



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Petri Jaakko Kujala

MEGASQUIRT-MOOTTORIOHJAIMEN ASENNUS JA SÄÄTÖ

Tekniikka ja liikenne
2010

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Petri Kujala
Opinnäytetyön nimi	MegaSquirt-moottoriohjaimen asennus ja säätö
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	42
Ohjaaja	Esko Nykänen

Työssä on tavoitteena pyrkiä selvittämään laitteiston soveltuvuutta opetus-
käyttöön käymällä läpi MegaSquirt rakennussarjaa, sen toimintaa, asennusta ja
säätöä.

Laitteiston asennuksesta tehdään selkeä ohjeistus, jossa korvataan henkilöauton
bensiniinimotorin kaasutin MegaSquirt laitteistolla.

Monista eri osa-alueista koostuvasta MegaSquirt laitteistosta on selkeää
potentiaalia opetuskäyttöön. Osa-alueiden eri variaatioista on mahdollista koota
oppilaiden mielenkiintoa herättäviä opintokokonaisuuksia.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Tietotekniikan koulutus

ABSTRACT

Author	Petri Kujala
Title	MegaSquirt Management System with Installing and Tuning
Year	2010
Language	Finnish
Pages	42
Name of Supervisor	Esko Nykänen

The study aims to determine the suitability of equipment for teaching purposes by going through the MegaSquirt kit, its operation, installation and tuning.

Clear documentation is drawn up about installing of MegaSquirt engine management system in order to replace a gasoline powered passenger car carburettor system.

Many different aspects of the equipment, consisting of MegaSquirt give clear potential for educational use. The different variations of the possible sub-areas provide an interesting option in provoking students to put together training modules.

Keywords MegaSquirt, fuel injection

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	5
2 HENKILÖAUTON POLTTOAINEJÄRJESTELMÄ.....	6
3 MEGASQUIRT.....	8
4 ULKOISET ANTURIT.....	10
4.1 Kaasulämpäanturi.....	10
4.2 Imuilman lämpötila-anturi.....	11
4.3 Moottorin lämpötila-anturi.....	12
4.4 Imusarjan paineanturi.....	12
4.5 Pakokaasunhappianturi.....	12
5 POLTTOAINEEN SYÖTTÖ.....	14
5.1 Polttoainesuuttimet.....	14
5.2 Polttoainepumppu.....	15
5.3 Polttoaineen paineensäädin.....	16
6 LAITTEISTON KOKOAMINEN.....	17
7 ASENNUKSEN OHJEISTUS.....	20
7.1 Polttoaineen syöttö.....	21
7.2 Polttoainesuuttimet.....	22
7.3 Imusarja.....	24
7.4 Lämpötila-anturit.....	26
7.5 Pakokaasunhappianturi.....	28
7.6 Johdotus ja releet.....	28
8 LAITTEISTON SÄÄTÖ.....	31
8.1 Perusasetukset.....	32
8.2 Polttoainekartta.....	35
8.3 Polttoainekartan säätö.....	39
9 PÄÄTELMÄ.....	41
LÄHTEET.....	42

1 JOHDANTO

Nykyajan bensiinikäyttöisistä ottomoottorilla toimivista henkilöautoista kaasuttimet ovat tehneet tilaa elektronisille polttoaineen ruiskutus-laitteistoille, jotka toimittavat polttoaineen kohteeseensa kaasutinta huomattavasti tehokkaammin, tarkemmin ja hienojakoisemmin. Elektroninen ruiskutusjärjestelmä tarkkailee jatkuvasti moottorin lämpötiloja sekä toimintaympäristön muutoksia useita kertoja sekunnin aika. Jos muutoksia havaitaan, muutetaan ohjausta tarpeen vaatiessa. Näin ollen kulutus vähenee ja päästöt pienenevät. Edellä mainitut ominaisuudet ovatkin nykypäivänä elektronisten ruiskutusjärjestelmien nopean kehittymisen takana, ympäristönsuojelun tietoisuuden kasvaminen ja fossiilisten polttoaineiden käytön rajallisuus ovat aiheuttaneet paineita molempien vähentämiseen sekä ruiskutusjärjestelmien kehittämiseen. Tämä kehitys on avannut markkinoita myös edullisille jälkiasennusruiskutuslaitteistoille, kuten MegaSquirt jolla on mahdollista pienellä budjetilla päivittää uudemman teknologian avulla vanhanaikainen kaasutinmoottori niin tehon kuin päästöjen suhteen täyttämään paremmin tämän päivän päästövaatimuksia.

2 HENKILÖAUTON POLTTOAINEJÄRJESTELMÄ

Henkilöauton nelitahtinen bensiinikäyttöinen ottomoottori tarvitsee toimiakseen polttoainetta ja ilmaa sopivana seoksena. Kipinän sytytettyä seoksen moottorissa seuraa räjähdys, joka työntää mäntää, joka taas tuottaa voimaa ajoneuvon liikuttamiseen.

Polttoaineen ruiskutusjärjestelmällä tarkoitetaan bensiiniä ja ilmaseosta moottorille annostelevaa laitteistoa, joka pitää polttoaineen ja ilman suhdetta mahdollisimman optimaalisena moottorin tehon ja kulutuksen kannalta.

Kaasutin on polttomoottorin ensimmäisiä polttoainejärjestelmän muotoja ja se on pitänyt pintansa yksinkertaisuutensa ja matalien valmistus-kustannuksiensa ansiosta jo ensimmäisistä A-Fordeista 1900-luvun alkupuolelta lähtien. Kaasuttimen periaate perustuu imuilman käyttäytymiseen putkessa. Supistuskohdassa kasvattaa ilmavirran nopeutta ja näin syntyy Venturi-ilmiö. Bensiini imetään ilmiön aiheuttaman alipaineen ansiosta uimurikammioista ja näin se sekoittuu imuilmaan muodostaen polttoaine-ilmaseoksen. Monipisteruiskutusjärjestelmässä polttoaine ruiskutetaan paineistettuna hienojakoisena sumuna jokaisen sylinterin omista polttoainesuuttimista lähelle kuumaa imuventtiiliä, jolloin höyrystynyt polttoaine tehostaa palotapahtumaa moottorin palotilassa ja polttoainetalous paranee. Lisäksi elektroninen ohjainyksikkö annostelee oikean polttoainemäärän tarkkaillen moottorin toimintoja.

Roberth Boschin Stuttgartissa 1886 perustama Bosch Group GmbH on markkinoiden johtava polttoaineen ruiskutusjärjestelmien ja niiden osien valmistava yritys. Yritys aloitti jo vuonna 1912 polttoaineruiskutus pumppujen tutkimisen. Ensimmäinen Boschin valmistamalla polttoaineruiskutuksella varustettu sarjavalmistainen 1200 hevosvoimainen lentokoneen moottori tuli markkinoille 1937.

Osasy, joka johti juuri lentokonemoottoreiden ruiskutusjärjestelmien aikaiseen kehitykseen, oli kaasuttimien toimintaongelmat ilmailukäytössä. Nämä seikat vauhdittivat lentokonemoottoreiden polttoaineruiskutuksen kehittelyä.

Vuonna 1951 oli mahdollisuus ostaa sarjavalmisteisessa henkilöautossa ensimmäistä kertaa Boschin valmistama mekaaninen polttoaine ruiskutusjärjestelmää. Vuosi 1967 toi tullessaan markkinoille ensimmäinen Boschin elektronisen polttoaine ruiskutusjärjestelmän D-Jetronic, joka oli saatavilla mm. Volkswagen 1600 TL henkilöautoon. Tämä imusarjan paineella kontrolloitu järjestelmän ohjaus oli toiminnaltaan analoginen laitteisto, tässä vaiheessa vielä täysin ilman minkäänlaista mikroprosessoritekniikkaa. Elektronisen ruiskutusjärjestelmän tulevaisuuden ruiskutuslaitteistona ei ilmeisesti ollut luotettavuudellaan vakuuttanut ostajakuntaa vielä täysin, koska vuonna 1973 Bosch esitteli täysin mekaanisen ruiskutusjärjestelmä CIS – järjestelmän (Continuous Injection system) K-Jetronicin yhdessä uuden elektronisen L-Jetronicin kanssa, jotka yhdessä syrjäyttivät ensimmäisen elektronisen polttoaineruiskutuksen D-Jetronicin. Mekaaninen K-Jetronic olikin kehitysversioineen mukana tuotannossa aina 80-luvun alkupuolelle saakka vaikka ensimmäinen mikroprosessoriohjattu ruisku Motronic esiteltiin jo vuonna 1979, josta polveutuvat nykyiset polttoaineruiskutusjärjestelmät. Bosch on valmistanut, vuoteen 1991 mennessä oli yli 2 miljoonaa Monotroniclaitteistoa. (Robert Bosch 1995)

3 MEGASQUIRT

MegaSquirt on mikrokontrolleripohjainen ohjelmoitava polttoaine ruiskutus ohjausjärjestelmä, laitteistolla on mahdollista korvata polttomoottorissa kaasutin tai polttoaineruiskutusjärjestelmä. MegaSquirtin säätöparametreja on mahdollista muokata normaalilla tietokoneella Windows-pohjaisella ohjelmistolla. Laitteiston kehittäjät, Bruce Bowling ja Al Gippo, huomasivat markkinoilta puuttuvan edullisen ohjelmoitavan jälkiasennuspolttoaineruiskutusjärjestelmän ja alkoivat kehittää ideaa. Ensimmäinen versio ilmestyi vuonna 2002 malliltaan EF1332-moottorinohjain, joka oli joustava ja tehokas, mutta ohjelmoinnin algoritmit vaativat vakavaa syventymistä ohjelmointiin, joten laitteistosta puuttui käyttäjäystävällisyys. Puutteen todettuaan Bowling ja Gippo kehittivät uuden, parannellun version. Tavoitteena oli nyt ohjain, jota olisi helppo ohjata ja sen tulisi soveltua ohjaamaan polttoainesuuttimia laitteessa kuin laitteessa, nimeksi se sai MegaSquirt-I. Konsepti muuttui myös siltä osin edeltäjänsä verrattuna, että siitä tuli kaikille avoin, ohjelmat, piirilevyt, algoritmit ja kaikki muu laitteeseen liittyvä julkaistiin avoimesti. Kaupallisuus jäi näin sivuseikaksi ja laitteistosta tuli enemmän lähinnä opetuksellinen tuote niille, jotka haluavat opiskella ja syventyä polttoaineruiskutuksen ja elektroniikan saloihin. 2005 julkaistiin MegaSquirt-II, joka oli edeltäjänsä vielä varmatoimisempi ja luotettavampi, piirilevystä on tullut jo useampia versioita. Seuraavaksi kehitysversiossa oli läpiladottavien komponenttien korvaaminen pintaliitoskomponenteilla versiossa, joka on kehityskaaren kärjen tämän hetkinen malli MegaSquirt-III.

Työssä käytettävä ohjain on MegaSquirt-I ja piirikortin kehitysversio on malliltaan 2.2V, joka on toteutettu läpiladottavilla komponenteilla. Laite perustuu Flash pohjaisen Motorola MC68HC908GP32 mikrokontrollerin ympärille, joka on tehty kestäämään 10 000 ohjelmointikertaa ja sen kestoikäksi ilmoitetaan 20 v. Sisäinen väylä käyttää kahdeksan megahertsin taajuutta ja se sisältää sisäisen A/D muuntimen. Säätöparametrien ohjelmointi tapahtuu tietokoneella Windows-

alustalla toimivalla ohjelmistolla Rs232 kaapelin kautta. Tarvittavat parametrit voidaan ohjelmoida uudelleen, jopa moottorin käydessä.

Ohjaimella voi valita ohjattavaksi polttoaineruiskutuksen, joko yksipisteruiskutusena, jolloin moottorille ruiskutetaan polttoainetta yhdellä isokokoisella suuttimella tai monnipisteruiskutusena, jolloin jokaiselle sylinterille on oma suuttimensa. Pelkkää polttoaineruiskutusta käytettäessä suihkutuksen tahdistamiseen riittää normaalin sytytyspuolan navalta saatu moottorin kierroslukutieto. Ohjaimen ominaisuuksiin kuuluu bensapumpulle ohjaimessa oma 500mA ulostulo. Mahdollisuus on myös muihin ohjelmoitaviin ulostuloihin, joita voi käyttää, esim. jäähdyttäjän tuulettimen ohjaukseen moottorin lämpötilan mukaan, vaihtovalolle, nakutuksentunnistimelle ym. Ohjaimen kanssa suoraan toimivina antureina käytetään runsaslukuisesti valmistettuja General Motorsin antureita ja lähes minkä tahansa, anturien käyttö on mahdollista pelkällä ohjelmisto muutoksella. Riippuen ohjaimen koodin versiosta on tuoreemmissa koodeissa mahdollisuus myös sytytyksen ohjaukseen, joko hukkakipinäpuolalla tai jakajasytytyksellä.(MegaSquirt tekniset tiedot. 2008.)

4 ULKOISET ANTURIT

MegaSquirt-laitteisto tarvitsee tietoja moottorin toiminnasta pitääkseen seossuhteen oikeana ennakkoon määriteltyjen polttoainekartaston parametrien mukaan. Ohjainyksikön on tiedettävä jatkuvasti millä kierrosluvulla moottori toimii, mitkä paineet vallitsevat imusarjassa, kaasuläpän asento jne. Tiedot sen hetkisestä moottorin toiminnasta ohjain saa ne eri puolille moottoria ja moottoritilaan sijoitetuista antureista. Anturit ovat keskusyksikön ”tuntoelimiä”, joilla se saa tietoa moottorin toiminnasta ja muutoksista.

Anturit lähettävät yleensä mitattavan määreensä vastusarvojen muutoksena, paitsi pakokaasujen happianturi (Lambda), joka lähettää tiedon voltteina. A/D-muunnin muuntaa tiedot digitaaliseen muotoon, jota prosessori osaa tulkita ja reagoi välittömästi moottorin tarpeiden muutoksiin, pitäen moottorille suuttimilla ruiskutettavan polttoaineen ja siihen sekoittuvan ilman suhteen oikeana ympäristön, moottorin lämpötiloista ja kuormitus olosuhteista huolimatta.

4.1 Kaasuläppäanturi

Kaasuläppäanturi tutkii kaasuläpän asentoa moottorin eri käyttötilanteissa, ja antaa tietoa ohjainyksikölle kaasuläpän eri asennoista.

Kaasuläpän liikkeen asteluvut ohjainyksikkö saa anturin antamista vastusarvojen muutoksista, jotka aiheutuvat kaasuläppäanturin sisällä olevan kupariluiskan päällä liikkuvasta viuhkasta. Läppäanturi antaa liikeradan eri kohdissa erisuuruisia vastusarvoja joista ohjainyksikkö pystyy määrittelemään missä kulmassa läppä kullakin hetkellä on. AD muunnin muuntaa nämä vastusarvot digitaaliseen muotoon, joita prosessorin on helpompi tulkita.

Läpän asentotiedosta, moottorin kierrosluvusta ja imusarjassa vallitsevasta paineesta keskusyksikkö päättelee moottoriin virtaavan imuilman määrän oikean

polttoaineseoksen määrittämiseksi. Kuvassa 1 näkyy toiminnaltaan potentiometrityyppinen MegaSquirt käyttöön soveltuva kaasulämpöanturi.



Kuva 1. Kaasulämpöanturi

4.2 Imuilman lämpötila-anturi

Imusarjan lämpötila-anturi tutkii moottorin imusarjaan virtaavan ilman lämpötilaa. Ohjainyksikkö korjaa seoskarttoja anturin antaman lämpötilan vaihtelun mukaan.

Sijoitus on yleensä imusarjassa, mutta voi mahdollisesti sijaita myös ilmanpuhdistimessa tai sen läheisyydessä, yleensä paikassa, joka kertoo realistisen moottorin käyttämän imuilman lämpötilan.

Tyypiltään lämpöanturina on NTC-vastus, joka antaa erilaisia vastuslukemia 15 000 ja 200 ohmin väliltä, riippuen mitattavasta lämpötilasta.

AD-muunnin muuntaa arvot ohjainyksikön paremmin tietoja ymmärtävään digitaaliseen muotoon.

Vapaasti hengittävissä moottoreissa imuilman anturina toimii suljettu malli, ahdetuissa moottoreissa tulisi käyttää nopeammin reagoivaa avoimella elementillä varustettua mallia, koska imuilman painenvaihtelu aiheuttaa nopeita muutoksia

imuilman lämpötiloihin ja muutoksien mukana pysyminen on tärkeää ohjainyksikön saamien täsmällisten tietojen kannalta. Hitaasti saatu tieto voi aiheuttaa ongelmia oikean seossuhteen muodostuksessa määrätyillä kierrosalueilla ja näin moottorin teho ei ole joka hetki paras mahdollinen.

4.3 Moottorin lämpötila-anturi

Toimintaperiaatteeltaan moottorin lämpötila-anturi on samankaltainen NTC-vastustyyppinen kuin imuilmankin, mutta anturin mittaava kärkiosa on varustettu suljetulla elementillä. Suljetun elementin miinuspuolena on sen hitaus, mutta anturin toimintanopeus on riittävä veden lämpötilavaihteluiden mittaamiseen. Ohjainyksikkö tarvitsee anturin antamaa tietoa lähinnä kylmäkäynnistys-seoksen rikastuksen ajallisen keston määrittelemiseen.

4.4 Imusarjan paine anturi

Imusarjan paineanturi eli MAP (Manifold Air Pressure) tutkii moottorin imusarjassa vallitsemaa painetta. Tietoa käytetään seoksen muodostamiseen kuormitustilanteissa esim. ylämäki ja moottorijarrutuksissa jolloin polttoaineen syöttö katkaistaan sekä korkeus erojen ilmanpaineen muutoksien kompensoinnissa. Ilmanpaineanturin antamaa tietoa käytetään myös yhtenä kolmesta muusta muuttujasta, joiden perusteella ohjainyksikkö määrittelee moottoriin virtaavan ilman määrän moottoriin seossuhdetta määritettäessä.

Anturi voi sijaita erillisenä yksikkönä konehuoneessa tai ohjainyksikön yhteydessä, jolloin johdotuksista johtuvat häiriöiden mahdollisuudet pienenevät.

4.5 Pakokaasunhappianturi

Pakokaasunhappianturi sijaitsee moottorin pakosarjassa, se tutkii pakokaasujen jäännöshapen määrää pakokaasuissa ja antaa tietoa ohjainyksikölle moottorin polttoaineen seossuhteesta. Anturin toiminta perustuu pakokaasuissa olevien happi-ionien aiheuttamaan jännite-eroon Pakokaasunhappianturin ja ulkoilman hapen kanssa. Anturi lähettää tiedon jännitteenä (0-1V), viesti muunnetaan A/D-muuntimessa digitaaliseksi ohjainyksikölle. Säätohjelma muuntaa tiedon

polttoaineseosta kuvaavaksi arvoksi näytölle. Pakokaasunhappianturin asteikko määräytyy ilman ja polttoaineen suhteesta kiloina. Stökiometrinen suhde on ideaalinen seos- suhde ilman ja bensiinin välillä palamisreaktion kannalta, jolloin ilman ja polttoaineen suhde on 14.7:1. Tällä suhdeluvulla, jota merkitään Lambdaksi arvo on 1.00, rikkaalla seoksella arvo on 0.9 ja laihalla seoksella suurempi kuin 1. Kuvassa 2 on Boschin valmistama 1-johtoinen kapeakaistainen pakokaasunhappianturi. (Mauno Esko. 1990.)



Kuva 2. Pakokaasun happianturi

5 POLTTOAINEEN SYÖTTÖ

Polttoaineen syöttölaitteisto toimii ohjainyksikön elektronisen toiminnan ja mekaanisesti tapahtuvan polttoaineen syötön rajapinnassa, ryhmään kuuluvat seuraavat komponentit polttoainepumppu, paineensäädin ja polttoainesuuttimet. Näiden tehtävä polttoaineen ruiskutuslaitteistossa on polttoaineen siirto tankista moottorille, polttoaineen paineen pitäminen tasaisena eri kuormitustilanteissa ja Polttoaineen suihkutusta imuilmaan.

5.1 Polttoainesuuttimet

Polttoaine suihkuttajana moottoriin ruiskutuslaitteistossa toimii suutin, jollainen on kuvassa 3. Toimintaperiaate suuttimella on magneettiventtiili- tyyppinen, sisältäen neulaventtiilin, joka on lepotilassaan sulkeutuneena jousikuormalla, aktivoituneena ohjainyksiköltä ohjainvirran saaneena suuttimen sisällä oleva solenoidi aukaisee neulaventtiilin, jolloin polttoaine suihkuu moottoriin. Itse tapahtuman vaatima aika on noin 1.ms luokkaa, riippuen moottorin senhetkisestä kierrosluvusta ja kuormitustilanteesta. Suuttimien aukioloaika määrittelee polttoaineseoksen muodostuksen, mitä pitempi aukioloaika sitä enemmän polttoainetta ehtii virrata ja seosmuodostus on rikkaampi ja lyhyellä aukioloajalla päinvastoin. Suuttimien koko ilmoitetaan yleensä läpivirtaavan polttoaineen määrän yksikkönä cc/min, jälkiasennus ruiskutussuuttimia on saatavina moniin eri kokoluokkiin. Suuttimia on joko korkea (12–16 Ω), matala impedanssisia (alle 3 Ω). Korkeaohmiset suuttimet eivät vaadi MegaSquirt käytön yhteydessä virran rajoitusta. Virtakestoisuuden takia matala impedanssille suuttimille joudutaan käyttämään joko vastuksia tai pulssileveysmodulointia virranohjausta (PWM) mikä on ohjelmallinen ominaisuus MegaSquirt-ohjaimessa.



Kuva 3. Polttoainesuutin

5.2 Polttoainepumppu

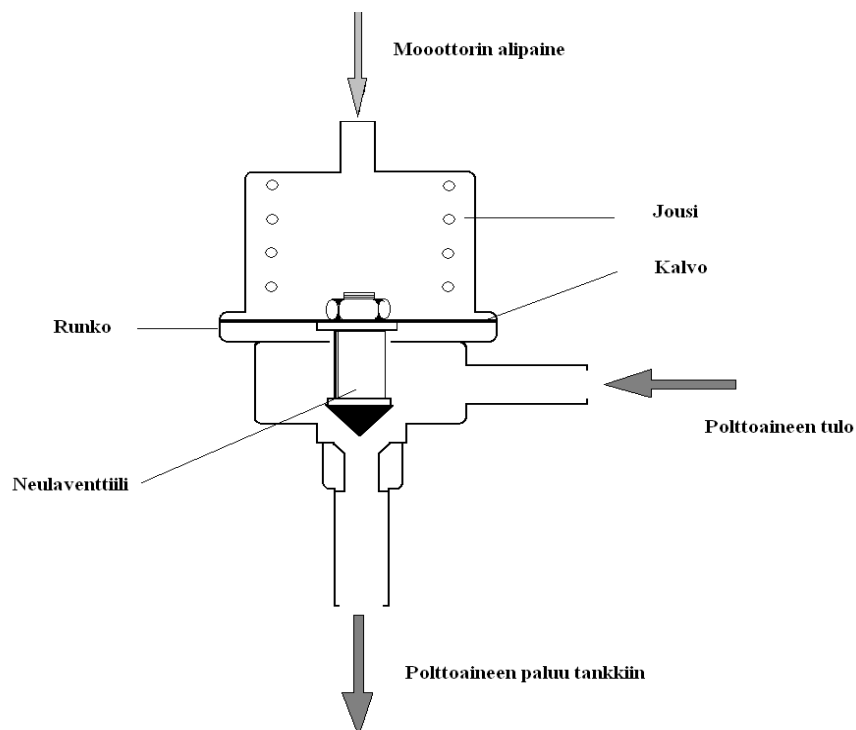
Ruiskutuslaitteistoissa käytettävät korkeapainepolttoainepumput jakaantuvat pääosin kahteen ryhmään, tankin sisäisiin ja ulkoisiin pumppuihin, lisäksi pumput voidaan jaotella vielä paineen tuottamisen periaatteen mukaan. Tankin sisäiset pumput on nimensä mukaisesti sijoitettu tankin sisälle ja ulkoiset pumput tankin ulkopuolelle. Etuna sisäisillä pumpuilla on lähinnä äänenvaimennus ja jäähdytys kun taas huonoina puolina on huoltotoimenpiteiden hankaluus, ulkoisen etuna on huollon helppous ja huonoina puolina äänekkyyys.

Sähköiset polttoainepumput ovat koteloituja kompakteja sähkömoottoreita, joiden läpi johdetaan polttoaine, joka samalla jäähdyttää sähkömoottorin komponentteja. Sisään menossa on yleensä karkea suodatus ja purkauspäässä on takaiskuventtiili.

5.3 Polttoaineen paineensäädin

Polttoaineen paineensäädin on kuvan 4 mukainen täysin mekaanisesti toimiva laite, paineen säädön suorittaa neulaventtiiliin, joka kontrolloi painetta rajoittamalla polttoainetankkiin takaisin menevää polttoaineen määrää. Neulaventtiiliin liikkeisiin vaikuttaa jousikuorma ja kalvon yläpuolelle oleva moottorin alipaine.

Laitteen tehtävä on pitää suuttimille polttoainepumpulta tulevan kiinteäksi määrätyn polttoaineen paine vakiona suhteessa imusarjan paineeseen. Polttoaineen käyttöpaine, joka yleisesti noin 3Bar, on pääsääntöisesti tuotantomalleissa kiinteästi säädetty haluttuun arvoonsa. Polttoaineen paineensäätimiä on myös saatavana säädettävänä, joilla voi tarvittaessa suuttimien tuottoa pelkällä painetta nostamalla jossain määrin kasvattaa. On myös olemassa ahtopaineen mukaan progressiivisesti painetta nostavia versioita.

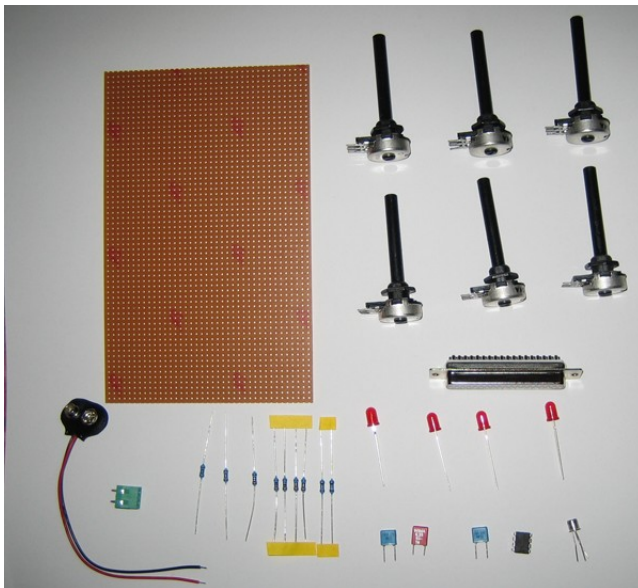


Kuva 4. Polttoaineen paineensäädin

6 LAITTEISTON KOKOAMINEN

Laitteisto tilattiin rakennussarjana kotimaiselta elektroniikka komponentteja myyvältä yritykseltä. Rakennussarja sisältää kaiken tarvittavan ohjainyksikön rakentamiseen, kotelon, liittimet, komponentit, 1.5bar paineanturin, Bowlin& Grippon suunnitteleman alkuperäisen mallisen piirilevyn ja Motorolan MC68HC908GP32 mikrokontrolleri. Lisäksi hankittiin ohjainyksikön testilaite sekä RS232/USB muuntava välijohto tietokoneen kytkemiseksi laitteistoon.

Itse rakennussarjan kokoaminen on hyvä aloittaa kuvan 5 mukaisella MegaSquirt Simulator-testilaitteen kokoamisella.



kuva 5. MegaSimulator osina

Aloitettaessa simulaattorin kokoamisella saa tuntumaa juotoskolviin ja muihin asennuksiin liittyviin toimintoihin, ennen varsinaisen MegaSquirtin-piirilevylle tapahtuvaa komponenttien asennusta ja juotosta.

Työkaluiksi varattiin Welleman VT-SS5 50w säädettävää juotoskolvi, juotostinaa sekä sivuleikkurit.

Simulaattori kasattiin sille tarkoitetun erillisen ohjeen mukaan yleismalliselle kuvassa 9 näkyvälle reikälevylle vieressä näkyvistä komponenteista.

Testilaitteistoa käytettäessä se liitetään ohjainyksikön liittimeen db-37. Ohjainyksikön saa myös käyttöjännitteen testialustaa kytketyn pariston kautta, testilaitteen säädettävillä potentiometreillä voidaan simuloida eri anturien toimintaa ja ledeillä on simuloitu suuttimien ja polttoainepumpun toimintaa.

Simulaattoria on hyvä käyttää myöhemmin laitteiston tutustumiseen ja säätötoimenpiteiden ominaisuuksien hallintaan. Testialustalla voi myös kokeilla käytettävien antureiden toiminnan paikkansapitävyyttä sijoittamalla ne potentiometrien tilalle ja vertailemalla samanaikaisesti toisella lämpömittarilla ympäristön lämpötilaa säätöohjelman antamiin tuloksiin.

Varsinaisen ohjaimen kokoaminen aloitettiin mukana tulleen selkeän suomenkielisen ohjeistuksen tutkimisella. Ohjeessa kerrottiin selkeästi ja seikkaperäisesti komponenttien paikat, asennusjärjestyksen ja testausvaiheet sekä oikean juotostekniikan tärkeydestä. Komponentti sijoitetaan piirilevylle ja juotetaan paikoilleen ohjeen mukaan. Kokoamisen ohjeessa edetään aina vaihe kerralla, joiden osa-alueet on jaoteltu toiminnan mukaan: virransyöttö, sarjaliikenne, kellopiiri ja output. Ensimmäinen juotettava osakokonaisuus ohjeessa on virransyöttö, ensimmäiset piirilevylle ladottavat komponentit ovat liittimet DB-37, DB9 ja 40 pinninen IC-kanta, jotka asetetaan piirilevylle ja juotetaan ohjeiden mukaan paikoilleen. Tämän jälkeen juotetaan virransyötön muut komponentit paikoilleen ohjeen mukaan. Jokaisen osakokonaisuuden jälkeen suoritetaan komponenttien toimivuus megasimulaattorilla. Tästä jatketaan kunnes kaikki komponentit on juotettu sekä väli-että lopputestaukset Megasimulaattorilla suoritettu, jolloin valmiina tulisi olla kuvan 6 mukainen MegaSquirt moottorinohjain.



Kuva 6. MegaSquirt-polttoaineen ruiskutuksen ohjain valmiina

7 ASENNUKSEN OHJEISTUS

Ohjeistuksen tarkoituksena on antaa tietoa asennuksesta moottoriin mahdollista MegaSquirt-rakennussarjan opetuskäyttöä silmällä pitäen.

Ohjeistus painottuu ajoneuvoon asennukseen ja säätämiseen koska juuri ne ovat toteutukseltaan hankalimmat vaiheet. Asennusohjeistuksen esimerkkipöytäkirjana käytetään Volvo Amazon vuosimallin 1969 henkilöautoa, joka on varustettu B20A-kaasutinmoottorilla.

Henkilöauton bensiinikäyttöiseen kaasutinmalliin MegaSquirt-järjestelmää asennettaessa muutostyö on perusteellisempi kuin polttoaineen ruiskutusjärjestelmälliseen malliin, mutta ohjeistuksen perusteellisuuden ja selkeyden kannalta tämäkin seikka on vain positiivinen asia.

Ajoneuvon vanhempi ikä helpottaa myös muutoksenjärkeistä tieliikennekäyttöön saattamista pakokaasupäästöjen vapaampien lainsäädäntöjen osalta.

Tarvittavat tarvikkeet

MegaSquirt-ohjainyksikkö

releet

sulakerasia

ulkoiset anturit

sähköjohtoa, liittimiä

Polttoainejärjestelmä

suuttimet ja jakotukki

polttoainepumppu

polttoaineen paineensäädin

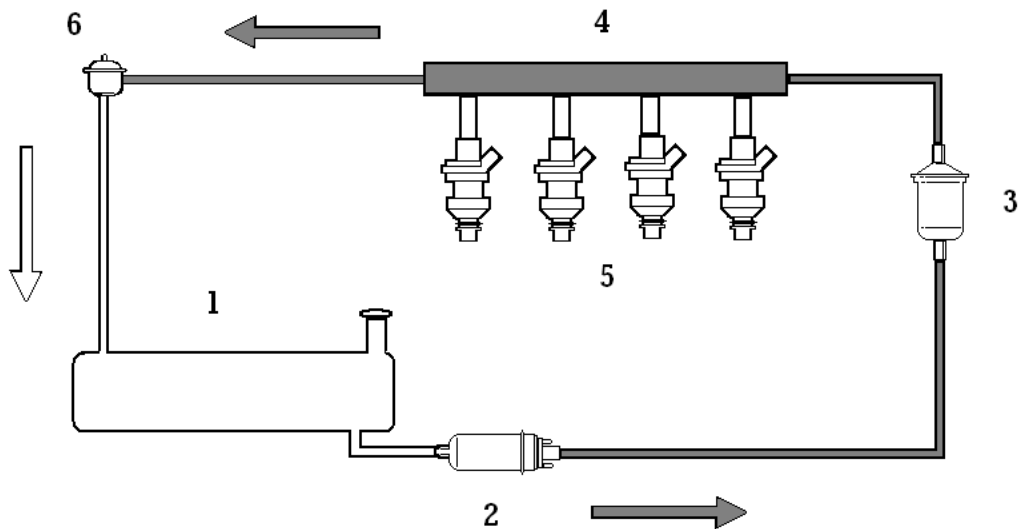
imusarja

kaasuläppä

polttoaineletkua ja liittimiä

7.1 Polttoaineen syöttö

MegaSquirt-ruiskutuslaitteisto tarvitsee kuvan 7 mukaisen polttoaineen syöttölaitteiston johon kuuluu: korkeapainepumppu, paineensäädin sekä tulo- ja paluulinjat polttoainetankilta.



kuva 7. 1. polttoainesäiliö 2. polttoainepumppu 3. polttoainesuodatin 4. polttoaineenjaketukki 5. polttoainesuuttimet 6. paineensäädin

Kaasuttimella varustetuissa vanhemmissa henkilöautoissa on yleensä vain yksi polttoainetankilta moottorille tuleva polttoainelinja, koska polttoaineen matalan paineen säätö tapahtuu kaasuttimessa neulaventtiilillä. Näin ollen se ei tarvitse erillistä säädintä ja paluulinjaa.

Esimerkkitapauksessa polttoainelinjat uusittiin kokonaan käyttämällä 10 x 1mm pintakäsiteltyä metalliputkea josta tehtiin erilliset meno- ja paluulinjat auton alle alkuperäisen polttoainelinjan vedon mukaisesti. Polttoaineen korkeapainepumppuna käytettiin tankin sisäistä yleismallin Walbron GSS-342-tarvikepumppua, joka sijoitettiin kuvasta 7 poiketen tankin sisälle. Pumpulle asennettiin tankin sisään myös keräyssäiliö, joka pitää polttoaineen jatkuvasti bensiinipumpun imuaukossa olevan imusiivilän ympärillä polttoaineen loiskumisesta huolimatta.

Moottorin suuttimille menevään tulolinjassa ennen suuttimia, käytettiin normaalia henkilöauton ruiskujärjestelmänsuodatinta suodattamaan mahdolliset epäpuhtaudet polttoaineesta.

Suodattimen yhteyteen tuli myös mittari polttoaineen paineen tarkkailua varten. Linjassa seuraavana sijaitsee suuttimien jakotukki sekä siihen kiinnittyvät suuttimet. Viimeisenä komponenttina polttoainelinjassa on paineensäädin (kuva 7 osa nro. 6), joka pitää suuttimille menevän polttoaineen paineen vakiona ja ohjaa ylimääräisen polttoaineen paluuta putkiston kautta takaisin polttoainesäiliöön.

7.2 Suuttimet

Suuttimien valintaan vaikuttaa moottorin polttoaineen tarpeen määrä sekä suuttimien lukumäärä. Suuttimien tuotto tulisikin mitoittaa vastaamaan moottorin tarpeita, jotta säätäminen ei hankaloidu. Liian isot suuttimet aiheuttavat ongelmia säädöissä jolloin suuttimien aukioloaikaa joudutaan pitämään tyhjäkäynnillä erittäin pienenä ja liian pienten suuttimien tuotto voi loppua kesken, mikä pahimmassa tapauksessa voi johtaa moottori vaurioon.

Moottorille sopivien suuttimien tuoton laskentakaavaan tulisi arvioida osapuilleen moottorin kehittämä hevosvoimamäärä.

Kohteen vuoden 1969 Volvo B20A kaasutinmoottori on rakennettu vastaamaan mekaanisilta osilta Volvon vuoden 1973 D-Jetronic polttoaineen ruiskutuksella varustettua B20E-moottoria, Volvon ilmoittama teho moottorille on 135 hv. Taulukosta 1 ilmenee E-mallin muutokset A-mallin moottoriin verrattuna.

Taulukko 1. Moottori mallien erot

Volvo B20	A	E
Polttoaineen syöttö	1kpl Zenit-Stömberg kaasutin	D-Jetronic polttoaineen ruiskutus
Puristus suhde	8.5:1	10,5:1
Venttiilit	Imu 42mm Pako 38	Imu 44 Pako38
Nokka-akseli	Malli A 260 ast. Nosto 9,5 mm	Malli K 277 ast. Nosto 10.8 mm

Moottoritehoa tarvitaan antamaan karkea suuntaa antava arvio moottorin tarvitsemien suuttimien koosta. Käytettävä kaava on peräisin MegaSquirt-internet sivulta ja se perustuu moottorin tuottamaan arvioidun hevosvoimamäärän käyttämään polttoaineen kulutusarvoon (BSFC) jaettuna suuttimien määrällä ja suuttimien käyttöasteella. Polttoaineen kulutusarvolle kaavassa käytettävä luku on välillä 0.42–0.58. Alueen alkupää on vapaasti hengittävälle ja yläpää on ahdetulle moottorille.

$$\text{Suuttimien koko} = \text{Hv} * \text{BSFC} / (\text{suuttimien lukumäärä} * \text{käyttöaste}) \quad (1)$$

Esim. malli kohteen Volvo B20-moottorin suuttimien laskemisesta

BSFC arvoksi valittiin	0.50
Teho	135 hv
Käyttöaste	85 %
Suuttimien lukumäärä	4kpl

$$\frac{135 \cdot 0.50}{4 \cdot 0.85} = 19.853$$

Kaavan ilmoittaman karkeasti arvioidun tuloksen perusteella suuttimen tuotto tulisi sijoittua 85 %:n aukioloajalla noin 20 lb/h lähettyville, tulos kerrottuna 10.5 saadaan se muunnettua ml/min, tällä muunnoksella saadaan arvio paremmin

Euroopassa käytetyksi yksiköksi eli ml/min, jolloin saatu arvio suuttimien virtauksesta sijoittuisi 210 ml/min tuntumaan.

Autopurkamolta hankittiin kaksi suutinsarjaa jälleen Saab 900 henkilöautosta.

1 sarja Bosch 0280150711 tuotto 200 ml/min

2 sarja Bosch 0280155002 tuotto 259 ml/min

Laskukaavion arvion mukaan molemmat sarjat soveltuisivat tuoton mukaan ja lisäksi ne ovat korkeaimpedanssisia (12–16 Ω), joten suuttimet kestävät suoraan 12v ohjausjännitteen. Suuttimina on myös mahdollista käyttää matalaimpedanssisia suuttimia (yleensä alle 3 Ω) jolloin tulee käyttää suuttimien yhteydessä joko erillisiä etuvastuksia tai pulssimoduloitua virranrajoitusta.

Valinnassa päädyttiin 259 ml/min tuottaviin suuttimiin, koska tuotto riittää laskelmien perusteella arvioituun moottorin noin 135hv tehoon suuttimien 85 % käyttöasteella.

Suuttimien polttoaineen paineensäätimeksi valittiin autopurkamolta hankittu Saabin Bosch 0 280 160 706 3 Bar toimintapainetta suuttimilla pitävä malli. (MegaSquirt Megamanual. 2010.)

7.3 Imusarja

Pohjana käytetään Volvo 142 sarjan mekaanista K-Jetronic-imusarjaa moottorista, joka on tyyppimerkinnältään B20E. Ulkoisilta kiinnitysominaisuuksiltaan imusarja on samanlainen kuin kaasutinversion imusarja, näiltä ominaisuuksilta se sopii suoraan käytettävään moottoriin, sen sijaan suuttimien ja kaasuläpän sovittamisessa jouduttiin tekemään muutamia muutoksia käytettävään imusarjaan.

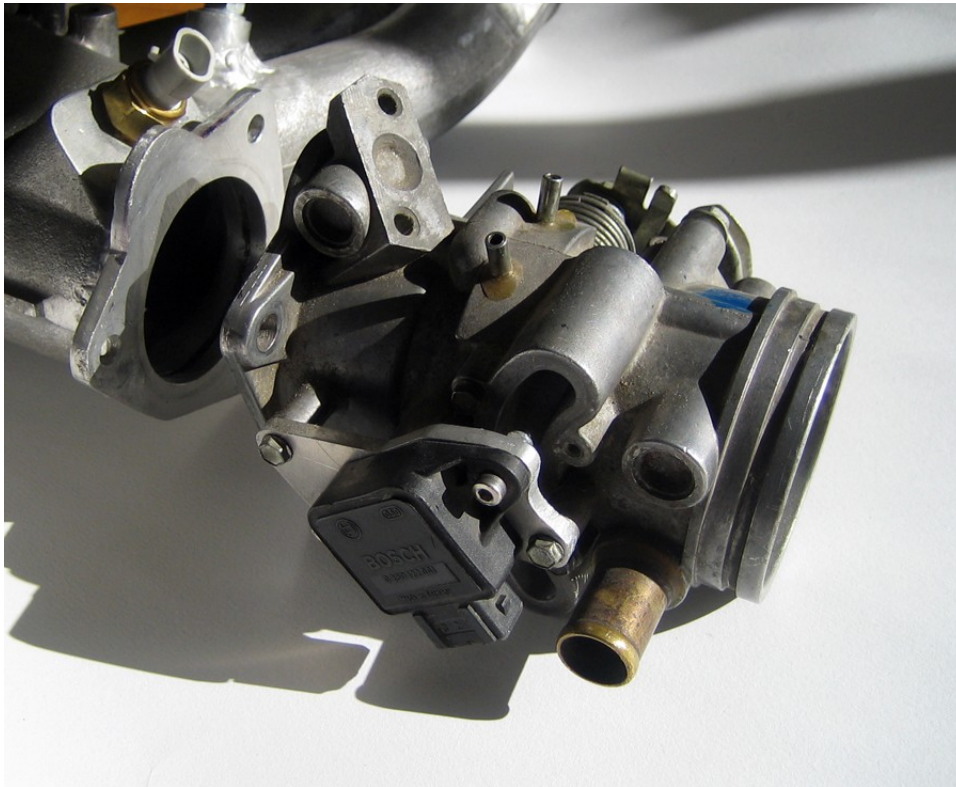
K-Jetronic ruiskumallissa on mekaaniset suuttimet, jotka sijaitsevat moottorin sylinterikannessa. Sähköiset suuttimille sijaitsevat imusarjassa tästä syystä ne jouduttiin sijoittamaan imusarjaan, asennuksen helpottamiseksi niille hitsattiin imusarjaan asennusholkit jotka näkyvät kuvassa 8.



Kuva 8. Suutin holkit

Myös kaasuläpän anturin paikka puuttui imusarjasta, koska mekaaninen ruiskutusjärjestelmä ei tätä toimintoa tarvitse. Imusarjan alkuperäinen kiinteä läppä poistettiin huonokuntoisena. Tilalle hitsattiin laippa, joka näkyy kuvassa 8. Tähän kiinnitettiin M8 kuusiokolo pulteilla läppäkotelon Saab merkkisestä henkilöautosta.

Läppäkotelon alkuperäinen läppäanturi oli toiminnaltaan vain täyden kaasun ja tyhjäkäynnin tunnistava malli, joten tilalle oli sovitettava MegaSquirtin käyttöön soveltuva potentiometrityyppinen anturi. Bosch nr.123092039 (kuva 1) läppäanturi on toiminnaltaan oikeantyyppinen ja tarkoitukseen hyvin soveltuva malli ja lisäksi se vaatii vain 3 mm alumiinilevystä tehdyn adapterin sopiakseen Saabin läppärunkoon, joka näkyy kuvassa kuva 9.



Kuva 9. Lämpärungon laippa ja kaasulämpöanturi adapterineen

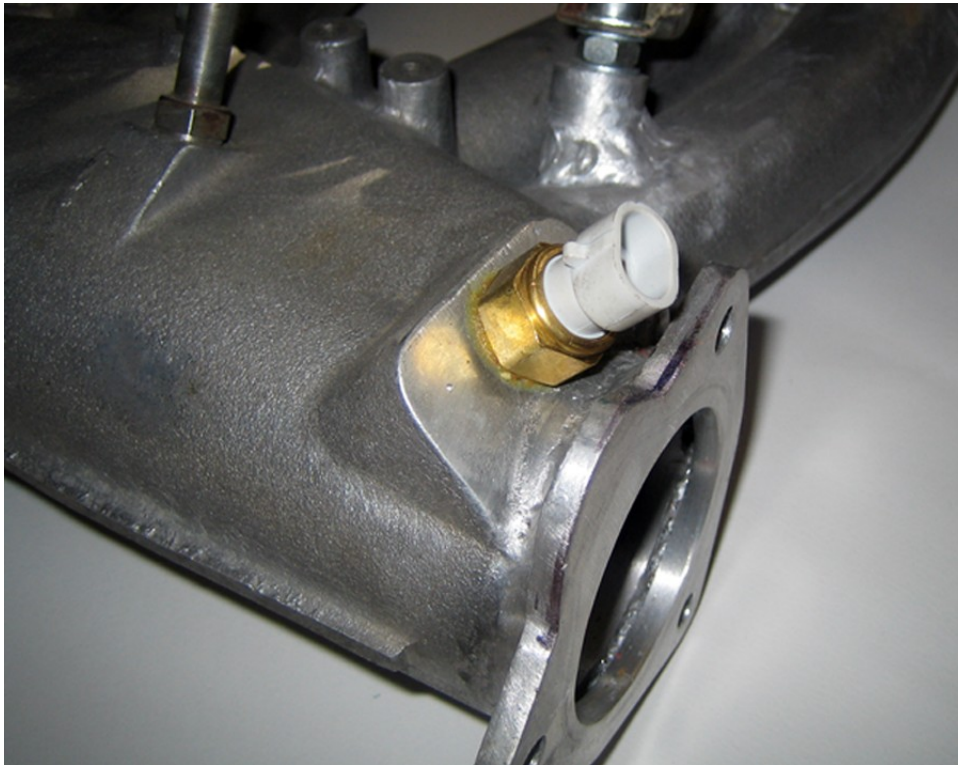
MegaSquirtia asennettaessa moottoriin, joka on varustettu elektronisella polttoaineen ruiskutusjärjestelmällä ei imu-sarja yleensä vaadi muutoksia, näissä malleissa olevia suuttimia sekä antureita voidaan käyttää suoraan olettaen, että ne ovat MegaSquirt käyttöön soveltuvaa mallia.

7.4 Lämpötila anturit

MegaSquirt laitteisto on alun perin kalibroitu GM (General Motors) lämpöantureille, mutta Easyterm-ohjelman avulla voidaan käyttää muitakin antureita. Ohjelmaa varten tulee käytettävästä anturista tietää kolme eri lämpötilan antamat vastusarvot, näistä tiedoista Easyterm pystyy tekemään ladattavat tiedostot, joilla ohjainyksikkö kalibroitu halutuille antureille.

Volvon B20-moottorissa valittiin käytettäväksi imuilman lämpötilan mittaamiseen Standardin tarvike valmistajan anturia no 091769 00259 6, joka vastaa MegaSquirtin suosittelemaa GM 25036751-anturia kuva 10. Avoin malli valittiin lähinnä moottorin myöhempää ahtamista silmällä pitäen. Imusarjaan kierrettiin

kartiokierretapilla anturin 3/8-18 NFT kierre umpeenhitsatun käynnistys-suuttimen paikalle, näin anturi sijoittuu välittömästi kaasuläpän jälkeen kohtaan, jossa imusarjaan sisään virtaava ilman lämpötilan mittauspiste on mahdollisimman kaukana moottorin säteilemästä lämmöstä, joka voi aiheuttaa anturin mittaustuloksien vääristymisiä.



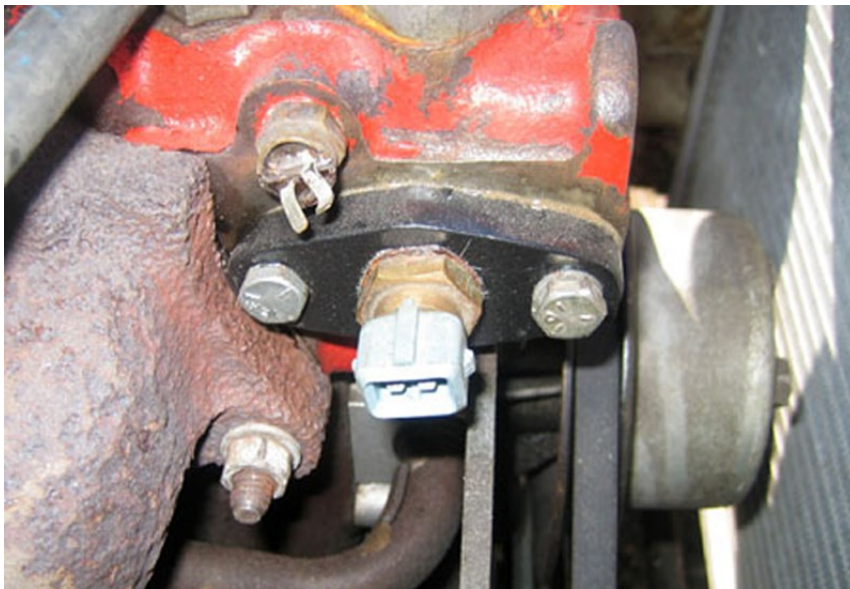
Kuva 10. Ilmalämpöanturi asennettuna imusarjaan

Veden lämpötilan anturina käytettiin Bosch 7525 603 anturia siitä huolimatta, että se ei ollut amerikkalaisvalmisteinen lämpötila-anturi, valintaan päädyttiin, koska se saatiin edullisesti autopurkamosta muiden osien haun yhteydessä.

Anturin toiminnan soveltuvuus tutkittiin kytkemällä kyseinen anturi testilaitteistoon potentiometrin tilalle. MegaTune säätöohjelma näytti anturilla ympäristön lämpötilaa mitattaessa lähes samaa arvoa keskusyksikölle kuin Mastech MY64-digitaalinen yleismittarin lämpötilan mittausta. Mittaustulosten eroavaisuus oli vain yksi celsius aste, joten mittatarkkuus on tarkoitukseen riittävä..

Anturille löytyi paikka sylinterin kannesta (kuva 11) 1sylinterin pakokanavan läheisyydestä. Kohdassa sijaitsee teräslaipalla peitetty aukko, joka korvattiin tukevammalla ainevahvuudella olevalla laipalla anturin kiinnityksen vaatiman kierteityksen tukevoittamiseksi.

Anturin kiinnitystä varten kierrettiin laippaan M10x1.5 mm kierre, anturi kiristettiin paikoilleen, lisäten kierteisiin Loctite 2233-kierrettiivistettä.



kuva 11. Moottorin lämpötila-anturin sijoituskohta

7.5 Pakokaasunhappianturi

Pakokaasunhappianturi tulisi kiinnittää kohtaan jossa se saavuttaa anturin toiminnan kannalta riittävän $< 350\text{ °C}$ lämpötilan.

Paikaksi valittiin kohta, jossa erilliset pakoputkistot yhdistyvät heti pakosarjan jälkeen yhdeksi kollektoriputkeksi. Anturille hitsattiin putken yläpuolelle M18x1,5 mm kiinnitysmutteri.

7.6 Johdotus ja releet

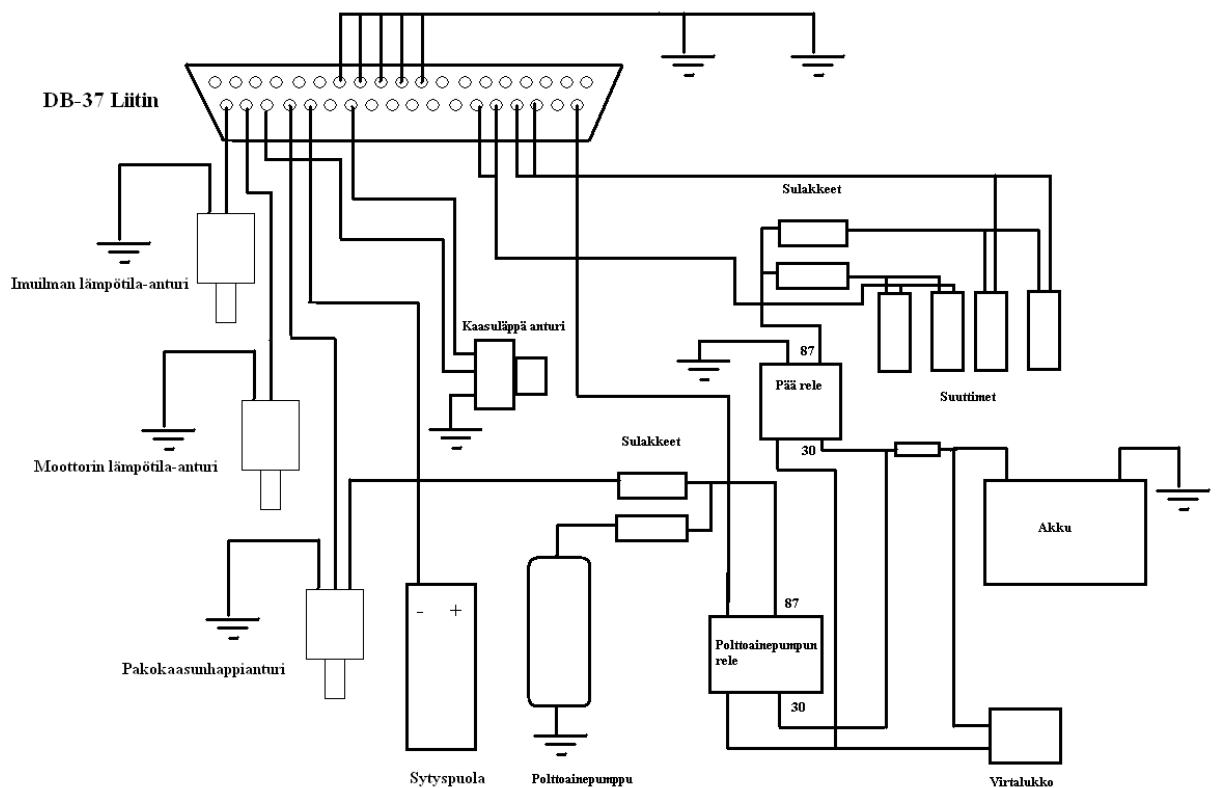
Ohjainyksikön kytkemisessä autoon käytettiin pohjana kuvan 12 kytkentäkaaviota. Erona kytkentäkaavioon on MSD 6AL-sytytyksenvahvistin, jota käytettäessä DB-37 liittimen pinniin 24 johdettavaa moottorin

kierroslukutietoa ei oteta puolan miinusnavalta vaan MSD 6AL-laitteen kierroslukumittarin ulostulosta, jolloin etuna on puhtaampi signaali.

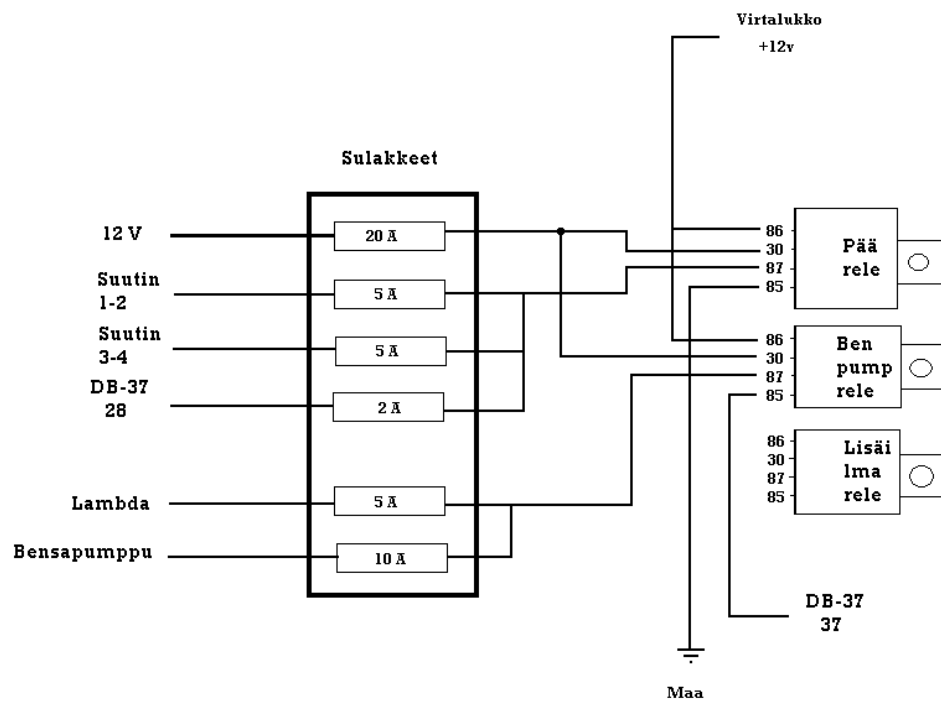
Kuvan 12 kytkentäkaavion asettelusta poiketen päävirta ja bensapumpun rele kerättiin asennuksen selkeyttämiseksi samaan pisteeseen 100 mm x 100 mm alumiinilevyllä joka kiinnitettiin koetaulun alle ohjainyksikön lähetyville.

Kuvasta 13 ilmenee releiden ja sulakerasian sijoittelu ja kytkentä.

Johtojen liittimien kytkennässä, niin releisiin kuin maadoituspisteisiin kiinnitettiin erityistä huomiota, käyttämällä liittimille juuri oikeanlaisia puristus työkaluja. MegaSquirtin maadoituksessa pyrittiin siihen, että maadoituspisteisiin liitettäisi, jos vain mahdollista yksi liitos sekä maadoituspisteen sijoitus tulisi mahdollisimman lähelle akun miinusnavan maadoituspistettä ohjaimen toimintavarmuuden maksimoimiseksi.



Kuva 12. Ulkoinen kytkentäkaavio



Kuva 13. Releiden ja sulakkeiden sijoitus ja kytkentä

8 LAITTEISTON SÄÄTÖ

Ruiskun säätämiseen käytetään MegaTune nimistä ohjelmaa, joka on tuttuun MegaSquirt-konseptityyliin ilmaiseksi ladattavissa internetistä. Säättöohjelman on kehittänyt Eric Falgren, ohjelma on Windows-pohjainen. MegaTunella on mahdollista säätää, jopa auton moottorin ollessa käynnissä ja se on helppokäyttöinen.

MegaTune-päänäkymä näytöllä on kuvan 14 mukainen mittaristotyypinen reaaliaikaista antureilta tulevaa tietoa moottorin toiminnasta näyttävä näyttö. Säättötoimenpiteitä suoritettaessa hyödyllisimmät mittarit, joita näytöllä tulisi pitää ovat: kierrosluku, imusarjan paine, kaasuläpän asento, imuilman lämpötila.

Paakokaasuhappianturin ilmoittama seossuhde näkyy mittareiden alaosassa vaakatasossa kulkevana palkkina.

Säätämisen ensimmäisen vaiheen on tavoitteena saada moottori pelkästään käyntiin tämä siksi, että varmistetaan moottoriohjaimen toiminnan ja kytkentöjen onnistumisesta ennen seuraavan vaiheen aloittamista joka on polttoainekarttojen säätö.

Säättötoimenpiteitä moottorille tehtäessä tulisikin muuttaa aina vain yhtä säätöä kerrallaan ja tutkia sen vaikutuksia muihin osa-alueisiin.

Tallettaminen usein ja perusasetusten paikalleen asettaminen ovat myös tärkeitä muistaa säätöjä paikoilleen haettaessa.



Kuva 14. Megatune-säätöohjelman päänäkymä

8.1 Perusasetukset

MegaTune-säätöohjelman käyttö aloitetaan määrittelemällä moottorikohtaiset vakiot ohjainyksikölle.

Basic Settings-valikosta avataan Engine Constants-välilehti, jolloin näytölle avautuu kuvan 15 mukainen näkymä.

Kuva 15. Engine constants

Injector Opening time on suuttimien avautumiseen kuuluva aika. Tähän sijoitettiin 1.0 ms, koska sitä tietoa suuttimista ei ole, suositus on 0.9-1.3 ms väliltä.

Battery Voltage Correction arvoksi sijoitettiin 0.10 ms/V

PWM virran rajoitus korkeaimpedanssilla suuttimilla ei tarvita.

Fast idle threshold nopean tyhjäkäynnin mukaan tulemisen lämpötila. Tämä ei ole käytössä joten arvolla ei merkitystä.

Barometric Correction Ilmanpaine-*korjauksen* asetukseksi off, koska suuria korkeuseroja ei ole paikkakunnalla ole.

Control Algorithm speed density tämä valittuna polttoainekartta käyttää moottorin alipainetta ja kierroslukua.

Injector Staging valitaan simultaneous.

Engine Stroke moottorin työkierron tyyppiä valittiin nelitahti.

Numer Of Cylinders moottorin sylinterien lukumääräksi tuli 4 kpl

Injectors käytettävien suuttimien lukumäärä 4 kpl

MapType painanturin tyyppi, tässä tapauksessa 250 kPa

Engine type *valittiin* moottorin tyypin toiminnan mukaan Even Fire.

Constants kohtaa painamalla, välilehdellä saadaan esiin laskuri Required Fuelille, johon arvoon polttoaineen ruiskutuksen säätö perustuu. Kuvan 16 mukaiseen valikkoon syötetään seuraavat tiedot:

Engine Displacement, on moottorin tilavuus, johon laitettiin 2000 ja valittiin yksiköksi CC.

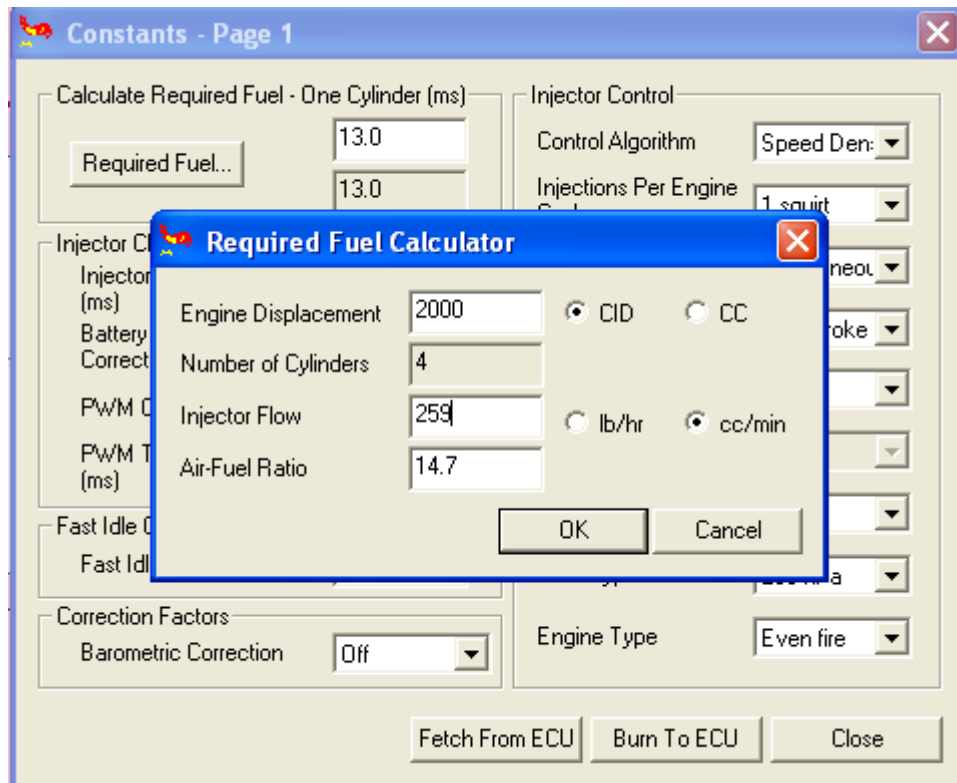
Number of Cylinders, sylinterilukumääräksi tuli 4

Injector Flow, suuttimien virtaus, tähän valittiin käytettävien suuttimien virtaus 259 ja yksiköksi cc/min

Air-Fuel Ration, seossuhteeksi tulee bensiiniä käytettäessä 14,7

Laskuri laskee näistä annetuista arvoista moottorin tarvitseman polttoainemäärän millisekunnissa, joka on suuttimien aukioloaika millisekunteina stökiometrisen seoksen aikaansaamiseksi 100 prosenttisella hyötysuhteella, imusarjan paineen ollessa 1000kPa ja ilman lämpötila 21 °C.

Ohjelmalle annetut vakiot on vielä lähetettävä ohjaimelle, joka tapahtuu Constant valikon Burt to ECU-näppäintä painamalla.

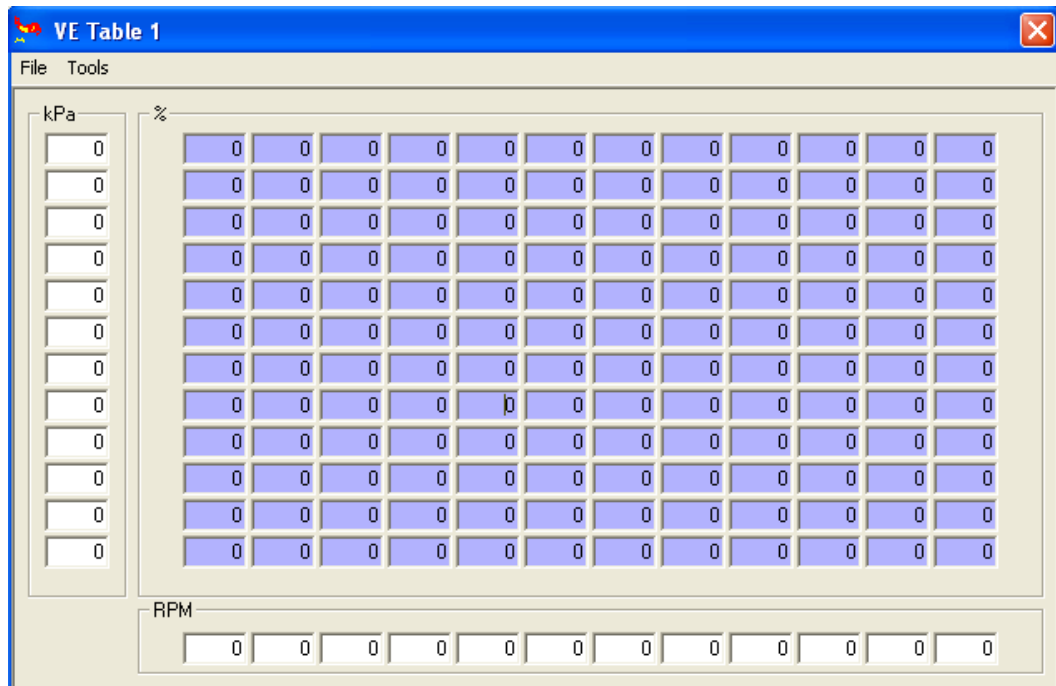


Kuva 16. Required Fuel Calculator

8.2 Polttoainekartta

Vakioiden ohjaimelle siirron jälkeen onkin vuorossa polttoainekartan teko. Polttoainekartta on MegaTune ohjelmassa nimellä VE table 1 ja se löytyy Basic Settings-valikon alta, jolloin avautuu kuvan 17 mukainen näkymä tyhjästä polttoainekartasta.

Moottori tarvitsee erilaisia seossuhteita eri kierros- ja alipainekombinaatioilla ajotilanteiden muuttuessa, alipaine voi olla moottorissa iso tai pieni samalla kierrosluvulla. VE Tablen vasemmassa reunassa pysty akseli ilmoittaa moottorissa vallitsevan imusarjan paineen ja alareunan vaaka-akseli kertoo käytettävän moottorin kierrosluvun, % -merkillä merkityllä alueella on suuttimien moottoriin ruiskuttaman polttoaineen määrä eri moottorin kierrosluvun ja alipaineen kombinaatioilla. Prosenttiarvoja polttoainekartalla kasvattamalla rikastetaan seosta ja pienentämällä arvoja seos muuttuu laihemmaksi.



Kuva 17. Polttoainekartta

Ensimmäisen polttoainekartan luomista helpottamaan MegaTunesa on ohjelma nimeltä **Ve table Estimator**, joka tekee karkean, mutta erittäin käyttökelpoisen aloitus/käynnistys vaiheen polttoainekartan sille syötettyjen tietojen perusteella. Tällä polttoainekartalla on tarkoitus helpottaa säätötoimien aloitusvaihetta, jolloin ei tarvitse aloittaa kartan tekoa ns. tyhjältä pöydältä ja generoitu kartta on yleensä niin toimiva, että moottori käynnistys tulisi onnistua kyseisellä kartalla.

VE Table Tools valikosta avataan kuvan 18 mukainen välilehti.

Please press F1 and read all warnings before using the generated VE table.

Engine Displacement: 2000 CID CC

	Value	RPM	MAP (kPa)
Idle Characteristics	800		20
Peak Torque (lb-ft)	130.0	3000	100
Peak HP (crank HP)	120.0	5000	100
Redline Characteristics		8000	100

OK Cancel

Kuva 18. VE table Estimator

Välilehdelle täytettiin esimerkkimoottorin tiedot.

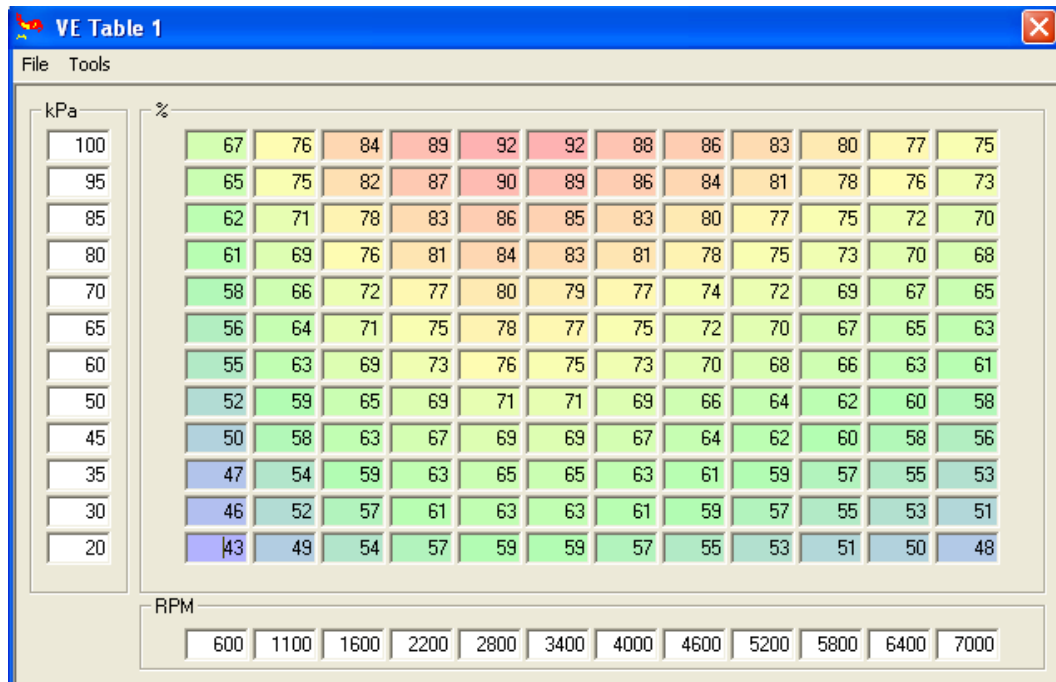
Engine Displacement, moottorin koko 2000 CC.

Peak Torque(lb-ft) moottorin huippuvääntömomentti 18 kgm \approx 130 lb-ft, joka on Volvo B20E-ruiskutusmoottorin vääntömomentti. (J.H.Haynes.1990)

Peak HP, korkein hevosvoimamäärä 130 hv, joka oli korkein130 lb-ft:lle ohjelman hyväksymä määrä edellä laitetulle **Peak Torque** arvolle

Redline Charectectcsin sijoitettiin käytännössä todettu 8000 RPM

Annetuilla arvoilla ohjelma tekee ok-napin painalluksella kuvan 19 mukaisen polttoainekartan.



Kuva 19. Ve Table estimatorin tekemä polttoainekartta

Polttoainekartta siirretään ohjainlaitteelle **alt-B**-näppäimillä.

Kartan teon ja ohjainyksikölle tallentamisen jälkeen on vuorossa kaasuläpän kalibrointi, jolla kerrotaan ohjainyksikölle kaasuläpän liikerata määrittämällä ääriarajat.

MegaTunen Tool-valikosta avataan **Calibrate TPS** ja haetaan **Get Current**-näppäimellä ylempään tyhjään lokeroon kaasuläpän kiinni ollessa oleva arvo ja alempaan lokeroon arvo kaasun ollessa painettuna pohjaan. Painetaan ok.

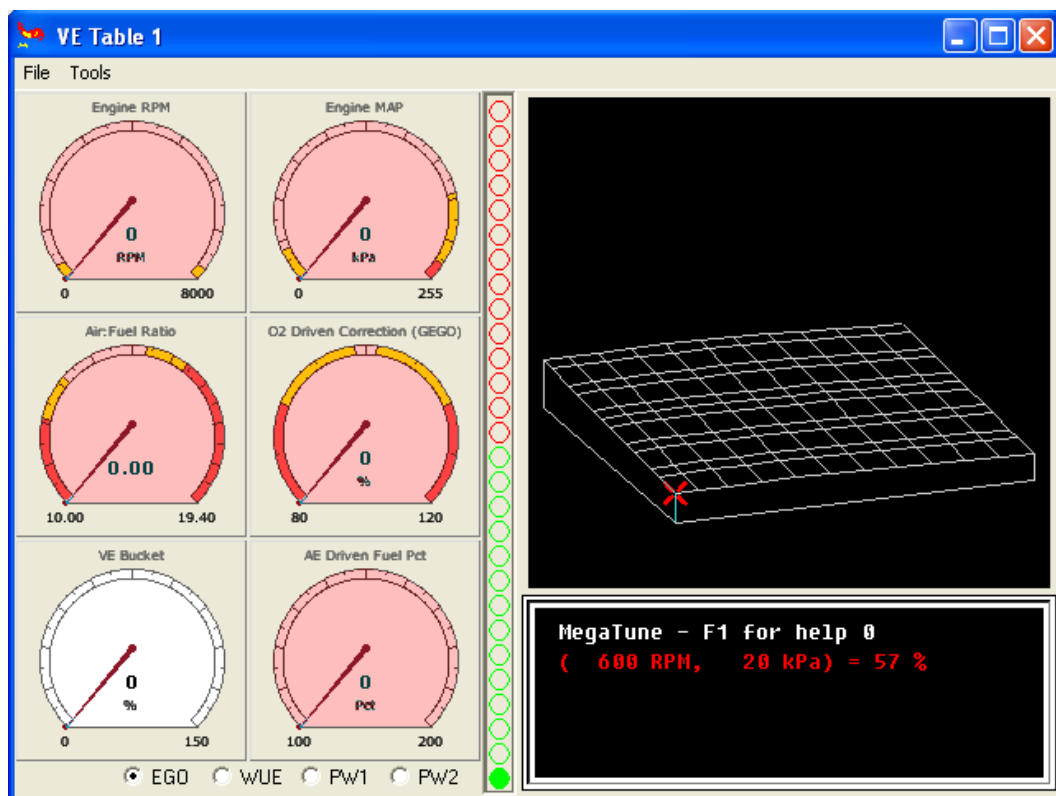
Moottoria voi yrittää nyt käynnistää, ellei moottori yrityksistä huolimatta käynnisty, kannattaa tarkistaa sähköliitokset ja bensapumpun toiminta.

8.3 Polttoainekartan säätö

Kun moottori saadaan käynnistymään ja pysymään käynnissä sekä saadaan säädettyä tyhjäkäynti ja lämminkäyttö rikastukset osapuilleen kohdilleen, voidaan aloittaa polttoainekartan säätäminen. Moottori vaatii eri käyntialueilla erilaiset seossuhteet. Tyhjäkäynti vaatii hieman rikkaampaa seosta kuin esimerkiksi maantieajo, jolloin tavoitteena on pieni kulutus. Täydellä teholla, jolloin halutaan

moottorista paras teho, seoksen on oltava hieman rikkaammalla. Polttoainekarttojen säätämisen voi suorittaa periaatteessa korvakuulolla, moottorin käyttäytymisen ja käynnin perusteella. Suositeltavaa olisi käyttää myös Lambda anturia. MegaTunesta löytyykin tarkoitukseen kätevä apuväline, jolla voi ajon aikana säätää polttoainekarttaa Pakokaasuanturin arvoja seuraamalla.

MegaTunen ylävalikosta avataan Tuning välilehti ja sieltä Ve table 1, näytölle avautuu kuvan 20 mukainen näkymä.



Kuva 20. Bensakartan säätäminen Tuning-välilehdellä

Oikealla puolella näkyy kolmiulotteinen kuva polttoainekartasta, jossa vihreä pallo liikkuu koneen käydessä ja vaihtaa paikkaa moottorin kierrosten noustessa ja alipaineen muuttuessa. Kartalla näkyvää punaista ristiä liikutetaan nuolinäppäimillä haluttuun paikkaan, jota kartalla halutaan muuttaa rikkaammalle tai laihemmalle.

Säätö tapahtuu ajon aikana, jolloin kuljettaja pitää moottorissa tasakierrokset, kun säätäjä samanaikaisesti seuraa Lambdan toimintaa näytön keskellä sijaitsevasta pystypalkista. Lambdan näyttäessä seoksen olevalla esim. laihalla ajettaessa tietyllä kierrosluvulla, siirretään punainen risti nuolinäppäimillä samaan kohtaan vihreän pallon kanssa, ja rikastetaan polttoainekarttaa laihalle menevästä kohdasta.

Rikastus tapahtuu painamalla Shift ja nuolinäppäin ylöspäin, kun rikastettaessa seosta, ja Shift-nuolinäppäin alas, kun halutaan seossuhde laihemmalle. Tämä toimenpide toistetaan eri kierrosluvuilla niin kauan, että Lambda arvot pysyvät kaikilla alueilla halutuilla seossuhteilla.

Säätämiseen on myös mahdollista käyttää Mega Loggwiew-ohjelmaa joka on periaatteeltaan tiedonkeruu ohjelma, jonka käyttö on helppoa. Ajoneuvolla ajetaan reitti kannettava tietokone asennettuna ja ohjelma päälle kytkettynä, jolloin ohjelma kerää dataa anturien ohjaimelle antamista tiedoista ja tekee niistä graafisen käyrästäön. Ajosta kerätyt tiedot analysoidaan testi lenkin päätteeksi ja niistä voi havaita polttoainekartan seossuhteen toimivuuden seuraamalla Pakokaasunhappianturin piirtämää graafista viivaa jossa esiintyy seoksen laihat ja rikkaat kohdat. Tiedoista ilmenee myös millä paineanturin arvoilla ja kierrosluvulla nuo edellä mainitut huippukohdat ovat.

Saatujen tietojen perusteella voidaan korjata seossuhteen ongelmakohdat polttoainekarttaan oikeille kohdille ja tallettaa ohjaimen muistiin uudet arvot.

8 PÄÄTELMÄ

MegaSquirt-rakennussarja sisälsi kaiken mitä pitikin ja selkeiden ohjeiden seuraaminen oli vaivatonta, kokoaminen onnistui ilman suurempia ongelmia.

Testausvaiheet sujuivat moitteettomasti ja simulointilaitteesta oli apua niin testauksessa kuin säätötoimenpiteisiin ja muihin toimintoihin tutustuessa.

Rakennussarjan kasaus antoi hyvää kokemusta niin elektroniikan komponenteista, kuin niiden sovellutuksista ja toiminnasta

Laitteiston säätäminen osoittautui kaikkein työläimmäksi osaksi työn läpiviennissä, säätöohjelmassa oli aloittelijalle liikaa rekvisiittaa ja suurin työ olikin suodattaa itselle säätämiseen tarvittavat oleelliset toiminnot, joilla polttoaineseoksen säätö saadaan suoritettua, mutta loppujen lopuksi säätötoimenpide sinällään oli loogista ja johdonmukaista.

Tiedonhaku internetistä foorumeilta ja sitä kautta ongelmien ratkaisujen löytyminenkin sujui kimmelluksitta, tosin internetiä vaivaava tiedon hukkuminen määrän paljouteen hankaloitti muutamien ratkaisujen etsintää tässäkin yhteydessä.

LÄHDELUETTELO

1. Painetut teokset

Bosch, Robert 1995. GmbH Automotive Electric/Electronic Systems. Stuttgart. Bosch.

Mauno, Esko 1990. Virittäjän käsikirja. Helsinki. Alfamer.

Haynes, J.H. 1990. Volvo 140-SARJA. Helsinki. Alfamer.

2. Elektroniset julkaisut

MegaSquirt Megamanual [päivitetty 21.04.2010] [viitattu 14.05.2010] Saatavissa: www-muodossa:<URL<http://www.megamanual.com/mtabcon.htm>>.

MegaSquirt specs [päivitetty 02.04.2010] [viitattu 14.05.2010] saatavissa: www-muodossa:<URL:[http http://www.bgsflex.com/megasquirtspe.html](http://www.bgsflex.com/megasquirtspe.html)>.