

Mikko Laari T496SN

MEGA-SQUIRT MOOTTORINOHJAUSJÄRJESTEL- MÄN ASENNUS JA SÄÄTÖ

Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetustekniikka

Lokakuu 2009




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkelin University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä
Tekijä(t) Mikko Laari	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto- ja kuljetustekniikka
Nimeke Mega-Squirt moottorinohjausjärjestelmän asennus ja säätö	
Tiivistelmä <p>Nykypäivänä jokaisessa autossa on elektronisesti ohjattu ruiskutuksen ja sytytyksen ajoitus. Näistä laitteista on tehty monenlaisia eri versioita. Yksi näistä on Bruce Bowlingin ja Al Grippon harrastuspohjalta toteuttama moottorinohjausjärjestelmä, Mega-Squirt.</p> <p>Työn tarkoituksena oli asentaa ja säätää kyseinen moottorinohjausjärjestelmä Toyotan 4- sylinteriseen rivimoottoriin, tyyppimerkinnältään 2T-G. Moottori on alun perin rakennettu kaasuttimilla, joten jouduin asentamaan moottoriin kaikki tarvittavat apulaitteet elektroniselle moottorinohjausyksikölle.</p> <p>Työtä helpottaakseni moottori asennettiin Mikkelin ammattikorkeakoulussa olevaan Superflow- moottoridynamometriin. Tässä moottoria oli hyvä ajaa säätöjä etsiessä ja mahdollisten vikojen paikallistaminen oli vaivatonta.</p> <p>Työ oli haastava, koska Mega-Squirt:n kasauksesta lähtien toteutin kaikki johdotukset ja säädöt itse. Aina kaikki ei mennyt suunnitelmien mukaan, mutta ajan kanssa päästiin aina toimivaan ratkaisuun. Moottori oli varustettu pakokaasuahtimella, joten varovaisuutta piti noudattaa säätämisessä, ettei moottoria vaurioitettu väärin arvojen johdosta. Sain moottorin toimimaan erittäin hyvin ja tehoakin kyseisestä laitteesta otettiin ihan kohtuullisesti.</p>	
Asiasanat (avainsanat) Mega-Squirt, Turbo	
Sivumäärä 22	Kieli Suomi
URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Jussi Ramu	Opinnäytetyön toimeksiantaja

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Mikko Laari	Degree programme and option Automotive and Transport Engineering/ Automotive and Electrics Engineering	
Name of the bachelor's thesis Installing and controlling of the Mega-Squirt engine control unit		
Abstract <p>In these days every car has electric engine controlled squirt and spark timing. These equipments have been made many different versions. One of these is Mega-Squirt, the engine control unit made on the basis of hobby by Bowlingin and Al Grippon.</p> <p>The meaning of this work was to install and control the mentioned engine control unit to Toyota's 4-cylinder straight engine, which has type marked 2T-G. The mentioned motor has originally been built using carburetor, so I had to assemble for the motor all accessories needed for electric engine controlled unit.</p> <p>To make my work easier, the motor was installed Superflow- motor dynamometer in Mikkeli university of applied sciences. In this machine the motor was good to drive finding out the controls and possible defects were easy to localize.</p> <p>The work was challenging, because from the beginning of assembling the Mega-Squirt I realized all wirings and controls by my self. It didn't always go like I planned, but after a little contemplation we got to useful solution. The motor was equipped with turbocharging, so it had to be careful by controlling that the motor didn't get damaged by wrong values. I got the motor running very well and the power was found quite reasonable from the mentioned machine.</p>		
Subject headings, (keywords) Mega-Squirt, Turbocharging		
Pages 22	Language Suomi	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Jussi Ramu	Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	ELEKTRONINEN MOOTTORINOHJAUS	1
2.1	Historia	2
3	MEGA-SQUIRT	3
3.1	Polttoaineensyöttö	4
3.2	Sytytyksen ohjaus	6
4	TYÖN MUUT ESIVALMISTELUT	7
5	ASENNUS	8
5.1	Ohjausyksikön kasaus	9
5.2	Johdotus	11
5.3	Säätö	13
6	TULOKSET	17
7	POHDINTA	20
	LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

Elektronisella moottorinohjausjärjestelmällä pyritään saamaan mahdollisimman tarkka ja oikeanlainen sytytys/ruiskutus moottoriin. Säättöarvoja on kymmeniä verrattuna vanhanaikaisiin kaasutin tyyppisiin moottoreihin. Elektronisella ohjauksella moottori toimii puhtaammin eri tilanteissa ja näin ollen nykyisiä päästönormeja voidaan ylläpitää hyvin tekniikan ansiosta.

Valitsin aiheen opinnäytetyön tarkoitukseen, koska ystäväni tarvitsi moottoriinsa säädettävää moottorinohjausjärjestelmää. Moottorinohjaukseksi valittiin halpa ja eri käyttötilanteisiin hyvin muokattavissa oleva Mega-Squirt. Tukipalvelua kyseiselle moottorinohjausjärjestelmälle ei ollut, joten säätö ja järjestelmän muokkaus tapahtui omalla riskillä.

Työn tarkoitus on asentaa ja säätää ruisku Toyotan 4 -sylinteriseen pakokaasuahtimella varustettuun moottoriin, mallimerkinnältään 2T-G. Moottorin asennan Mikkelin ammattikorkeakoulusta löytyvään SuperFlow -moottoridynamometriin, jossa säätö ja mahdollinen vikahaku tapahtuu.

2 ELEKTRONINEN MOOTTORINOHJAUS

Elektronisella moottorinohjauksella tarkoitetaan moottorin bensansyötön ohjausta sähköisesti, näin saadaan oikea hetki ja oikeanlainen ruiskutus parhaiten aikaan. Tähän on myös rinnalle tullut sytytyksenohjaus samaisella järjestelmällä ja näin ollen myös kipinänsä hallinta oikeaan sytytyshetkeen on tarkkaa.

Moottorin ohjausjärjestelmiä on nykypäivinä monenlaisia, tehdasvalmisteisissa autoissa on tehtaan oma tai suuren valmistajan markkinoima ruiskutusyksikkö valmiiksi ohjelmoituna kyseiselle moottorille. Rakennetuille, tehokkaille ja kilpamoottoreille on mahdollista taas ostaa ns. jälkiasennettava moottorinohjaus järjestelmä, kyseinen järjestelmä on mahdollista asentaa johdotuksia myöten itse ja tämän jälkeen säätää järjestämää niin että moottori saadaan toimimaan toivotulla tavalla. Näitä moottorinohjausjärjestelmiä onkin sitten monenlaista ja hintaista, riippuen siitä mitä ominaisuuksia vaatii uudelta moottorinohjausjärjestelmältä saa siitä maksaa useassa tapauksessa sievoisen summan.

Uuden moottorinohjauksen asennus vaatii kuitenkin tietämystä, koska moottori on hyvin helppo rikkoa asettamalla vääriä arvoja ohjelmaan tai kytkemällä vääriä johtoja väärin paikkoihin voi myös järjestelmän itsessään saada rikottua. Näin ollen suosittelen uuden järjestelmän asennusta henkilöille jotka ovat perehtyneen hieman auto-opilliseen tietämykseen ja tuntevat miten moottorin kuuluisi toimia.



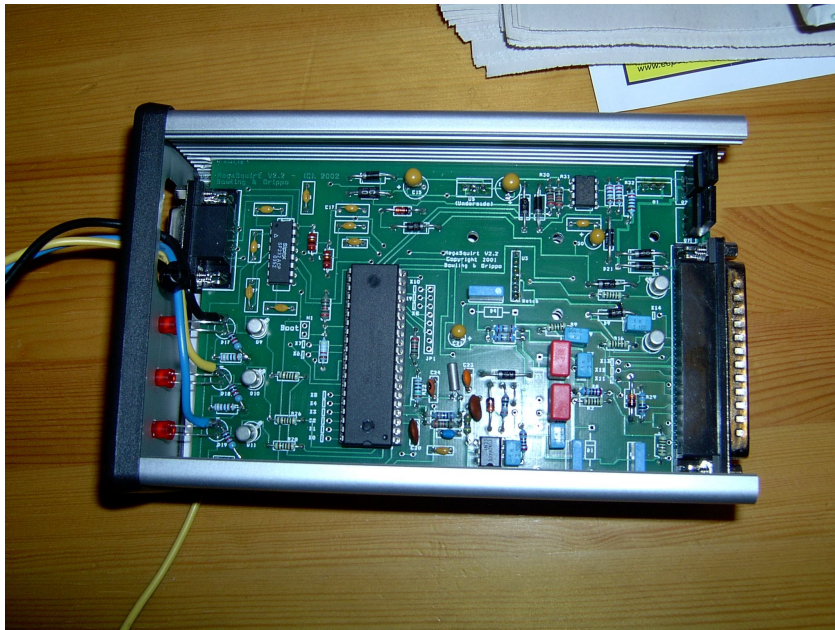
KUVA 1. MoTec moottorinohjausjärjestelmä (kilpakäyttöön)

2.1 Historia

Ensimmäinen elektroninen moottorinohjausjärjestelmä esiteltiin 1960-luvun lopulla, Bosch:n kehittämä D-jetronic toimi aina 1970-luvun puoleen väliin asti, josta sen syrjäytti nykyaikaisempi K- ja L-jetronic. Noista ajoista moottorinohjausjärjestelmät ovat kehittyneet huimasti, yksipisteruiskusta, monipisteruiskuun ja siitä suoraruiskutukseen. Suoraruiskutuksessa bensa suihkutetaan suoraan palotilaan, kun taas edellä mainituissa bensa suihkutetaan imusarjaan tai imukanavaan, jossa seos sitten muodostuu. Nykyisin kehitteillä on diesel tekniikassa käytössä oleva Common Rail:n jalostaminen myös otto moottori käyttöön. Tämä ns. yhteispaineruiskutus toisi paljon etuja moottorin toiminnan ja päästöjä huomioon ottaen, haittana tässä kuitenkin on huomattavasti suurempi ruiskutus paine kuin tämän hetkisissä järjestelmissä, näin ollen järjestelmä vaatii vielä hieman kehittelyä jotta se saataisiin oikeassa valossa tuotua markkinoille myös bensiini moottoreihin.

3 MEGA-SQUIRT

Työhön valittiin Bowling ja Grippon kehittämä avoin projekti moottorinohjausjärjestelmä Mega-Squirt. Kyseinen ruiskutusjärjestelmä ei ole ns. kaupallinen vaan jokaisen vapaasti muunneltavissa oleva ruiskutusjärjestelmä. Parhaana puolena tässä on järjestelmän halpa hankintahinta, mutta huonona puolena se, ettei kyseiselle ohjausjärjestelmälle ole minkäänlaista toiminnan varmistavaa tukea. Näin ollen mahdollisen vian ilmetessä on vain etsittävä keino ratkaista pulma itse, tai vaihtoehtoisesti kysellä toisilta harrastajilta kokempohjaisia selityksiä vian hakuun. Mega-Squirt ohjausjärjestelmästä on markkinoilla 3 erilaista versiota, ensimmäinen kehitys versio V.2.2 ja siitä seuraava V.3.0, näitä molempia saa kahdella eri prosessori vaihtoehdolla MS1 ja MS2 prosessorilla. Kolmas kehitys versio levystä on Mini-Mega tyyppinen, hyvin moottoripyörään tai veneeseen sopiva ohjausjärjestelmä. Kehitteillä on myös MS3, mutta tämä versio on tosiaankin vasta kehitysasteella. Kyseisestä levystä luvataan paljon parannuksia nykyisiin verrattuna ja näin innolla sitä odotammekin.



KUVA 2. Mega-Squirt V.2.2

Levyissä itsessään on jo tapahtunut paljon kehitystä, komponenttien määrä V.3.0 on noussut huomattavasti V.2.2 nähden. Erilaisten signaalien suojaus V.3.0 levyllä on huomattavasti parempaa ja moottori käyn paljon tasaisemmin kyseisellä levyllä, myös levyjen prosessoreissa on eroja. MS1 prosessorin laskentateho on huomattavasti heikompi uuteen MS2 prosessoriin verrattuna.



KUVA 3. Mega-Squirt V.3.0

Mega-Squirt:n parhaisiin puoliin kuuluu sen muokattavuus mielensä mukaan, järjestelmän pystyy taitojensa mukaan muokkaamaan niin että sillä saa ohjattua käytännössä minkälaista moottoria tahansa. Myös sytytyksen säätö on mahdollista kyseisellä ohjausjärjestelmällä, joka taitojen puitteissa pystyy ohjaamaan minkälaista sytytystä hyvänsä. Näin ollen Mega-Squirt onkin halvin täysin säädettävä moottorinohjaus yksikkö, mitä markkinoilla tällä hetkellä on. Mega-Squirt ohjausjärjestelmiä pystyy tilaamaan joko kasattuina tai kasaamattomina, kasaamaton levy ei ole mikään ylitsepääsemätön tehtävä jos kolvi vain pysyy jotenkin kädessä.

3.1 Polttoaineensyöttö

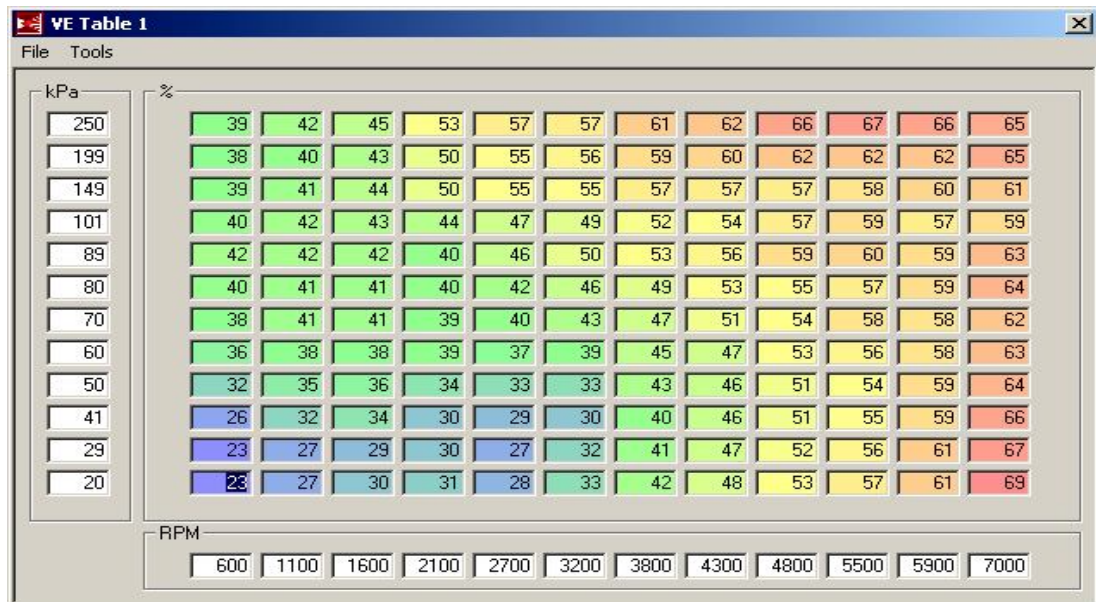
Polttoainesyöttöä varten jouduttiin vanhasta kaasutin imusarjasta luopumaan ja tilalle ostettiin kyseiseen moottoriin kuuluva ruiskuimusarja, imusarjaa jouduttiin hieman muokkaamaan kaasuläpän asennuksen myötä, läppä vaihtui astetta isompaan ja näin ollen painekotelon reikää jouduttiin jyrsimään isommaksi. Sovite johon kaasuläppä voitiin asentaa, hitsattiin painekoteloon kiinni. Käytettävä kaasuläppä oli kotoisin Mercedes-Benz- merkkisestä henkilöautosta. Samalla painekoteloon tehtiin tarvittaville antureille paikat ja ylimääräiset reiät tukimme. Suuttimia valittaessa markkinoiden laajuus ja hintavaihtelut yllättivät täysin, aluksi katsoimme vain halvimpia vaihtoehtoja suuttimen tuoton pysyessä kuitenkin päälle 500ml/min. Pehdyttyämme suuttimiin hieman, to-

tesimme tarvitsevamme suoraan imusarjaan sopivat suuttimet. Näin ollen suuttimiksi valittiin siemens-deka merkkiä kantavat suuttimet ja tuottoa näissä on 580ml/min. Odotimme moottorin tuottavan noin 300 hevosvoimaa, jolloin kyseisten suuttimien tuoton pitäisi riittää tarpeisiimme hyvin. Jotta suuttimet saisivat polttoainetta, piti niille teettää erillinen polttoainekisko. Polttoainekiskosta tehtiin läpivirtaava malli ja tästä huolehti Lappeenrannassa sijaitseva AM-Works. Polttoaineen syötöstä muuten huolehti koululta löytyvä pumppuyksikkö, josta alensimme paineen paineensäätöventtiilillä halutuksi.



KUVA 4. Imusarja, kaasuläppä, suutin tukki ja suuttimet

Mega-Squirt:a ohjataan Mega-Tune -ohjelmalla, josta pystyy kartan tai taulukon avulla säätämään polttoaineen määrän halutuksi tiettyä kuormitus aluetta vasten. Jotta oikea seossuhde saataisiin aikaa oli käytössämme laajakajaista lambda mittari josta saimme lukea aina seossuhteen tarpeen vaatiessa. Tämä helpotti säätämistä huomattavasti koska mittari oli nopea ja tarkka jokaisella alueella. Mittarista tulevan laajakajaista signaalin sai myös tuotua Mega-Tune -ohjelmaan, ohjelma pystyi tämän tiedon avulla jo itsestään muuttamaan seosta oikeaan haluttuun suuntaan.



KUVA 5. Kartta alue

3.2 Sytytyksen ohjaus

Sytytystä moottorissa ohjasi ennen jakajatyypinen järjestelmä. Tämä heitettiin suosiol-la romukoppaan ja valittiin uudeksi ohjainlaitteeksi Ford merkkisistä henkilöautoista löytyvä EDIS-4 suorasytytys järjestelmä, tämä on ns. hukkakipinä järjestelmä. Tämä järjestelmä vaatii MS levyllä tehtäväksi muutamia muokkauksia, jotta ohjelma ymmärtäisi ohjattavaa sytytysjärjestelmää. EDIS-4 osat saimme purkamolta, joka sisälsi EDIS-4 ohjainyksikön, puola yksikön, tulpan johdot ja VR-anturin. Koska tämä on suorasytytysjärjestelmä, vaatii se trikkeröinnin. Moottoriin piti asentaa kampiakselin päähän trikkeri -pyörä, josta VR-anturi pääsi lukemaan moottorin asento tiedon ja käynti nopeuden. Jos EDIS-4 ohjainyksikköä ei ohjata millään ulkoisella laitteella, esim. tässä tapauksessa Mega-Squirt:lla, pysyy EDIS-4 ohjainyksikössä vakio 10 asteen ennakko. Tämä mahdollistaa jo moottorin tasaisen joutokäynnin. Sytytyskarttoja pääsee hallitsemaan ja säätämään samaisesta Mega-Tune -ohjelmasta, josta bensakarttojakin.



KUVA 6. EDIS-4 järjestelmä

4 TYÖN MUUT ESIVALMISTELUT

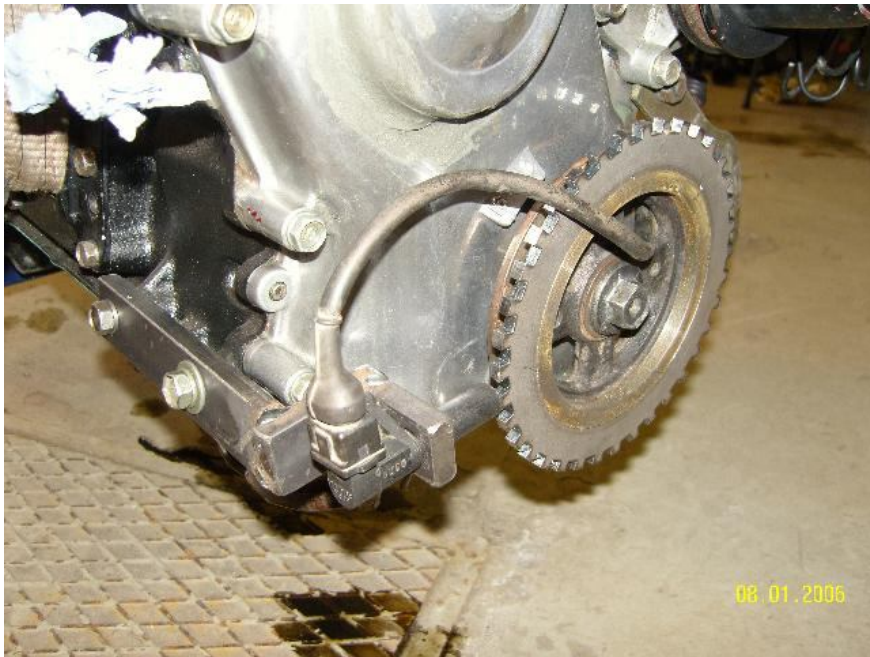
Työtä edeltäviin valmisteluihin kuului moottorin kiinnittäminen koulun moottori dynamiometriin. Koska moottori oli ollut jo aikaisemmin kiinni moottoripenkissä, säästyttiin muutamilta vaiheilta, kytkinkoppa oli näin ollen ennestään jo tallella jossa laippa oli hitsattuna kiinni, mikä mahdollisti moottorin kiinnittämisen jarruun. Koska moottoriin oli haluttu asentaa järeämpi kytkin oli kytkin akseli tehtävä uudelleen. Tämä prosessi veikin hieman aikaa koska akselin keskittäminen oli tarkkaa puuhaa, heittoa akselin päässä ei saanut mielellään olla yli 3 sadasosamillimetriä enempää. Akselin hitsaamisesta laippaan huolehti laboratorio insinööri Timo Viljakainen ja mahdollisesta sorvauksesta laipan tasoittamiksi. Kun olimme saaneet akselin kiinni jarruun, saimme asentaa moottorin paikoilleen. Edeltävältä kerralta oli säästynyt moottorin kiinnitys palkit, vesiletkut, muutamia sähkö johdotuksia ja pakoputki. Moottorin kiinnittäminen jarrupenkkiin sujuikin yllättävän hyvin, kun kaikki tarpeellinen oli saatavilla.



KUVA 7. Kytkin akseli

5 ASENNUS

Kun projekti saatiin käyntiin, aloitin Mega-Squirt:n kasauksen, johon oli varattu muutama viikko aikaa kaikkineen testailuineen. Kaverini Samu, joka jatkoi minun projektini loputtua omallaan, teki oheisvalmisteluja omaan osuuteensa. Koneeseen piti teettää erilaisia ruiskuohjaukseen vaadittavia laitteita, joita teimme aina yhdessä kun aikaa vain oli. Trikkeripyörä teetettiin kaverin kautta Savira Oy:llä laser leikaten, hihnapyörään teetettiin sopiva ura metallipajalla ja nämä kiinnitettiin toisiinsa koululla nestemäistä tyyppiä apuna käyttäen. Trikkeripyörä sorvattiin 0.3 millin alikokoon hihnapyörän uraan nähden jolloin saatiin sopiva puristusovitus aikaan, etteivät osat irtoisi toisistaan. VR-anturille piti rakentaa vankka teline moottorin runkoon, anturi ei saanut ottaa ulkopuolisia värinöitä vastaan, jotta signaali olisi luotettava. Anturi piti myös suunnata trikkeripyörään nähden oikein ja ilmaväli trikkeripyörän ja anturin välissä oli oltava hyvin pieni, mielellään millin luokkaa. Trikkeripyörä oli myös asennettava oikein koneen ”asentoon” nähden, trikkeri pyörän hampaiden ilmavälin tuli olla moottorin yläkuolokohtaa ja VR-anturia nähden juuri oikea. Ohjeet tähän asennukseen löytyivät MSefi.com sivustolta.



KUVA 8. Trikkeripyörä, VR-anturi ja jalusta

5.1 Ohjausyksikön kasaus

Mega-Squirt oli tilattu jo etukäteen toisia projekteja varten ja jäänyt vielä kasaamattoman laatikon pohjalle odottelemaan parempia aikoja, kun sille nyt tähän projektiin tuli kin käyttöä. Mega-Squirt oli tilattu DiyaAutoTune:lta, Californiasta. Kasaamattoman Mega-Squirtin hinta oli noin 250€ ja tuli Suomeen kuukauden sisällä.



KUVA 9. Mega-Squirt kasaamaton

Komponenttien määrä huolestutti kasauksen alkuvaiheessa, kun niitä tuntui olevan suuri määrä. Kasaus oli kuitenkin helppoa hyvän näön ansiosta, koska komponentit oli numeroitu eri pusseihin ja levyllä oli numero joka paikan kohdalla mikä komponentti kyseiseen kohtaan piti asentaa. MSefi.com sivustolta löytyy myös tarkat ohjeet kasaukselle, jossa ohjeistetaan kasaaminen vaiheittaiseksi ja erillisen testilaitteen avulla jokaisen osa-alueen voi halutessaan tarkistaa toimivaksi. Itse kasasin levyn siinä järjestyksessä kuin se tuntui parhaalta, en tehnyt välitestauksia vaan luotin kykyihini elektronikka asentajana. Kun sain kaikki komponentit tinattua levyyn kiinni, testasimme laitteen toiminnan. Ensin tuli pelko että jossain oli menty vikaan, kun levyyn ei tullut mitään eloa. Hieman kysellen asiasta ratkesi homma siihen että prosessorissa ei ollut ohjelmaa sisällä vaan se oli täysin ohjelmoimaton. Ohjelmaa ajettaessa ilmeni taas uusia kommelluksia tiedonsiirtokaapelin kanssa, välillä saimme yhteyden Mega-Squirt:iin ja toisinaan taas emme. Löysimme kuitenkin koululta kaapelin, jonka avulla saimme MS:n kättelemään tietokoneen kanssa ja saimme ohjelman sisälle. Näin saimme varmuuden siitä että kasaus ei ollut mennyt pieleen vaan kaikki toimi niin kuin piti. Olin vielä vaihtanut Mega-Squirt:iin suuremman MAP- anturin joka näytti toimivan loistavasti.

Nyt kun levy oli todettu toimivaksi, aloin muokkaamaan levyä sytytysjärjestelmälle sopivaksi, jota aioimme käyttää moottorissa. Sytytysjärjestelmä tuli Ford merkkisestä autosta, kantaen järjestelmä nimeä EDIS-4. Ohjeet tähän muutokseen löytyivät MSefi.com sivuston kautta, jossa ne olivat esitelty hyvin selkeästi. Pari komponenttia jouduin poistamaan ja osan vaihtamaan, myös muutama hyppylanka tuli vedettyä levyille. Näillä ohjeilla ja muokkauksilla Mega-Squirt:n tulisi kyetä ohjaamaan kyseistä sytytysjärjestelmää.

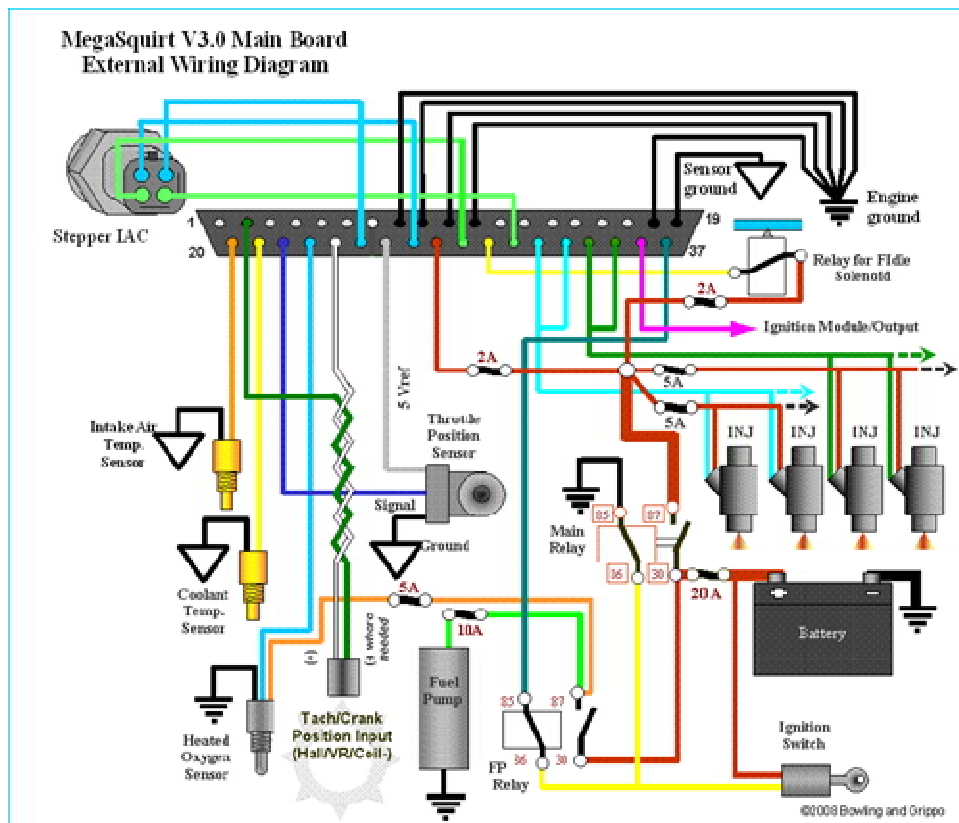
Levy oli vielä tässä vaiheessa pöydällä ja ns. testaamaton yksilö. Käytännön toimivuudesta ei ollut mitään tietoa ja kaikki laskettiin sen varaan että Mega-Squirt olisi kasattu oikein ja toimisi moitteettomasti kun h-hetki koittaisi. Mielessä oli että MS:sää olisi päässyt kokeilemaan johonkin vastaavanlaiseen autoon missä olisi ollut kyseinen sytytyksen ohjaus, mutta sopivaa autoa ei vain löytynyt ja näin täydellinen toimivuus tässä vaiheessa jäi vain arvailujen varaan.



KUVA 10. Muokattu MS testauksessa

5.2 Johdotus

Kun viimein olimme saaneet moottorin koulun Dyno penkkiin, alkoi hirveä johdotus urakka Mega-Squirt:n kanssa. Yhtään johtoa tähän tarkoitukseen ei moottorissa ollut valmiina ja kaikki mitä Mega-Squirt tarvitsi, piti siis miettiä ja vetää itse oikeisiin paikkoihin. Kaikki liitokset johtoihin ja liittimien nastoihin tehtiin juottamalla, varmistaakseen hyvän ja luotettavan kontaktin ilman häiriöitä. Tärkeimmät näistä johdotuksista oli VR-anturilta MS:lle ja EDIS-4 johdotukset, josta vielä VR-anturin johdotus piti tehdä erillisesti suojatulla kaapelilla, näissä johdoissa ei saanut esiintyä minkäänlaisia ylimääräisiä häiriöitä.

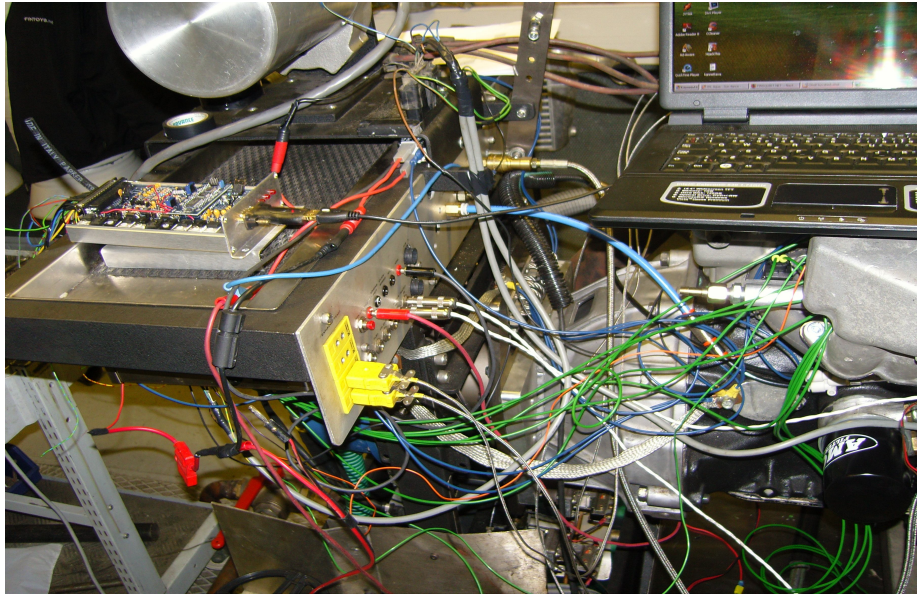


KUVA 11. Mega-Squirt V3.0 kytentäkaavio /1/

Kun tärkeimmät johdotukset oli vedetty ja tarkistettu huolella että liitokset olivat kunnossa, voitiin aloittaa urakka muilla osa-alueilla. Suuttimien johdotus oli yksi mielenkiintoisimmista, kun MSefi.com sivuston ohjeissa joissain kohdilla puhuttiin etuvastuksien käyttämisestä, mietimme pitkään mutta jätimme vastukset pois välistä vaikka käytössämme oli matala ohmiset suuttimet, tarvittava säätö virran rajoitukseen löytyikin MS:n säätöohjelmiston kautta. Suuttimet kytkettiin yhteen suutinpankkiin levyllä, jolloin toinen suutinpankki levyltä jäi vapaaksi myöhempää käyttöä varten. Anturitiedot eri antureilta levyille ja laajakaistan kytkentä niin että MS:n säätöohjelma sai tarvittavan tiedon lambda -anturilta. Puolan maadoitus oli myös tärkeää tehdä kunnolla, ettei maadoitusta pääse tapahtumaan minkään toisen komponentin kautta rikkoen tämän samalla. Puolan maa vedettiin moottorin kanssa samaan maapisteeseen ja antureiden maat vedettiin omaan pisteeseen. Näillä varmistettiin anturi tiedon oikeellisuus, ilman maapotentiaalin muuttumista missään tilanteessa.

Kun kaikki johdotukset olivat tehty, kytkimme Mega-Squirt:iin virran, avasimme säätöohjelman ja näin saimme kaikilta eri antureilta tiedot ohjelmaan ja voimme todeta anturien johdotuksen ja anturien olevan kunnossa. Moottorille tulevat omat sähkö-

kiinni ja kevyt pyöritys, ja moottorin pyörintä tietokin saatiin varmistettua oikeaksi. Näin ollen oli kaikki edellytykset saada moottori käyntiin.



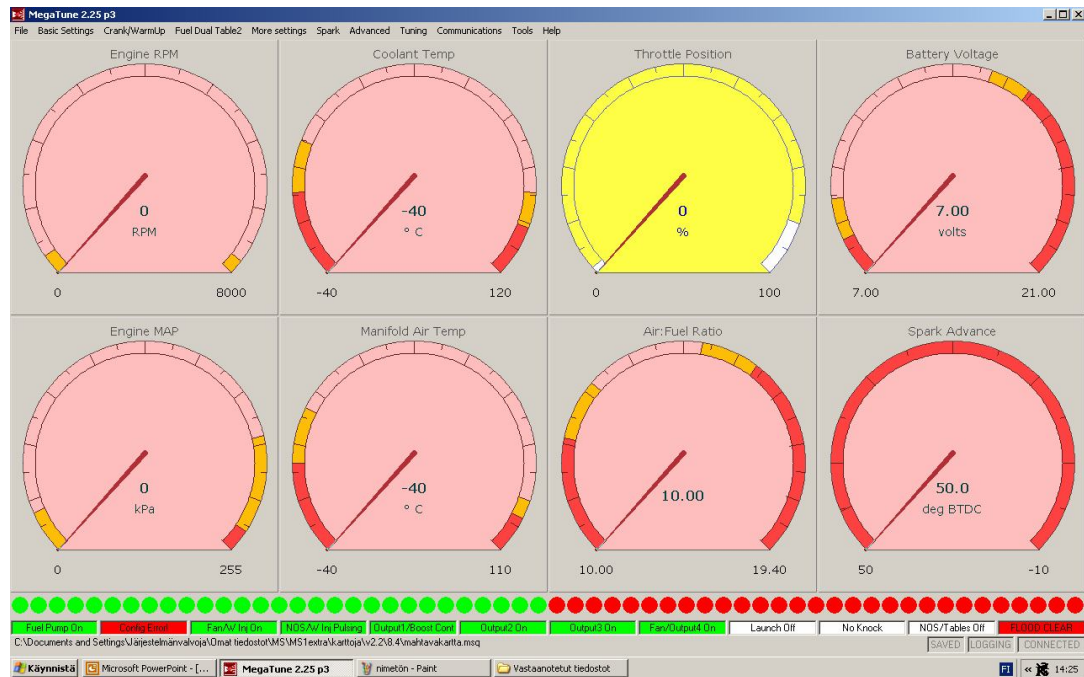
KUVA 12. Johdotus

5.3 Säätö

Säätämisvaiheeseen kuluikin se suurin osa ajasta, aina joku parametri oli vähän pielessä tai sille oli mahdollista laittaa parempi arvo, mikä taas vaikutti johonkin toiseen arvoon ja moottori alkoi taas käydä erilailla. Kun kaikki johdotukset ja testaukset moottorin toimivuudesta oli saatu varmistettua, aloitettiin arvojen naputtelu Mega-Squirt:n säätö-ohjelmaan. Valikoita ohjelmassa oli mielin määrin, osa niistä meidän käyttöön osoitettiin kuitenkin turhiksi tiettyjen asioiden myötä. Sytytysjärjestelmän muuttuessa EDIS-4 järjestelmään oli tämä osio helppo säätää kohdalleen arvojen puolesta, ei tarvinnut kuin valita valikosta edis-4 ja se oli sillä hyvä. Kaikki puolaan liittyvät latausajat ja muut säädöt voitiin unohtaa, koska niihin ei tarvinnut puuttua laisinkaan. Ainoastaan sytytysennakon määrää oli tarpeellista säätää tämän järjestelmän johdosta.

Ohjelmistoon piti asettaa moottorin tietoja ihmeen tarkasti, oli valittavissa imusarjan tyyppi joko läppärungollinen tai yhdellä läpällä varustettu, meidän tapauksessa jälkimmäinen. Sylinteri luku piti tietenkin määrittää ohjelmistolle ja oliko kyseessä nelitahti, suora vai bokseri, kaikki perus tiedoista lähtien. Mega-Tune ohjelmistossa oli myös mahdollista teettää ohjelmiston itsessään moottorille suurin piirtein sopiva polttoaine-

kartta, antamalla ohjelmistolle koneen iskutilavuuden, sylinterien määrän, suuttimien koon ja mahdollisen seossuhde arvon mitä käytetään, näillä arvoilla kone laski polttoainekartan arvot josta moottoria oli hyvä lähteä säätämään oikeisiin arvoihin. Kartta alue piti itse määrittää, eli millaisin moottorin kierrosluku ja imusarjan alipaine arvo välein säätöä pystyi suorittamaan, käytössä oli 12*12 kartta alue jossa säätöarvot moottorin sytytys- ja polttoaine arvoille olivat.



KUVA 13. Mega-Tune ohjelmisto

Mega-Squirt:n parhaisiin ominaisuuksiin kuuluu myös monipuolinen anturi yhteensopi-
vuus, melkein kaikki markkinoilla olevat anturit olivat yhteensopivia MS:n kanssa.
Lämpötila-anturit mitattiin kolmessa eri lämpötilassa ja niistä otettiin anturin antama
vastus arvo ylös joka sitten kirjattiin ohjelmaan ylös vastaavan lämpötilan kanssa. Näin
lämpötila anturit saatiin näyttämään oikeaa arvoa. Kaasuläpän asentotunnistin kalibroitiin
ohjelmaan käyttämällä tunnistin ääriarvoissa jolloin ohjelma tiesi tunnistimen
vastusarvon muuttuessa oikean kaasunasennon. Laajakaistana käytimme PLX:n teke-
mää AFR mittaria ja anturia, tälle löytyi ohjelmistosta oikea koodi joka piti asettaa vain
päälle, näin oikea seossuhde arvo näkyi Mega-Tune ohjelmistossa säätämistä helpotta-
miseksi. MAP-anturi piti myös muuttaa oikeanlaiseksi, koska olin sen vaihtanut ns. 4
baarin MAP:iin. Kun kaikki anturi ja tunnistin tiedot olivat koodattu oikein levyille,
tallennettiin tiedosto talteen, jottei kävisi mitään vakavaa ja joutuisimme mittaamaan
kaikki tiedot uudelleen. Moottorin sytytysjärjestelmän vaihtuessa trikkeri tyyppiseksi

piti myös trikkeröinti varmistaa oikeaksi. Nyt kun olimme saaneet kaikki anturi tiedot oikein koneelle ja ohjelmistoon saimme huoletta käynnistää moottorin ensimmäistä kertaa. Polttoaine kartta oli tehty Mega-Tune ohjelman avulla ja siitä vähän muokattu mieleisemmäksi, sytytyskartan tein alusta asti itse johon laitoin noin arvoja, joilla moottorit yleensä tulee toimimaan, tämä mahdollisti jo hyvän käynnin moottorille.

Alun jännityksen myötä painoimme käynnistin nappulaa ja moottori lähti oitis käyntiin, tosin vain kahdella sylinterillä. Käytimme moottoria hiukan, mutta kaksi muuta sylinteriä ei vain lähtenyt käyntiin, joten jouduimme aloittamaan ensimmäisen vianetsinnän. Perus asioista lähtien, tulpat pois ja kipinän varmistus, kaksi tulpista ei antanut ollenkaan kipinää. Mittasimme tulpanjohdot, liitokset, puolan ja kaivoimme jopa EDIS-4 ohjain yksiköstä tietoja esille mitä signaaleja mistäkin navasta piti tulla, kaikki näytti kuitenkin olevan suurin piirtein kunnossa puolan johtoja lukuun ottamatta. Varaosalikkeen kautta ja uudet johdot, ei vaikutusta, edelleen kaksi tulppaa pimeänä. Tietenkin tulppia oli vaihdettu ja sekoiteltu johdoissa ja johtoja vaihdeltu puolan eripuolelle, mutta aina sama vika. Lopulta kokeilemalla uutta EDIS-4 ohjainta ja saimme kaikkiin tulppiin kipinän, tämän uuden ja toimivan ohjaimen kävimme hakemassa purkamolta halpaan ja toimivaan hintaan. Kun uudet ja toimivat osat oli saatu paikoilleen, moottori lähti oitis käyntiin kaikilla sylintereillä.

Käytimme moottorin kuumaksi samalla säätäen joutokäynti aluetta kartoilta ja joutokäynti kierrokset kaasuläpältä kohdalleen. Nyt kun moottori kävi joutokäyntiä tasaisesti, tarkistimme trikkeröinnin oikeuden ajoituslampun avulla ja vertasimme ajoituslampun arvoa koneella olevaan, heittoa tässä oli kaksi astetta ja ohjelmiston avulla korjasimme näyttämän oikeaksi. Tällä ei niin suurta merkitystä ole moottorin toiminnan kannalta, mutta eipä tarvitse itse muistaa että asteet eivät pidä ihan paikkaansa kun ne korjaa näyttämään oikein. Nyt kun kaikki oli valmiina ja toiminta kunnossa, saimme aloittaa moottorin säätämisen kierroksilla. Apuna säätämisessä oli nakutus ääntä helpommin kuunneltavaksi tehdyt kuulosuojaimet ja laajakaista lambdan näyttö ikkunassa, josta toinen aina pystyi näkemään moottorin seossuhteen ja sen mukaan hölläämään vedon pois jos tilanne näytti huolestuttavalta.

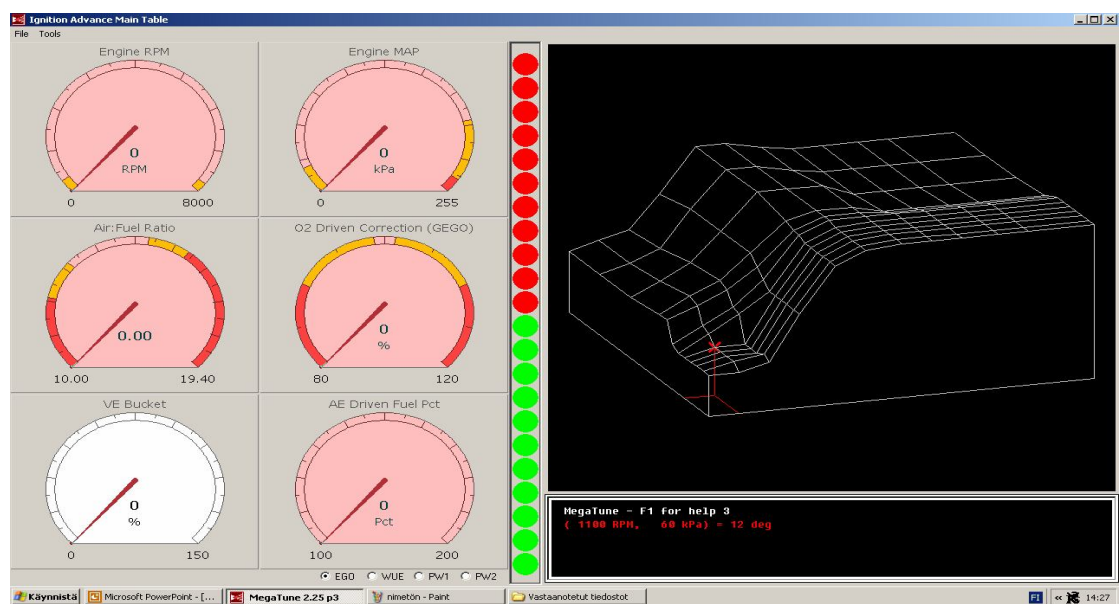
Säätäminen tapahtui Mega-Tune ohjelmalla polttoaine- ja sytytys karttoja muuttelemalla. Ensin tein sytytys kartan noin arvoilla valmiiksi ja lähdimme ajamaan moottorille

polttoaine karttoja, aluksi kävimme alipaine puolen lävitse mahdollisimman tarkasti alue alueelta. Ahtopaine oli rajattu mahdollisimman alas mitä hukkaportti antoi myöten, pakosarjasta johtuen kuitenkin ahtopainetta ei saatu rajattua kokonaan pois. Aloimme säätämään varovaisin vedoin, turvallisen rikkaalla, moottoria ahtopaineen puolella. Seos suhdetta saatiinkin tiputtaa huimasti koska seos oli todella rikkaalla ensimmäisiä vetoja ajettaessa, eikä moottori toisin edes jaksanut käydä kunnolla, vaan tukehtui polttoaineeseen. Ajoimme moottoria noin 0.9bar ylipaineella ja saimme polttoaine kartat kohdalleen, säädimme tässä vaiheessa jo hieman sytytystä mutta emme huomanneet moottorin käynnissä minkäänlaista nakutus ilmiötä, josta olimmekin hieman ihmeissään koska ennakkoa laitoimme parhaimmillaan päälle 50 astetta. Tällaisella ennakolla luulisi jo moottorin nakuttavan, mutta jostain syystä moottorimme ei tätä tehnyt, ainut mitä tapahtui, laski moottori teho liian suuren ennakon myötä, joten päätimme vain nostaa ahtopainetta ja säädimme polttoaine kartat korkeille ahtopaineille sopivaksi.

Rajasimme ahtopaineen moottorin omistajan tahdosta hieman alle 1.5bar:iin ja teimme polttoaine kartat sopiviksi sinne asti, kun saimme seokset kohdilleen, aloimme säätää sytytyskarttaa. Koska aikaisemmin säätämämme ennakko oli mielestämme kohtuullisen suuri, tiputimme sitä huomattavasti jo pienemmillä ahtopaineilla ajettaessa, nyt kun käytössämme oli tuo 1.5bar ahtopaine, voimme alkaa nostamaan ennakkoa turvallisesti aste kerrallaan. Lähdimme ajamaan moottoria taas alhaalta asti jotta saimme mahdollisimmat hyvät ennakot jo alakierroksilta lähtien, aikamme naputellen ennakoita suuremmiksi löysimme nakutus rajan. Tästä molemmat asentajat olivat hyvin iloisia, koska tätä rajaa oli etsittykin jo tovi, ennakkoa tässä kohdassa oli 36 astetta. Tiputimme ennakkoa tästä asteen verran jottei nakutus raja olisi niin lähellä ja moottorilla olisi turvallista ajaa huoletta, rikkomatta sitä.

Enää oli jäljellä kylmärikastusten määrittäminen, korjauskarttojen teko ja kiihdytys rikastuksen säätö, joista jälkimmäisen saimme moottorin ollessa penkissä kiinni säädettyä hienosti, tätä kohtaa kuitenkin joutuu vielä säätämään moottorin ollessa paikoillaan autossa, koska silloin vastukset tulevat heti ja moottori tarvitsee suuremman määrän polttoainetta kiihdytettäessä. Kylmärikastukset määritettiin ohjelmaan ennalta määrättyille lämpötiloille, kohtia joihin prosentuaalinen arvo suuttimen aukioloajan pidentämiseksi kirjattiin, oli kymmenen. Esimerkiksi jos ulkona olisi 10 astetta pakkasta, niin kylmärikastuskartta moottorin lämpötila-anturin avulla korjaisi normaali lämpöisen koneen

suuttimen aukioloaikaa lisäten sitä vaikka 15 %. Näin moottori jaksaisi käydä kylmälläkin paremmin, koska kylmä moottori vaatii enemmän polttoainetta toimiakseen. Korjauskarttojen teko oli taas mielivaltaista, jossa haluttujen raja-arvojen ylittyttyä moottorihjainyksikkö korjasi karttaa lisäten tai vähentäen tiettyä arvoa parempaan suuntaan, ettei moottori vaurioituisi. Esimerkiksi jos, ahtoilmänlämpötila nousee riittävän korkealle, syötetään moottoriin tietty määrä prosentuaalisesti polttoainetta enemmän, ettei moottori vaurioituisi. Näitä arvoja voitiin laittaa ahtopaineelle, moottorinlämpötilalle ja juuri ahtoilmänlämpötilalle. Moottori saatiin säädettyä penkissä hyvin ja käynti oli jokaisella kierrosalueella mielestämme hyvin tasaista.



KUVA 14. Sääto ruutu

6 TULOKSET

Tuloksiin tässä työssä on vaikea perehtyä sen enempää, mitä moottoridynamometrin antama lappu meille kertoo. Tuloksiin voisi laskea omat onnistumiset kerralla Mega-Squirt -moottorinohjausjärjestelmä kasauksessa, ja sen asennuksessa. Kun moottori toimi heti, eikä minkäänlaisia ongelmia sen suhteen ollut. Moottorin ohjainyksikön säätäminen onnistui ja se toimi luotettavasti jokaisella kierrosalueella. Koko projekti vietiin läpi luotettavasti ja nopeasti. Taulukosta voi hyvin lukea kuinka turbo herää noin 3000 rpm:n kohdalla, jolloin vääntöä alkaa kertyä huomattava määrä äkillisellä nousulla. Ahtopaineen nousua kuvaava vihreä käyrä olisi saatava nousemaan huomattavasti nopeammin haluttuun raja-arvoon, jolloin vääntöä saataisiin huomattava määrä lisää alakier-

ros alueelle ja näin auto olisi huomattavasti mukavampi ajettava. Tämä olisi korjattavissa paremmalla ahtopaineen hallintalaitteistolla. Violetti käyrä kuvaa ahtoilman lämpötilaa ennen välijäähdytintä, asteikko loppuu anturissa kesken, mistä johtuen käyrän muoto on kyseisenlainen. Lämpötilaa jäähdyttimen jälkeen emme enää saaneet ohjelmiston takia mahtumaan käyrästöön.

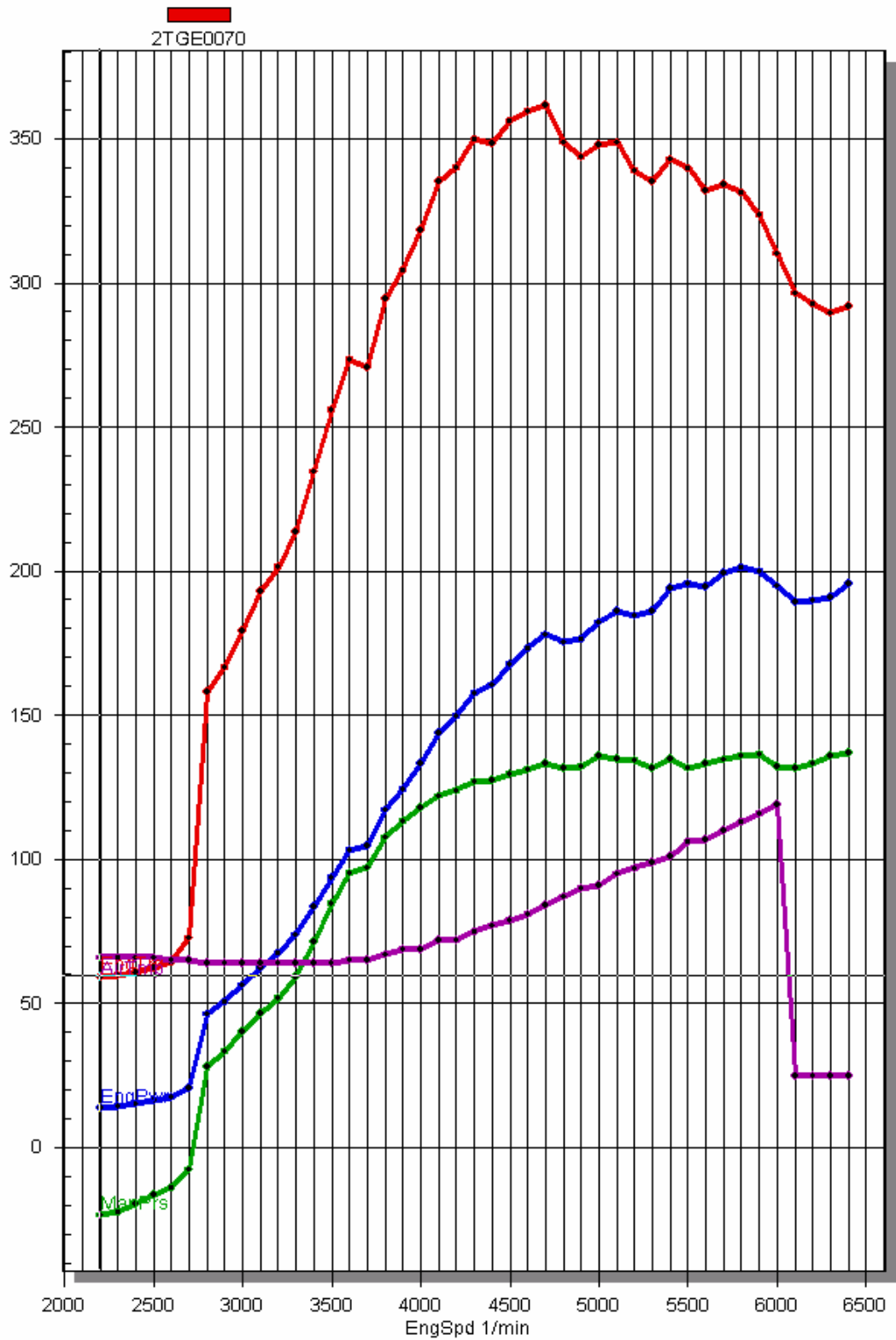
----- Torque and Power -----				
EngSpd 1/min	EngTrq Nm	EngPwr kW	ManPrs kPa	AirTmp C
2200	59.4	13.7	-23.5	66
2300	59.8	14.4	-22.4	66
2400	60.8	15.3	-19.5	66
2500	62.4	16.3	-16.3	66
2600	64.4	17.5	-13.8	65
2700	72.8	20.6	-7.6	65
2800	158.1	46.4	28.1	64
2900	166.7	50.6	33.3	64
3000	179.3	56.3	40.3	64
3100	193.0	62.7	46.7	64
3200	201.6	67.6	51.8	64
3300	213.7	73.9	59.3	64
3400	234.6	83.5	71.6	64
3500	255.9	93.8	84.7	64
3600	273.5	103.1	95.3	65
3700	270.7	104.9	97.1	65
3800	294.5	117.2	107.7	67
3900	304.3	124.3	113.1	69
4000	318.5	133.4	118.0	69
4100	335.4	144.0	122.0	72
4200	340.0	149.5	124.0	72
4300	349.8	157.5	126.9	75
4400	348.3	160.5	127.6	77
4500	356.1	167.8	129.7	79
4600	359.7	173.3	131.1	81
4700	361.6	178.0	133.4	84
4800	348.8	175.3	131.6	87
4900	343.8	176.4	132.3	90
5000	348.0	182.2	135.8	91
5100	348.8	186.3	134.8	95
5200	339.0	184.6	134.5	97
5300	335.2	186.0	131.6	99
5400	343.0	194.0	134.8	101
5500	339.7	195.7	131.6	106
5600	332.1	194.8	133.4	107
5700	334.4	199.6	134.6	110
5800	331.4	201.3	136.0	113
5900	323.8	200.1	136.3	116
6000	310.2	194.9	132.4	119

KUVA 15. Vääntö ja teho

2200,0; 59,4

Torque and Power

2TGE0070,



KUVA 16. Vääntö ja teho käyrät

7 POHDINTA

Jos moottorin tarkoitus ei olisi virittäminen, ei moottoria paremmin voisi saada toimimaan, kuin mitä sen saimme moottoridynamometrissä koululla. Tietysti Suomen oloissa kylmäkäynnistysrikastukset jäivät nyt kokeilematta, koska moottorihuoneessa oli aina lämpöasteita. Olisi ollut hienoa päästä vielä ajamaan moottoria tiellä ja muun liikenteen seassa. Tällöin olisi selvinnyt kuinka hyvin moottori toimisi käytännössä. Kiihdytysrikastukset ja kylmärikastukset olisi ollut silloin hyvä säätää kohdilleen. Moottorissa käytettävän ahtoilmanjäähdyttimen jäähdytystehon vaikutus sytytysennakon määrään olisi ollut kiva päästä kokeilemaan, mutta siihen tarkoitukseen olisi pitänyt varata useita eri jäähdyttimiä. Parempi jäähdytin alentaa imuilmanlämpötilaa, jolloin sytytysennakkoa olisi voitu lisätä ja näin ollen teho olisi kasvanut. Tämä asia tulee vastaan vasta pitkällä vedoilla jolloin moottori joutuu kovalle rasitukselle. Ilmiö on aika harvinainen tavalliselle käyttöautolle.

Kun auto oli aikaisemmin varustettu kaasuttimilla, oli säätäminen hieman monimutkaisempaa kaasuttimiin verrattuna, mutta auton käynti ja luotettavuus parani oleellisesti. Ruiskun asentaminen tietysti on hieman kalliimpaa johtuen tarvittavien uusien osien myötä, mutta moottorin toiminnan kannalta se on huomattavasti parempi. Kaasuttimien kanssa säätömahdollisuus jää hyvin pieneksi ja epätarkaksi ja säätäminen vaatii aina moottoritilassa käyntiä, ruikulla säätäminen onnistuu penkiltä. Rikastukset ja korjauskartat ovat kaasuttimilla mahdotonta toteuttaa ja näin ollen viritetyt kaasuttimilla varustetut moottorit toimivat hyvin vain tietyillä alueilla.

Muihin ruiskuihin verraten Mega-Squirt on halvin mahdollisin tapa toteuttaa moottorin muuttaminen kaasuttimista ruiskutusjärjestelmälliseksi. Kaikki anturi voidaan opettaa MS:lle ja näin ollen hankittavien osien listalle jäävä osuus on pienempi. Huonoihin puoliin liittyvät Mega-Squirt:n ongelmatilanteet, asiasta tietävät ovat harvassa ja moottorinohjausta ei voi viedä mihinkään liikkeeseen takuu korjaukseen, jos jokin hajoaa. Tässä omistajalla ja tietysti MS:n rakentajalle jää vastuu moottorinohjausjärjestelmän toimivuudesta ja sen oikein kytkennästä. Muunneltavuudeltaan erilaisiin tilanteisiin MS on omaa luokkaansa, levyltä pystyy hyvällä elektroniikka taidoilla saamaan ulos mitä mielenkiintoisimpia toteutuksia. Verraten Mega-Squirt:a vaikka KMS – moottorinohjaukseen, on KMS huomattavasti kalliimpi ja vaatii se omat tietyt anturinsa toimiakseen

oikein. KMS:lle tietysti löytyy tuki ja asianmukaiset ohjeet toiminnan varmistamiseksi. Säättäminen onnistuu moneltakin eri firmalta moitteettomasti, koska KMS on luovuttanut tietyille firmoille varmat toiminta ohjeet kuinka toimia tietyn vian ilmettyä. Jos vika on moottorinohjainlaitteessa, saadaan uusi takuuseen tilalle. Tästä Mega-Squirt:n kanssa on turha edes haaveilla.

MS:n kaikki valikot olivat englanniksi ja jotkut valikoista olivat arveluttavan epävirallisin nimin, joista toiminnan tiedosta ei välttämättä saanut selvyttä yhtään. Tämä tietysti johtuen siitä, koska projekti on avoin ja parhaat käyttäjien muutokset pääsivät sitten virallisiin julkaisuihin toimivuutensa puolesta. KMS moottorinohjausjärjestelmän saa halutessaan suomenkielisillä ohjeilla ja ohjelmiston valikot ovat toteutettu selkeästi ja järjestelmällisesti, valikot ovat selkeästi esillä ja näin niiden käyttö on jouhevaa. Säättäminen itsessään ei juuri eroa toisistaan mitenkään. Molemmissa on kartta-alue, johon arvot laitetaan. Käyttäjä itse valitsee, kumpi on selkeämpi tässä suhteessa. Alkuasetusten kanssa toiminta KMS:ssä on helpompaa, nopeampaa ja kaikki tärkeä on heti esillä, MS:n kanssa on vaikeaa tietyissä tilanteissa valikoiden epäselkeyden johdosta. Kaikesta huolimatta suosittelen Mega-Squirt:a käyttökokemuksen perusteella. Se on edullinen ja muokattavissa jopa käyttöautoon viritettäväksi moottorinohjausjärjestelmäksi.

LÄHTEET

1. Electronic Fuel Injection Computer by Bowling & Grippo 2009. WWW-sivusto.
<http://www.megamanual.com/index.html>. Päivitetty 10.6.2009. Luettu 23.2.2009

2. MegaSquirt forum. Bowling & Grippo. Netti foorumi.
<http://www.msefi.com/index.php>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.2.2009