40 % suurempi polttoainemäärä verrattuna 98E5-polttoaineeseen. Lisäksi monet polttoainelinjoissa käytettävät materiaalit eivät sovellu käytettäväksi korkeaseosetanolin kanssa.</p> | |
| Avainsanat | vaihtoehtoiset polttoaineet, E85 |

| | |
|--|---|
| Author(s) Title | Jussi Sutinen Using E85-biofuel in a passenger car |
| Number of Pages Date | 16 pages + 2 appendices 13 April 2013 |
| Degree | Bachelor degree |
| Degree Programme | Automotive industry |
| Specialisation option | Aftersales |
| Instructor(s) | Harri Miinin, Project Engineer |
| <p>The purpose of this thesis was to study and implement the necessary changes to start using E85 bio fuel in a car equipped with a SI-engine and to learn the benefits of bio fuel in a high performance engine.</p> <p>The engine tests were ran at AMW Dyno Service in Lappeenranta city. Test drives were held at Motopark race circuit.</p> <p>Measured with identical boost, the E85 –bio fuel gave more horsepower and more torque compared to 98E5- fuel. The test engines exhaust system turned out to be small so the results weren ´t as good as expected.</p> <p>Most biggest challenges using bio fuel is filling the cylinders. Using high mixture ethanol the combustion needs even 40 % more fuel compared to 98E5 –fuel. Also many materials common used in fuel systems do not tolerate high mixture ethanol inside.</p> | |
| Keywords | alternative fuels, E85 |

Sisällys

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Käytettävät polttoaineet ja tutkimusmenetelmät | 1 |
| 2.1 | Käytettävät polttoaineet | 1 |
| 2.2 | Tutkimuksessa käytetty moottori | 2 |
| 2.3 | Moottorin muutokset | 2 |
| 2.4 | Mittausjärjestelmä | 2 |
| 3 | RE85 polttoaineena | 3 |
| 3.1 | RE85:n ominaisuudet | 3 |
| 3.2 | Hyödyt | 3 |
| 3.3 | Haitat | 3 |
| 4 | Muutostyö | 4 |
| 4.1 | Moottorinohjaus | 4 |
| 4.2 | Polttoaineen syöttö | 6 |
| 4.3 | Moottorinohjauksen optimointi | 9 |
| 5 | RE85- ja 98E5 -polttoaineiden vertailu | 12 |
| 6 | Yhteenveto | 15 |
| | Lähteet | 17 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. Teho- ja vääntökäyrät E85 ja 98E5 | |
| | Liite 2. Ahtopainekäyrät E85 ja 98E5 | |

1 Johdanto

EU:n ilmasto- ja energiavoitteiden mukaisesti Suomi sitoutui vuoden 2008 ilmasto- ja energiastategiassaan siihen, että uusiutuvan energian osuus liikenteessä on vähintään 10 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Hallituksen keväällä linjaamassa uusiutuvan energian velvoitepaketissa asetettiin korotettu tavoite, jonka mukaan uusiutuvan energian osuus liikenteessä nostetaan 20 prosenttiin vuonna 2020 (1, s. 1).

Liikenne on Suomen suurin öljynkuluttaja. Vuonna 2009 Suomen öljynkulutus oli runsaat 10 miljoona tonnia, josta liikenteen polttoaineiden osuus on 46,5 % (1, s. 1). Öljynkulutuksen vähentämiseksi Suomi etsii vaihtoehtoisia ratkaisuja liikenteen polttoaineiksi. Tärkein toteutuskeino tässä olisi biopolttoaineita koskeva jakeluvelvoite.

Vaihtoehtoiset polttoaineet tulevat myös moottoriurheiluun. Moottoreiden käyttäminen niiden ääri rajoilla antaa myös käytettävästä polttoaineesta sellaista tietoa, jota ei saada käyttämällä moottoria "normaalisti" tieliikenteessä.

Tämän työn tavoitteena on tutkia bioetanolipohjaisen E85-polttoaineesta saatavia hyötyjä rata-auton polttomoottorissa, vertailla suoritusarvoja 98E5-polttoaineeseen sekä selvittää tarvittavat muutokset siirryttäessä käyttämään E85-biopolttoainetta rata-autossa. Moottori on SI-tyyppinen Fordin valmistama, jota mitattiin AMW Dyno Servicessä sen ollessa kiinni autossa.

2 Käytettävät polttoaineet ja tutkimusmenetelmät

2.1 Käytettävät polttoaineet

Tutkimuksessa käytettiin kahta Suomessa myytävää polttoainelaatua, Shellin V-Poweria sekä kotimaisen energiayhtiö St1:n tarjoamaa RE85:ta. Ensimmäisen polttoaineen oktaanipitoisuus on RON-asteikolla 98 ja etanolipitoisuus on ≥ 5 % (2, s. 1). Jälkimmäisen polttoaineen oktaanipitoisuus on 101–106 RON ja etanolipitoisuus

vuodenajoista riippuen 80–85 %. Etanolin nimellispitoisuus on 85 %, kuitenkin talvikaudella kylmäkäynnistysominaisuuksien parantamiseksi bensiinin osuutta lisätään.

2.2 Tutkimuksessa käytetty moottori

Tutkimuksessa käytettävä moottori on Fordin valmistama 2.0iS, jota on tehty tutkimuksessa käytettävän Ford Sierra –henkilöauton sarjavalmistuksessa. Moottori on nelisylinterinen 4-tahtinen, kahdeksanventtiilinen, iskutilavuudeltaan 1993 cm³ oleva rivimoottori. Kyseessä on kipinäsytytteinen ottomoottori eli SI-moottori. Moottori on varustettu neljällä polttoainesuuttimella, ja moottorinohjauksesta vastaa Bosch L-Jetronic. Moottori tuottaa vakiona 115 hv (85 kW) @ 5500 r/min ja 160 Nm @ 4000 r/min. Moottorin lohko sekä kansi on valmistettu valuradasta.

2.3 Moottorin muutokset

Tutkimuksessa käytettävään moottoriin tehtiin sen rakennusvaiheessa muutoksia koska moottorista oli tarkoitus tehdä hieman vakiomoottoria tehokkaampi versio. Jo moottorin suunnitteluvaiheessa oli selvää, että moottori tullaan ahtamaan ja se tulee käyttämään RE85 -polttoainetta. Moottorin suurimmat muutokset, kuten lohkon betonointi, imu- ja pakosarjan teko ja sylinterinkannen virtauksien parantaminen, tehtiin ainoastaan moottorin viritysasteen nostamisen ja moottorin kestävyiden kannalta, ei suinkaan alkoholipohjaisen polttoaineen takia. Muutokset siirryttäessä käyttämään RE85-polttoainetta on käsitelty luvussa 4, mutta mainittakoon että moottorin suunnittelussa ja osien valinnassa ei juurikaan tarvitse ottaa huomioon, aikooko tulevaisuudessa polttoaineen vaihtaa korkeaseosetanoliin.

2.4 Mittausjärjestelmä

Vertailut ja moottorin optimointi molemmille polttoaineille suoritettiin Lappeenrannassa AMW Dyno Service Ay:n tiloissa. Moottoreiden säätämiseen erikoistuneen yrityksen tiloista löytyy tarvittavat mittaus- ja säätöjärjestelmät. Mittauksien aikana moottori oli kiinnitettynä autoon. Moottoria säädettiin auton ollessa alustadynamometrillä (kuva 1).

3 RE85 polttoaineena

3.1 RE85:n ominaisuudet

Puhtaan etanolin RON -oktaaniluku on 111, RE85:ssa vastaava luku valmistajan mukaan on jopa 106, joka on huomattavasti bensiiniä korkeampi ja mahdollistaa suuremman puristussuhteen käytön SI-moottorissa. Sytytysennakon lisääminen moottorissa on myös mahdollista oktaaniluvun kasvaessa, sillä korkeamman oktaaniluvun saavuttamalla polttoaineella moottorin nakutuskestävyys kasvaa (3; 4; 5).

Etanoliin sitoutunut energia, joka vapautuu polttaessa, on pienempi kuin bensiinissä. Litrassa etanolia on 23,5 MJ (6,5 kWh) energiaa kun bensiinissä sitä on 34,8 MJ (9,7 kWh). RE85-polttoainetta kuluu käytännössä n. 25–30 % enemmän kuin bensiiniä. Etanolin ilmantarve täydellisessä palamisessa on huomattavasti bensiiniä pienempi johtuen pääosin polttoaineen sisältämästä hapesta. Puhtaan etanolin stökiometrinen AFR on 9, kun bensiinille se on 14,7 (3; 4; 5.).

3.2 Hyödyt

RE85-polttoaineen pienempi stökiometrinen polttoaineilmasuhde mahdollistaa suuremman polttoainemäärän sylinterissä, mikä johtaa tehokkaampaan palamiseen sylintereissä verrattuna puhtaisiin hiilivetyypolttoaineisiin.

3.3 Haitat

Suurin haitta käytettäessä korkeaseosetanolia on kylmäkäynnistys ominaisuudet alhaisissa lämpötiloissa. Huono kylmäkäynnistys on seurausta etanolin korkeasta höyrystymislämmöstä ja alhaisesta höyrynpaineesta. Juuri näistä kylmäkäynnistys syistä E85 sisältää 15–20 % bensiiniä. Flexifuel-autojen valmistajat kehottavat käyttämään alhaisissa lämpötiloissa autoissa vakiovarusteena olevaa lohkolämmitintä, jota käytettäessä kylmäkäynnistysongelmia ei ilmene (3; 5.).

Käytettäessä korkeaseosetanolipolttoaineita polttoainejärjestelmissä käytettävissä materiaaleissa on eroja. Erytisen hyvin alkoholipolttoaineita sietävät mm. ruostumaton

teräs, pronssi, neopreenikumi, polypropeeni, nitrili ja teflon. Huonoiten alkoholipolttoaineita kestävätk sinkki, messinki, lyijy, alumiini, luonnonkumi ja polyvinyylidikloridi (pvc) (3; 6; 7.).

SI-moottoreissa käytettävät etanolipohjaiset polttoaineet voivat lisätä voiteluöljyn vesipitoisuutta moottorissa etanolin palamisessa syntyvän verihöyryn takia. Tästä syystä Flexifuel-autoille suositellaan moottoriöljynvaihtoväliksi 10 tkm (3).

4 Muutostyö

4.1 Moottorinohjaus

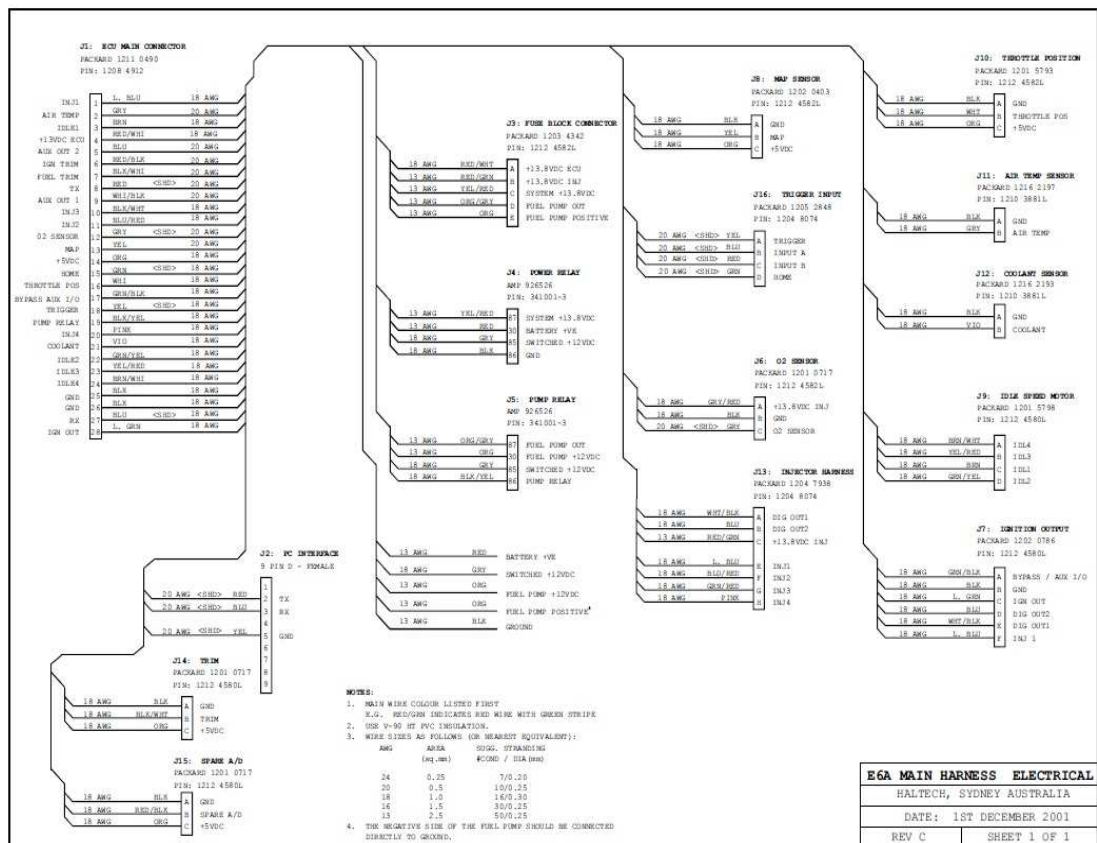
Projekti aloitettiin suunnittelemalla tarkoin vaadittavat muutostyöt siirryttäessä käyttämään RE85-polttoainetta. Korkeaseosetanolin tiedettiin vaativan suurempia polttoainetäytöksiä sekä sytytysennakonsäätämistä, tästä syystä autoon hankittiin Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmä (kuva 1) seossuhteen ja sytytysennakon optimoimiseksi. Käytännössä moottorinohjaukseen tehtävät muutokset ovat niin massiivisia, ettei alkuperäisen järjestelmän muokkaaminen ollut mahdollista.



Kuva 1. Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmä

Kuvassa 1. Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmän keskusyksikkö, johon tieto moottorin parametreista tuodaan. Haltech E6A:n mukana tuli oma johtosarja, jonka avulla järjestelmä saatiin liitettyä autoon. Auton alkuperäinen johtosarja poistettiin miltei kokonaan, ja alkuperäisellä sähköjärjestelmällä käytetään ainoastaan auton valoja ja lämmityslaitetta.

Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmä tarvitsee tiedon jokahetkisestä kuormitusilanteesta, joten sille on tuotava tieto mm. moottorin pyörintänopeudesta sekä sylinterintäytöksestä. Muita mitattavia parametreja ovat jäähdytysnesteen lämpötila, imuilman lämpötila, kaasuläpänasento, imusarjanpaine sekä lambda-arvo. Näiden lisäksi auton ollessa alustadynamometrillä mitattiin vielä pakosarjanpaine sekä pakokaasujen lämpötilaa.



Kuva 1. Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmän kytkentäkaavio (10).

4.2 Polttoaineen syöttö

Polttoainesuuttimet hankittiin VPV-Motorracing Electronicsilta. Yritykseltä löytyi hyllystä suoraan rosterirunkoisia suuttimia, jotka soveltuvat korkeaseosetanoli käyttöön.

Suuttimien oikean koon selvittämiseksi käytettiin kaavaa 1, jossa yhden suuttimen tarvittava tilavuusvirta saadaan selville. Tulokseen lisättiin vielä 30 %, jotta korkeaseosetanolin alhaisempi stökiometrinen seossuhde ei tuottaisi ongelmia.

$$qv_s = \frac{hv * BSCF}{S_l * käyttöaste} * 1,3 = 811,2 \text{ l/min}$$

Kaava 1. Kaava suuttimen tilavuusvirran laskemiseksi.

Polttoainesuuttimiksi valittiin Siemens-Deka -merkkiset 840 l/min tuottavat rosterirunkoiset. Valinta kohdistui näihin suuttimiin, koska ne olivat lähimpänä kooltaan tarjolla olevat.



Kuva 2. Siemens-Deka rosterirunkoiset polttoainesuuttimet.

Suuri sylinterin täytös vaatii myös polttoainetta polttoainetankilta, joten polttoaineen siirto päätettiin toteuttaa kahdella pumpulla ja välisäiliöllä. Boschin valmistama FP200 - polttoainepumppu pystyy tuottamaan tarpeeksi polttoainetta suutintukille ja on kehitetty toimimaan myös korkeaseosetanolin kanssa ongelmitta.



Kuva 3. Bosch Motorsport FP 200 -polttoainepumppu (8).

Riittävästä polttoaineen syötöstä huolehtii siis nyt kaksi polttoainepumppua, kaksi suodatinta ja noin kahden litran roosterinen välisäiliö, kaikki sijoitettuna akun kanssa varapyöräkoteloon. Toisella pumpulla polttoaine pumpataan tankilta suodattimen läpi välisäiliöön, josta toisella pumpulla polttoaine pumpataan jälleen suodattimen läpi moottorille.



Kuva 4. Varapyöräkotelo, jonne sijoitettuna polttoainejärjestelmä ja akku.

Polttoainejärjestelmän ja akun sijoittaminen oli hankalaa ja ainoaksi vaihtoehdoksi tuntuikin jäävän varapyöräkotelo. Polttoainelinjat ja akku on kuitenkin eristettävä hytistä, joten kotelon päälle tehtiin tiivis, saranoitu alumiinikansi. Myös polttoainepumppujen tuottama ääni saatiin hiljennettyä kannen avulla.



Kuva 5. Alumiinista valmistettu varapyöräkotelon kansi paikoillaan.

4.3 Moottorinohjauksen optimointi

20.7.2011 kaikki muutostyöt olivat valmiina ja vuorossa oli moottorinohjauksen optimointi AMW Dyno Servicellä Lappeenrannassa. Polttoainetankkiin jätettiin riittävästi 98E-polttoainetta, jotta polttoaineen vaihdosta saadaan mahdollisimman hyvät vertauskuvat.



Kuva 6. Sierra AMW Dyno Servicellä kiinnitettynä alustadynamometriin.

Neljässä tunnissa saatiin tehtyä Haltech –moottorinohjauslaitteen avulla täydelliset polttoaine- ja sytytyskartat molemmille polttoaineille. Molempien polttoaineiden kartat ovat tallennettuina, joten autoon voidaan tankata kumpaa polttoainetta tahansa. Ainoa muutos, joka tarvitsee tehdä, on ohjelman vaihto Haltech -moottorinohjausjärjestelmään.



Kuva 7. Ajoviiman stimulointia suurella puhaltimella alustadynamometrissä.

23.7.2011 suoritettiin ensimmäinen ratatesti Motoparkin moottoriradalla Virtasalmella. Testin tarkoituksena oli seurata imuilman sekä jäähdytysnesteen lämpötiloja ja tarvittaessa muuttaa kompensatiokertoimia. Testeissä ei huomattu mitään parantamisen mahdollisuutta, joten moottorinohjaimen säätöihin ei koskettu.



Kuva 8. Ensimmäinen ratatesti 23.7.2011 Motoparkin moottoriradalla RE85-polttoaineella.

Ympäri vuorokauden kestäneen korkean lämpötilan vuoksi ei päästy kokemaan huonoja kylmäkäynnistysominaisuuksia. Nokka-akselin pitkän imuventtiilin aukiolon ajateltiin pienentävän puristustahdin loppupainetta ja lämpötilaa ja tekevän näin moottorista huonon käynnistettävän korkeaseosetanolilla. Moottori lähti kuitenkin käyntiin hyvin eikä mitään ongelmia havaittu moottorin toiminnassa.

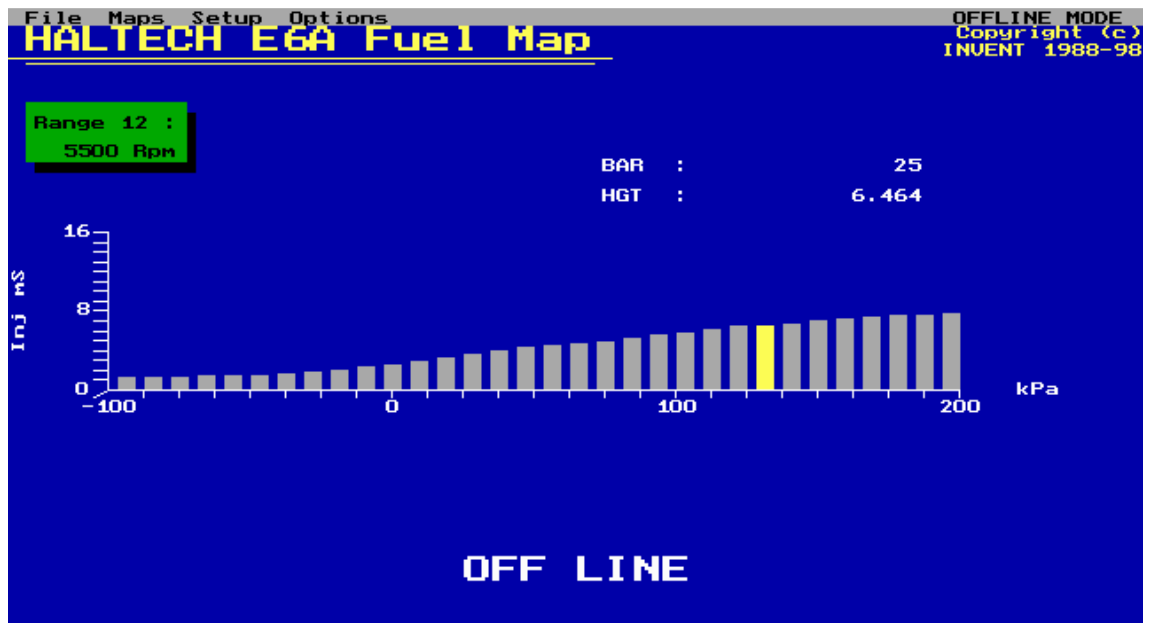
Ero moottorissa polttoaineen vaihdon jälkeen oli huomattava. Aikaisempi moottorin herääminen ja kasvanut suorituskyky olivat erittäin huomattavia.

5 RE85-ja 98E5 -polttoaineiden vertailu

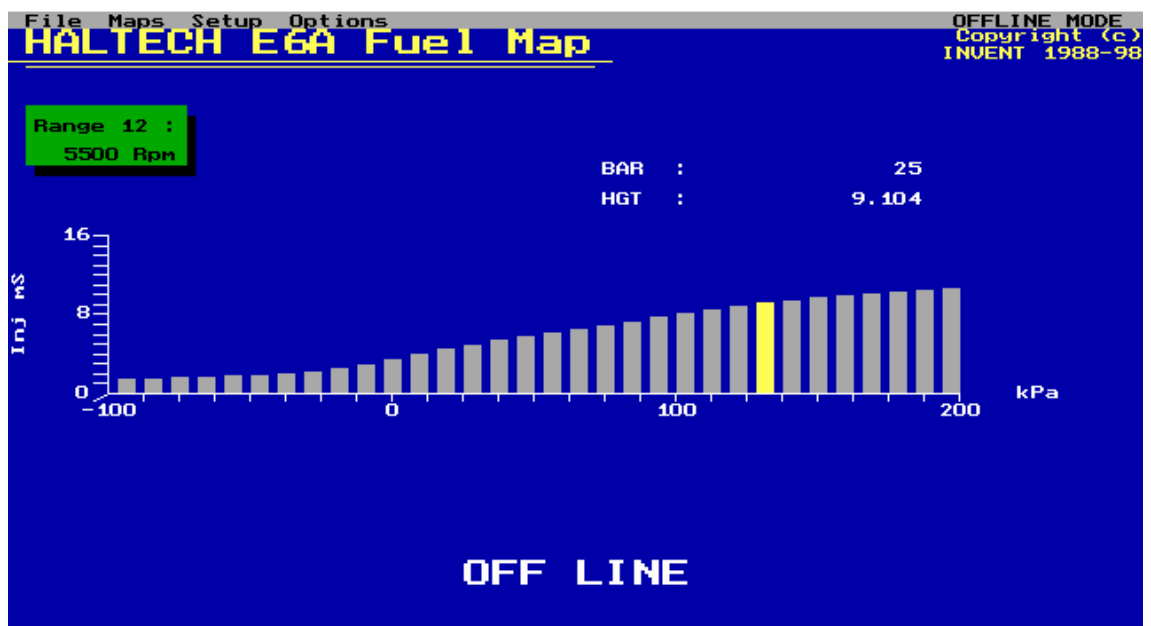
Moottorista mitattiin suurempi vääntömomentti käytettäessä RE85-polttoainetta. Kaikissa testeissä imusarjan ylipaineena käytettiin samaa 1,36 bar:n painetta. RE85:n kanssa ongelmaksi muodostuivat korkeat pakopaineet, joiden vuoksi tehoero normaaliin polttoaineeseen jäi hieman suunniteltua pienemmiksi. Pakokaasujen tilavuusvirta käytettäessä RE85:ta kasvoi niin paljon, että paine pakosarjassa kasvoi yli ahtopaineen. Tämä johtui liian pienestä turbon turbiinipesästä; turbiinipesän haluttiin olevan pieni auton laajan käyttöalueen varmistamiseksi.

RE85-kokeilua voidaan kuitenkin pitää onnistuneena, sillä tehot kasvoivat samalla 1,36 bar:n ylipaineella V-Poweriin verrattuna. Suurempi pakokaasujen tilavuusvirta aiheuttaa ahtopaineen nousun aikaisemmillä kierroksilla, ja juuri tällainen käyttöalueen laajeneminen on yksi korkeaseosetanolin tuomia hyviä puolia. Ahtopaineen nousua kuvaava kaavio löytyy liitteestä 2.

Seuraavista kuvista voidaan vertailla polttoainesuuttimien aukioloaikaa sekä käytettävää sytytysennakkoa moottorin pyörintänopeuden ollessa huipputehon kohdalla. Korkeaseosetanolin suurempi polttoaineen tarve on suoraan havaittavissa Haltech -moottorinohjausjärjestelmästä kaapatuista polttoainekartoista.

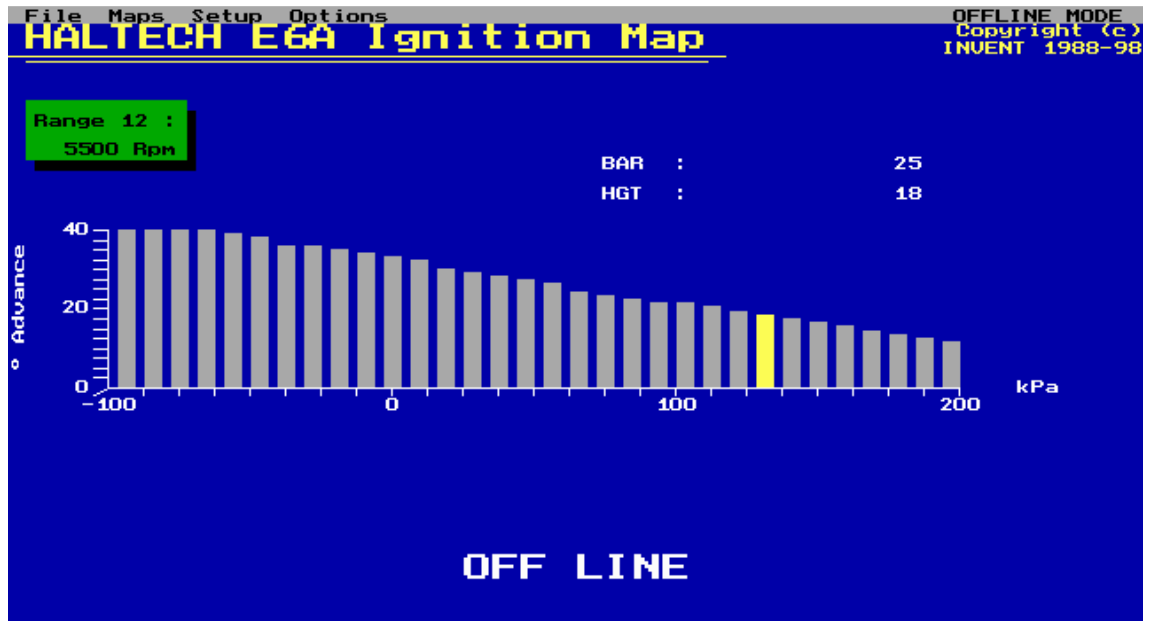


Kuva 9. Suuttimen aukioloaika millisekunteinä, 5500 rpm, 100 %:n kuorma, 98E5.

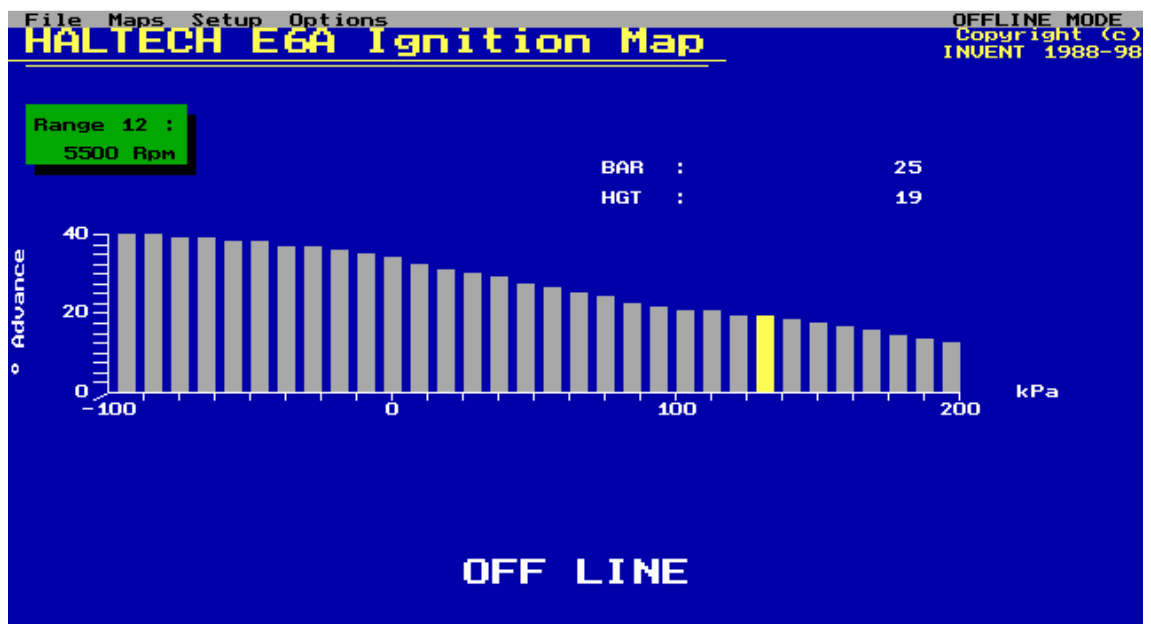


Kuva 10. Suuttimen aukioloaika millisekunteinä, 5500 rpm, 100 %:n kuorma, RE85.

Vertailemalla kuvioden 11 ja 12 suuttimien aukioloaikaa voidaan havaita E85:n myötä saatava suurempi täytös.



Kuva 11. Sytytysennakko 98E5:lla, 5500 rpm ja 100 %:n kuorma.



Kuva 12. Sytytysennakko E85:lla, 5500 rpm ja 100 %:n kuorma.

Kuvista 12 ja 13 voidaan hyvin havaita, kuinka epätäydellinen täytös sylintereissä on. Korkea pakopaine estää pakokaasujen poistumisen sylintereistä poistotahdin aikana. Sylintereissä on hyvin huono täytös, koska siellä on paljon edelliseltä työkierrolta jäänyttä pakokaasua. Tästä johtuen moottorille ei voitu antaa suurempaa sytytysennakkoa.

6 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli selvittää tarvittavat muutokset sekä hyödyt siirryttäessä käyttämään biopolttoainetta SI-moottorilla varustetussa henkilöautossa. Työssä käytetyn moottorin tehoa nostettiin alkuperäistä huomattavasti suuremmaksi, jolloin päästiin toteamaan korkeaseosetanolin hyötyjä suurilla kuormituksilla.

Korkeaseosetanolin hyvät puolet tulivat mittauksien aikana nopeasti havaittaviksi, vaikkei moottorin hengitys ollutkaan parhain mahdollinen silmällä pitäen suurinta huipputehon nousua. Samalla ahtopaineella tulokseksi E85:ta käyttämällä saatiin 1,6 % suurempi teho sekä 2,5 % suurempi vääntömomentti.

Sytytysennakoita vertailemalla nähdään, että korkeaseosetanoli mahdollistaa suuremman ennakon käytön. Tässä mittauksessa korkeasta pakopaineesta johtuen sylinterit eivät tyhjentyneet kunnolla pakokaasuista, mistä johtuen moottori ei kestänyt huomattavasti suurempaa sytytysennakkoa.

Vertailemalla ruiskutus-suuttimen aukioloaika voimme todeta suoraan korkeaseosetanolin tarvitseman suuremman polttoainemäärän. 5500 kierroksen kohdalla täydellä kuormituksella polttoainesuutin käytettäessä 98E5:sta on auki 6,464 ms, kun taas E85:lla suutin on auki 9,104 ms. Tämä tarkoittaa korkeaseosetanolille 40,1 % pidempää suuttimen aukioloaika tuolla moottorin pyörintänopeudella. Tästä syystä polttoaineensyöttöön onkin keskityttävä huolella, sillä korkeaseosetanoli ei ainoastaan ole monien materiaalien syövyttävä. Korkeaseosetanolia käytettäessä on polttoaineen riittävästä saannista moottorille huolehdittava.

Korkeaseosetanolin jakeluverkoston laajentuessa ja tämän työn tuloksien perusteella voidaan E85-polttoainetta pitää järkevänä polttoaineena ottomoottoriin. FlexiFuel-autot tulevat varmasti yleistymään, ja niissä E85:n käyttöönotto on vaivatonta. E85:n osuus kilpa-autoilussa Suomessa on vielä epäselvää, ja tätä kirjoittaessa Suomen autourheilun kattojärjestö, AKK, kieltää korkeaseosetanolin käytön kaikissa sen alaisissa moottoriurheilulajeissa (11).

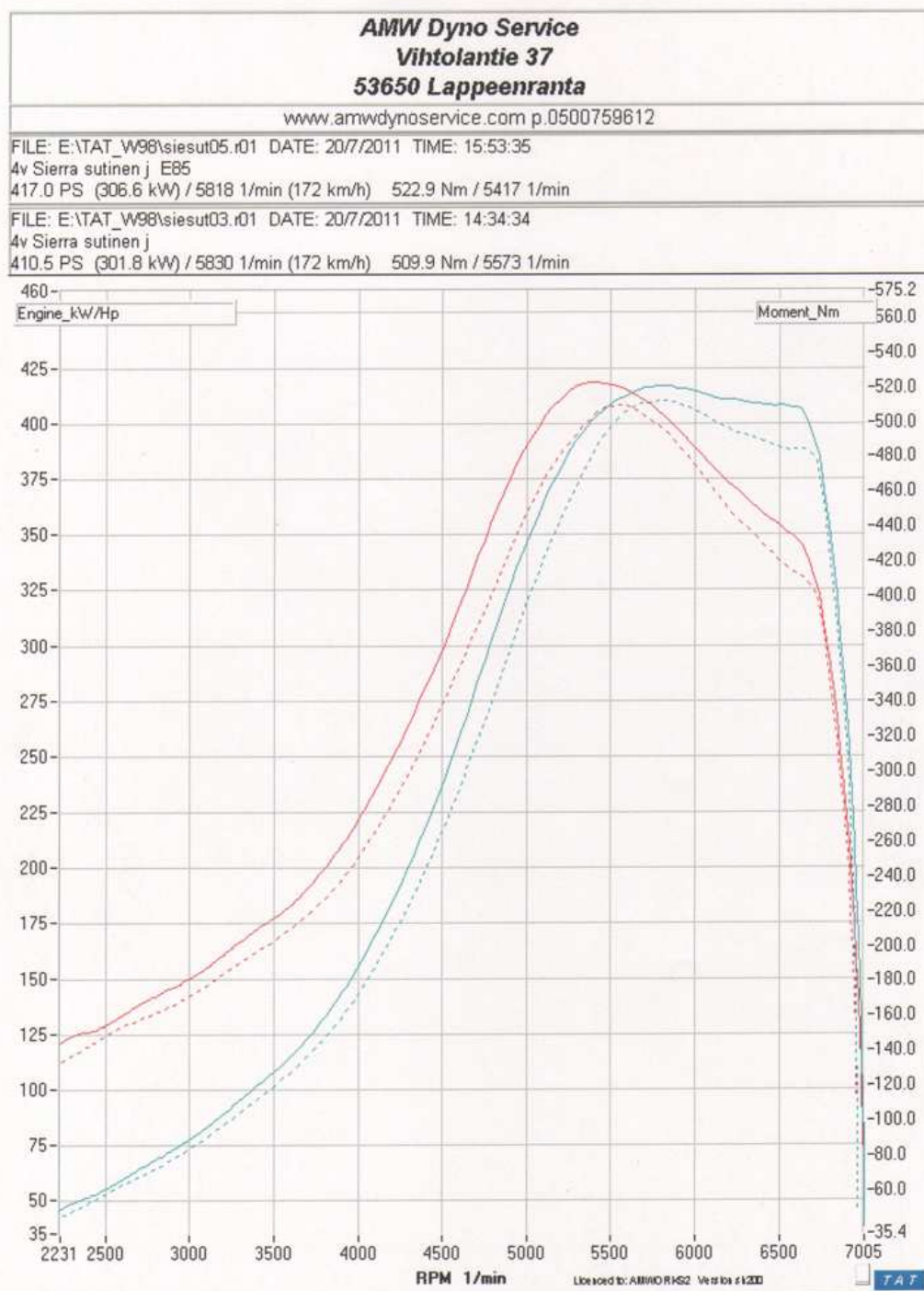
Korkeaseosetanolin käyttöönotto tässä projektissa vaati muutoksia koko polttoaineensyöttö- ja sytytysjärjestelmään. Muutokset näihin järjestelmiin olivat väistämättömiä kun moottorin alkuperäinen suorituskyky päätettiin yli nelinkertaistaa. Kun päätös korkeaseosetanolin käytöstä vahvistettiin oli muutamiin hankittaviin osiin kiinnitettävä erityistä huomiota. Polttoainesuuttimien kokoa suurennettiin vielä 30 %:lla, koska korkeaseosetanolin tiedettiin vaativan suuremman täytöksen. Suuttimien runkomateriaali vaihdettiin ruostumattomaan teräkseen, koska sen tiedetään sietävän korkeaseosetanolia hyvin. Moottorin suuresti kasvaneen polttoainetarpeen johdosta myös kaikki polttoainelinjat vaihdettiin halkaisijoiltaan suuremmiksi ja polttoaineen syöttöä parannettiin asentamalla autoon kaksi kilpailukäyttöön tarkoitettua polttoainepumppua. Myös pumppujen ja putkien materiaaliin kiinnitettiin huomiota mahdollisten syöpymisien välttämiseksi.

Koska muutokset moottoriin olivat niin suuria ettei auton omaa moottorinohjausjärjestelmää ollut enää mahdollista käyttää, päätettiin autoon hankkia Haltech E6A -moottorinohjausjärjestelmä. Haltech mahdollistaa polttoaineen syötön sekä sytytysennakon säädön tarkasti tietokoneella. Uudella moottorinohjausjärjestelmällä saadaan siis sytytysennakko sekä polttoaineensyöttö säädettyä, tämä mahdollistaa moottorin toimimisen suurten muutosten jälkeen.

Opinnäytetyöni tekeminen on opettanut minulle erityisesti ottomoottorin toimintaa tarkemmalta etäisyydeltä sekä tuonut erittäin hyödyllistä tietoa ja taitoa vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttäytymisestä SI-moottorissa. Vaihtoehtoiset energialähteet tulevat varmasti yleistymään lähitulevaisuudessa, joten hyöty tämän opinnäytetyön tekemisestä tulee varmasti vastaan työskennellessäni autoalalla myös jatkossa.

Lähteet

- 1 Öljyn osuus tieliikenteessä. 2011. Verkkodokumentti. Öljyalan keskusliitto. <<http://www.oil.fi/index.php?m=charts&group=8Lähdetieto>>. Luettu 24.8.2011.
- 2 V-Power-bensiini, tuotetieto. 2011. Verkkodokumentti. Shell. <http://www.shell.com/static/fin/downloads/tt/bensiini_vpower_2011.pdf>. Luettu 24.8.2011.
- 3 Laaja tietopaketti flexifuel-tekniikasta ja etanolista. 2011. Verkkodokumentti. Autotoday. <http://www.autotoday.fi/page.php?page_id=4&news_id=200900803>.
- 4 St1 – Suomalainen energiayhtiö. 2011. Verkkodokumentti. St1 Oy. <www.st1.fi>. Luettu . 25.8.2011.
- 5 Kotimainen polttoneste RE85. 2011. Verkkodokumentti. Ford Motor Company. <www.RE85.fi>. Luettu . 25.8.2011.
- 6 Sustainability. 2011. Verkkodokumentti. Ford Motor Company. <<http://corporate.ford.com/about-ford/sustainability>>. Luettu . 25.8.2011.
- 7 Ethanol & E85 Material compatibility. 2011. Verkkodokumentti. IQ Learning Systems. <<http://iqlearningsystems.com/ethanol/downloads/Ethanol%20&%20E85%20Material%20Compatibility.pdf>>. Luettu 25.8.2011.
- 8 Bosch motorsport FP 200 –polttoainepumpun tekniset tiedot. 2011. Bosch Motorsport. <http://www.bosch-motorsport.de/en-US/literature/en-US/FuelPumpFP200_DataSheet_enUS_T6821238411.pdf>. Luettu 30.8.2011.
- 9 A. Graham Bell. 1998. Four-stroke performance tuning. Cambridge. Cambridge University Press.
- 10 Haltech wiring diagram. 2011. Verkkodokumentti. Haltech Engine Management Systems. <http://www.haltech.com/wp-content/uploads/2011/01/e6a_wiring_diagram.pdf>. Luettu 25.8.2011.
- 11 Autourheilun säännöt. 2011. Verkkodokumentti. AKK Motorsport. <<http://multimagazine.fi/index.php?id=saantokirja>>. Luettu 25.8.2011.

Teho- ja vääntökäyrät RE85 ja 98E5

Ahtopainekäyrät RE85 ja 98E5