

Samuli Ylijoki

**MOOTTORIPYÖRÄN MUUTOS
MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖISEKSI**

**MOOTTORIPYÖRÄN MUUTOS
MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖISEKSI**

Samuli Ylijoki
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Samuli Ylijoki
Opinnäytetyön nimi: Moottoripyörän muuttaminen monipolttoainekäyttöiseksi
Työn ohjaaja: Mauri Haataja
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014 Sivumäärä: 31+1 liite

Työssä suunniteltiin ja toteutettiin moottoripyörä, joka toimii kahdella eri polttoaineella sekä niiden seoksella. Työn taustana oli suuri kiinnostus moottoripyöriä ja niiden kehittämistä kohtaan. Työssä sovellettiin autoissa käytettävää monipolttoainekäyttötekniikkaa, joka on vaihtoehtona jo monella eri merkillä. Monipolttoainekäyttöiseksi muuttaminen voidaan toteuttaa muissakin nelitahtisissa bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa, esimerkiksi mönkijöissä.

Työssä asennettiin polttoaineanturi ja happitunnistin sekä vaihdettiin alkuperäinen ohjainlaite Megasquirt-ohjainlaitteeseen. Lisäksi muutettiin johtosarja vastaamaan ohjainlaitteen tarpeita. Työssä ilmeni ongelmia kampiakselin tunnistimen signaalissa. Signaalia ei saatu muutettua oikeaksi. Ongelman aiheutti osien pieni koko ja rajoitettu tila. Työtä ei saatu valmiiksi aikataulussa, ja kehitystyö jatkuu tulevaisuudessa tämän opinnäytetyön ulkopuolella.

Asiasanat: moottoripyörä, flexfuel, etanoli, Megasquirt -ohjainlaite

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty syksyn 2012 ja kevään 2014 aikana Oulussa. Työn lähtökohtana on käytetty vuosimallin 2004 Kawasaki Z1000 -moottoripyörää, jonka muuttaminen monipolttoainekäyttöiseksi tehtiin ensimmäistä kertaa. Tarvittavien osien rakentamisessa, suunnittelussa ja asennuksessa on ollut suurena apuna aikaisempi kokemus moottoripyöristä ja niiden korjaamisesta.

6.5.2014

Samuli Ylijoki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 KAWASAKI Z1000 -MOOTTORIPYÖRÄ	9
2.1 Moottori ja vaihteisto	9
2.2 Sytytysjärjestelmä	9
2.3 Polttoainejärjestelmä	11
2.4 Moottorinohjausjärjestelmä	13
3 MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖINEN AJONEUVO	14
3.1 Edut ja haitat	14
3.2 E85-polttoaine	14
4 MOOTTORIPYÖRÄÄN TEHTÄVÄT MUUTOKSET	16
4.1 Tunnistimet	16
4.1.1 Happitunnistin	16
4.1.2 Polttoaineseosanturi	17
4.2 Ohjainlaite	17
4.2.1 Megasquirt	18
4.2.2 Megasquirt 3	19
5 MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖISEKSI MUUTTAMINEN	20
5.1 Ohjainlaitteen rakentaminen	20
5.2 Anturoinnin asentaminen	21
5.3 Johtosarja	22
5.4 Ohjainlaitteen asennus	23
5.5 Moottorin säätö	23
5.6 Tehon mittaus	26
6 MOOTTORIPYÖRÄN MUUTOSTYÖN OHJEISTUS	27
7 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

SANASTO

flexfuel	monipolttoainekäyttöinen, pystyy käyttämään bensiini-etanoliseosta (E85)
lambda-tunnistin	happitunnistin
nollakohta	kohta, josta moottorin sytytyksen ajoitus lasketaan
PLX	laitevalmistaja, USA
VAG-konserni	Volkswagen - Audi - Skoda -konserni
yläkuolokohta	moottorin 1. sylinterin männän ollessa ylimmässä kohdassa

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan ja toteutetaan muutossarja bensiinikäyttöisestä monipolttoainekäyttöiseksi moottoripyöräksi. Lähtökohtana käytetään vuosimallin 2004 Kawasaki Z1000 -moottoripyörää.

Suunnittelua vaikeuttaa moottoripyörän tilanahtaus ja käytettävyys. Moottoripyörä suunnitellaan käyttämään kahta vaihtoehtoista polttoainetta ja niiden seosta. Suunnittelussa otetaan huomioon myös tehonlisäys ja säädettävyys moottorinohjainlaitteen vaihdon vuoksi. Työssä käsitellään osakokonaisuus komponentteineen ja muutoksen vaikutus tehoihin.

2 KAWASAKI Z1000 -MOOTTORIPYÖRÄ

Tämän opinnäytetyön perustana käytetään Kawasaki Z1000 -moottoripyörää, jonka vuosimalli on 2004. Z1000 on urheilullinen lähes katteeton moottoripyörä. (Kuva 1.)



KUVA 1. Kawasaki Z1000 2004

Moottoripyörän ilmoitettu märkápaino on 198 kilogrammaa, istuinkorkeus on 1 055 millimetriä ja akseliväli 1 420 millimetriä. Polttoainesäiliön tilavuus on 18 litraa. Etujarrulevyjä on kaksi ja takajarrulevyjä on yksi. (1.)

2.1 Moottori ja vaihteisto

Kawasaki Z1000:n moottori on nelisylinterinen, nelitahtinen nestejäähdytteinen rivimoottori, jonka iskutilavuus on 953 kuutiosenttimetriä. Huipputeho 127 hevosvoimaa saavutetaan kierrosluvun ollessa 10 000 kierrosta minuutissa. Vääntöä moottorista saadaan 95,6 newtonmetriä kierrosten ollessa 8 000 kierrosta minuutissa. Vaihteistona käytetään kuusiportaista vaihdelaatikkoa märkäkytkimellä, ja toisioveto on toteutettu ketjulla. (1.)

2.2 Sytytysjärjestelmä

Kawasaki Z1000 -moottoripyörän sytytysjärjestelmän jokaisella sytytystulpalla on oma puola. Puola on osa, joka varastoi ja vapauttaa jännitteen sytytystulpal-

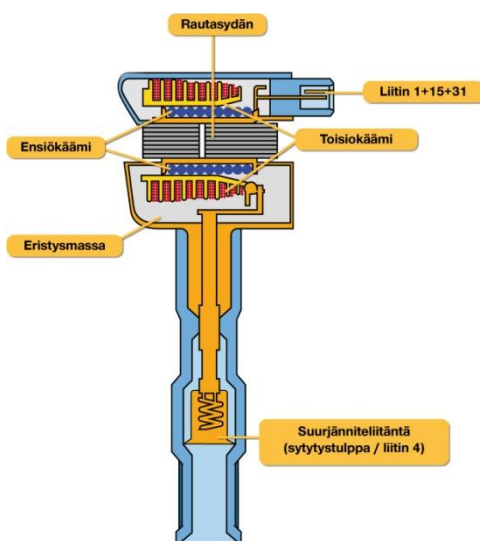
le. Sytytystulppa tekee kipinän palotilaan ja kipinä sytyttää polttoaine-ilmaseoksen. (1.)

Sytytyspuolaa ohjataan ohjainlaitteella. Ohjainlaitteen antaessa käskyn sytytyspuola vapauttaa virran. Puolan rakenne on kelatyypinen ja sen käämissä on kaksi osaa, ensiökäämi (pienjännitekäämi) ja toisiokäämi (suurjännitekäämi), jotka on käämitty rautasydämen ympärille. (Kuva 2.) (2.)



KUVA 2. Kawasaki Z1000:n puola

Puolan toiminta perustuu sähkömagneettiseen kenttään. Aluksi johdetaan sähkövirta ensiökäämin läpi, jolloin syntyy magneettikenttä puolan rautasydämeen. Tämän jälkeen virta nopeasti katkaistaan, jolloin magneettikentän purkautuminen indusoi toisiokäämiin korkeajännitteen, joka purkautuu suurjänniteliittimen kautta sytytystulpalle. (Kuva 3.) (2.)



KUVA 3. Sytytyspuola (6)

Ohjainlaite saa tiedon kampiakselin asentotunnistimelta, milloin sytyttää tietty sylinteri. Ohjainlaite laskee nollakohdasta sylinterien oikean sytytysketken. Kuvassa 4 on säädettävä kampiakselin asentopyörä.



KUVA 4. Kawasaki Z1000:n kampiakselin asentopyörä

2.3 Polttoainejärjestelmä

Kawasaki Z1000 -moottoripyörässä on käytössä neljäpisteruiskutusjärjestelmä. Tämä tarkoittaa, että jokaiselle sylinterille on oma polttoainesuutin, joita ohjataan sähkösignaalien avulla. Suuttimen päässä on neljää reikää, joilla saadaan ruiskutettava polttoaine hajoamaan jo ruiskutusvaiheessa. Järjestelmällä jossa jokaisella sylinterillä on oma suihkutussuutin, saadaan aikaiseksi paljon parempi seos. Paremmalla seoksella tarkoitetaan oikeaa määrää polttoainetta sekä ilmaa sekoitettuna. (1.)

Ilma kulkeutuu ilmakotelon kautta ja läpi ilmansuodattimesta. Sieltä se ohjautuu kaasuläppien kautta imukanavaan, josta imuventtiili päästää sen palotilaan. Jokaisella sylinterillä on oma kaasuläppä, joka annostelee ilman määrää. Kaasuläppä akselin päässä on tunnistin, jonka kautta menee tieto ohjainlaitteelle, joka määrittelee polttoaineen määrän. Kaasuläppiä ohjataan kaasuvaijerin avulla, joka on kiinnitetty kaasukahvaan. Kuvassa 5 on näkyvillä Kawasaki Z1000 -moottoripyörän kaasuläppärungot. (1.)



KUVA 5. Kaasuläppärungot, Kawasaki Z1000 (3)

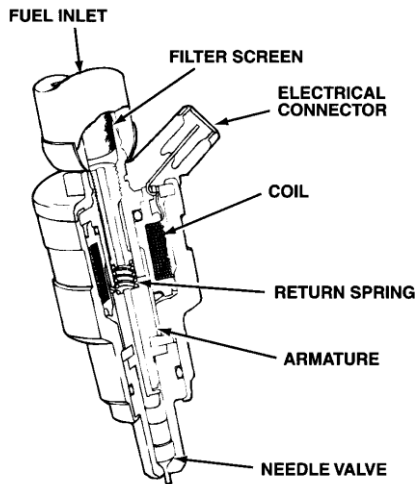
Polttoainepumppu siirtää polttoaineen tankista suuttimille. Polttoainepumppu on sijoitettu polttoainetankin sisään, josta se saa polttoaineen siirrettyä letkujen avulla jakotukkiin. Jakotukki jakaa polttoainepaineen tasaisesti neljän suuttimen kesken. Z1000 -moottoripyörän polttoainepumppu jaksaa pumpata 3,1 bar. Polttoainepumppu tuottaa paineen heti, kun virrat laitetaan päälle moottoripyörästä. (1.) (Kuva 6.)



KUVA 6. Polttoainepumppu Kawasaki Z1000 (4)

Polttoainesuuttimet ovat pienikokoisia, mutta niissä on sisällä hienoa tekniikkaa. Pienikin roska saattaa tukkia polttoainesuuttimen, ja siitä aiheutuu ongelmia. Tämän vuoksi polttoainejärjestelmissä on aina polttoainesuodattimet joko tankin sisällä tai sitten ulkoisena. Kawasaki Z1000 -moottoripyörässä polttoainesuodatin on tankin sisällä polttoainepumpun kanssa samassa yksikössä. Yleisimmin polttoainesuuttimia ohjataan maadoittamalla. Tämä tarkoittaa että, polttoainesuuttimille tulee jatkuva jännite virran ollessa kytkettynä. Kun maadoitus kyt-

ketään moottorinohjainlaitteella, syntyy sähkömagneettinen kenttä, joka vetää neulaventtiiliä ylös, jolloin polttoaine pääsee virtaamaan polttoainesuuttimen päästä palotilaan tai imukanavaan. Kuvassa 7 on polttoainesuutin halkileikkauksena.



KUVA 7. Polttoainesuutin (5)

2.4 Moottorinohjausjärjestelmä

Kawasakin moottorinohjainlaite on pienikokoinen, mutta täynnä elektroniikkaa. Ohjainlaitteita ei yleensä ole suunniteltu purettaviksi kuten ei tässäkään tapauksessa. Ohjainlaitteen piirustuksia ei ole joten ei ole tarkkaa tietoa sisällöstä. Ohjainlaite on moottorin aivot. Ohjainlaitteelle menee antureilta tiedot, joiden mukaan se antaa käskyjä toimilaitteille. Jos ohjainlaitteelta puuttuu esimerkiksi kampiakselin signaali, moottoripyörä ei lähde käymään. Kuvassa 8 on Kawasakin ohjainlaite.



KUVA 8. Kawasaki Z1000:n ohjainlaite

3 MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖINEN AJONEUVO

Monipolttoainekäyttöisellä ajoneuvolla tarkoitetaan ajoneuvoa, joka pystyy käyttämään polttoaineena sekä bensiiniä että bensiini-etanoliseosta (E85). Henkilöautoissa jo yleistynyt monipolttoainejärjestelmä vaikuttaa positiivisesti päästöihin.

3.1 Edut ja haitat

Polttoaineen valintaan bensiini-etanoliseokseksi vaikutti päästöjen aleneminen ja hinta. Etanoli on uusiutuva luonnonvara, joten se on hyvä ympäristön kannalta. Monipolttoainekäyttöiseksi muuttamisella saadaan myös moottorista enemmän tehoa irti. Haittana on polttoaineen kulutuksen nouseminen. Kulutus nousee, koska etanoli sisältää vähemmän energiaa kuin bensiini. Bensiini-etanoliseoksella pääsee noin 25 - 30 % lyhyemmän matkan kuin samalla määrällä bensiiniä. (8.)

Pelkästään E85-käyttöiseksi muutos on helpompi kuin muutos käyttämään molempia polttoaineita. Silloin ei tarvitse kuin tehdä muutoksia moottorinohjauslaitteelle. Esimerkiksi Saabissa tämä on mahdollista suorittaa pelkällä ohjelmoinnilla. Jos muutoksen aikoo tehdä, on tarkastettava soveltuvuus polttoainelinjaston takia, koska etanoli voi sulattaa vääränlaisen polttoainelinjastomateriaalin. (8.)

3.2 E85-polttoaine

E85-polttoaine on bensiinin ja etanolin seos. Siinä on 85 % etanolia ja 15 % bensiiniä. Seoksen palaminen tapahtuu todella puhtaasti. (8.)

E85-polttoaine on laajasti käytetty Ruotsissa, ja se yleistyy koko ajan Yhdysvalloissa. Suomessa E85-polttoaine on ollut myynnissä 1. huhtikuuta 2009 alkaen. (8.)

Etanoli on kemialliselta merkiltään C_2H_5OH . Etanoli on uusiutuva luonnonvara. Sitä voidaan valmistaa mistä tahansa käymiskelpoisesta hiilihydraatista käymisprosessilla biokemiallisesti tai vaihtoehtoisesti Fischer-Tropsch-prosessilla liittämällä eteeniin katalyyttisesti vettä. Eteenin valmistamiseen käytetään bio-

kaasua tai kivihiiltä koksamalla. Etanolin valmistukseen käytettävillä kasveilla ei ole lähellekään yhtä korkeat laatu- ja puhtausvaatimukset kuin ravintokasveille, joten koko kasvien biomassassa voidaan hyödyntää prosessissa. (8.)

Tällä hetkellä moottoribensiinin valmistuksen ja jakelun energiatase on 80 %. Tämä tarkoittaa, että 20 litran bensiinierän valmistukseen ja jakeluun käytetään 3 litran edestä energiaa. Ruotsalaisen bioetanolin valmistaja Agroetal AB ilmoittaa Agroetanolin nettoenergian tuotannoksi 40 %. Osa valmistajista ilmoittaa 90 % voitollisesta energiataseesta, koska koneita käytetään vähän ja sadonkorjuu tehdään manuaalisesti. (8.)

4 MOOTTORIPYÖRÄÄN TEHTÄVÄT MUUTOKSET

Moottoripyörään tehtävät muutokset rajoittuvat pääasiallisesti sähköiseen puoleen ja tunnistimiin. Ainoat mekaaniset muutokset ovat polttoaineletkujen vaihdot ja tunnistimien asennuspaikkojen rakennus.

4.1 Tunnistimet

Moottoripyörään on lisättävä moottorin toimivuuden takaavien antureiden lisäksi muutama ylimääräinen anturi vahtimaan moottorin palamista ja polttoaineen seosta. Ensimmäinen lisättävä anturi on happitunnistin ja toinen polttoaineseoksen anturi.

4.1.1 Happitunnistin

Happitunnistimeksi valittiin Bosch-merkkinen laajakaista anturi. Happitunnistinta ohjaa oma ohjainlaite, PLX SM-AFR Gen2. Happitunnistimen lukeman näyttää kuljettajalle kosketusnäytöllinen mittari PLX DM-6. (Kuva 9.)



KUVA 9. PLX-ohjainlaite, mittari ja Bosch-happitunnistin (12)

Happitunnistin mittaa moottorin pakokaasuista jäännöshappipitoisuuden ja antaa ulos 0 - 1 voltin jännitteen, jos kyseessä on kapeakaistainen anturi. Laajakaistainen anturi antaa ulos 0 - 5 voltin jännitteen. 0 voltia tarkoittaa, että pakokaasujen mukana on paljon happea ja 1 tai 5 voltia tarkoittaa, ettei happea ole ollenkaan. Happitunnistimen antaman jännitteen avulla moottorinohjausyksikkö säättää polttoaineilmaseosta. (9.)

Happitunnistimia on lämmitettäviä ja lämmittämättömiä. Happitunnistin tarvitsee korkean lämpötilan toimiakseen oikein. Tunnistin lämmitetään joko pakokaasujen tai vastuksen avulla. (9.)

4.1.2 Polttoaineseosanturi

Polttoaineseosta vahtii VAG-konsernin etanoli-anturi. Anturi mittaa polttoaineseoksesta etanolin määrää ja ilmoittaa sen ohjainlaitteelle, joka säättää polttoaineen määrää ja moottorin sytytysajankohtaa. (11.) (Kuva 10.)



KUVA 10. Polttoainetunnistin

4.2 Ohjainlaite

Kawasaki Z1000 -moottoripyörän oma ohjainlaite joudutaan korvaamaan ohjelmoitavalla ohjainlaitteella. Muutos joudutaan tekemään, koska alkuperäisellä ohjainlaitteella ei pystytä säätämään polttoaineen syöttöä ja sytytysajankohtaa kesken ajon, ja ilman säätö mahdollisuutta moottori ei toimi oikein. Uusi ohjainlaite säättää syötön ja sytytyksen etanoli-anturin syöttämän tiedon perusteella. Työhön valitsin Megasquirt-ohjainlaitteen säätöjen sekä hinnan vuoksi.

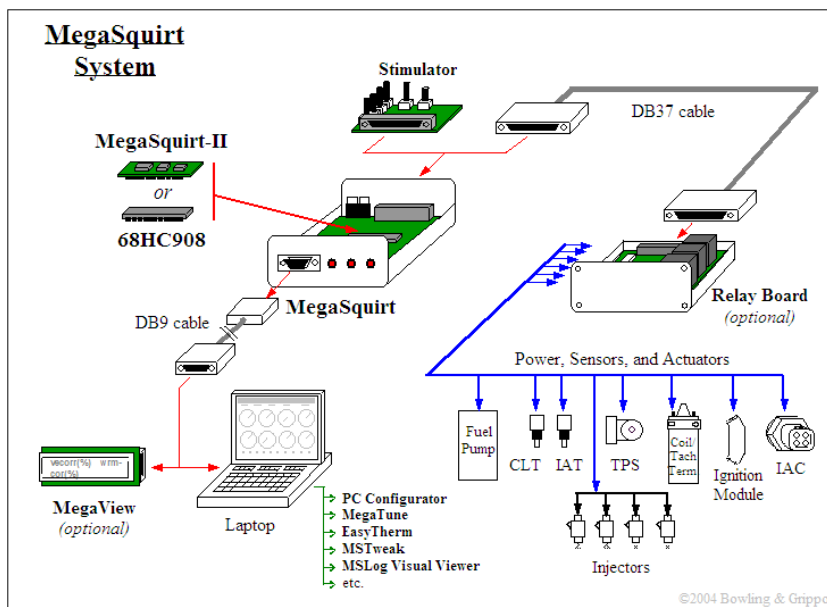
Vastaavat ralli-käytössä sekä muualla käytetyt ohjelmoitavat ohjainlaitteet maksavat tuhansia euroja. Rahansäästösyistä Megasquirt-ohjainlaite on hyvä, ja siinä on siltikin käytännössä samat ominaisuudet kuin kalliimmista ohjainlait-

teissa. Tässä työssä on käytetty Megasquirt-ohjainlaiteperheen parasta versiota.

4.2.1 Megasquirt

Megasquirt-ohjainlaite on tarkoitettu elektronisesti ohjatuille polttoainesuuttimille. Sillä pystytään ohjelmoimaan monia erilaisia polttoainekartastoja sekä sytytyksen ohjauksia. Megasquirt on paljon käytetty harrastelijapiireissä sen halvan hinnan vuoksi. Halvin Megasquirt-ohjainlaite paketti maksaa noin 150 €. Tämä paketti on itse koottava. Siinä tulee tarvittavat komponentit mukana sekä valmis ohjainlevy. Sitä saa myös valmiiksi koottuna. (13.)

Megasquirtin asennuskohteen mukaisesti ohjainlaite saattaa tarvita paljon muutakin kuin pelkän rakennussarjan. Ajoneuvon moottorin tyypistä johtuen kaasutinmalli pitää vaihtaa suutinmalliin. Megasquirt tarvitsee siis joitain perusanturitietoja pystyäkseen toimimaan. Megasquirtin mallista riippuu, kuinka monta suutin ja sytytyslähtöä siitä löytyy. Halvimmassa mallista on vähiten lähtöjä ja kalteimmassa V8-moottorin käyttötarkoitukseen. Kuvassa 11 on esitetty perusperiaate Megasquirt-ohjainlaitteen asennuksesta. (13.)



KUVA 11. Megasquirt-kaavio (13)

Ohjainlaitteen rakentamiseen löytyy tarkat ohjeet valmistajan internet sivuilta. Sivulla pystyy vertailemaan ohjainlaitteiden ominaisuuksia. (13.)

4.2.2 Megasquirt 3

Megasquirt 3 -ohjainlaitteessa on parhaat ominaisuudet ja säätömahdollisuudet. Megasquirt 2 ja 3 ovat ainoat ohjainlaitteet Megasquirt perheessä, joissa on flexfuel-ominaisuus. (14.)

Ohjainlaitteen polttoainekartaston koko on 16×16, jonka pystyy säätämään 0,1 %-asteikolla. Sytytyskartasto on samankokoinen ja sen säätö 0,1^o-asteikolla. Sytytys- ja polttoaine ulostuloja on kahdeksan kappaletta. Releille ja solenoideille on kuusi ulostuloa. Ohjainlaitteesta löytyy myös kaksi laajakaistalambdan sisääntuloa sekä paljon muita säätömahdollisuuksia. (14.) (Kuva 12.)



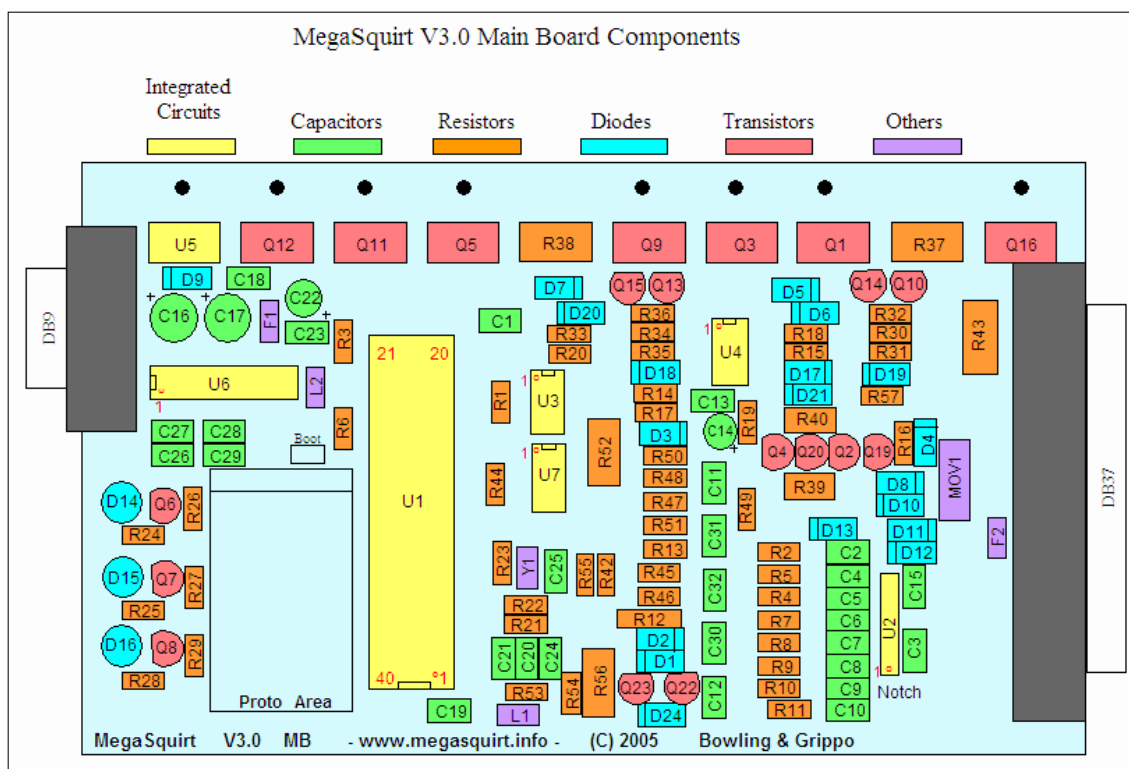
KUVA 12. Megasquirt-ohjainlaite valmiina

5 MONIPOLTTOAINEKÄYTTÖISEKSI MUUTTAMINEN

Opinnäytetyö suoritettiin omilla tallitiloissa Oulussa. Työpisteinä toimivat hallitilat Oulussa ja lähikunnissa.

5.1 Ohjainlaitteen rakentaminen

Ohjainlaitteen rakentaminen aloitettiin tarvittavien komponenttien hankinnalla sekä tarvittavan asennuslaitteiston hankkimisella. Komponenttien asennus aloitettiin ohjeen mukaisesti tinaamalla ne kiinni piirilevyyn. Komponenttien määrä oli noin 150. Komponenttien asennukseen oli kiinnitettävä paljon huomiota, jotta komponentit pysyvät kiinni piirilevyssä eivätkä haittaa yhteyttä. Komponenttien koko vaihteli tulitikun pään kokoisesta tulitikkurasian kokoiseen. (Kuva 13.)



KUVA 13. Megasquirt-ohjainlaitteen komponenttikaavio (13)

Komponentteja ei pystynyt asentamaan yhdessä illassa, koska levy olisi kuumentunut liikaa ja keskittymiskyky ei olisi riittänyt. Komponenttikaaviossa numeron edessä oleva kirjain kertoo komponentin tyypin. Komponenttityyppiä tarkoittavat lyhenteet näkyvät taulukosta 1.

TAULUKKO 1. Komponenttityyppi

D1	Diodi 1
C1	Kapasitori 1
R1	Resistori 1
U1	IC-siru 1
L1	Induktori 1
F1	Sulake 1
P1	Liitin 1
Q1	Transistori 1

5.2 Anturoinnin asentaminen

Antureiden asentaminen aloitettiin talvella, kun pyörä oli laitettu talviteloille. Ensimmäisenä pyörä oli purettava ja suunniteltava antureiden mahdollisia asennuspaikkoja. Happitunnistin asennettiin paineentasausputken liitossaumaan. Happitunnistimelle tehtiin molemmin puolin asennuspaikat vertailuarvojen saamiseksi, koska pyörässä putki jakautuu 4-2-4, eli neljältä sylinteriltä kahdeksi putkeksi ja lopussa taas neljäksi putkeksi (kuva 14).



KUVA 14. Happitunnistimen asennuspaikka

Happitunnistimen arvoja näyttävä mittari asennettiin ohjaustankoon keskelle, jossa se on nähtävissä mahdollisimman helposti ajon aikana. (Kuva 15.)



KUVA 15. Seosmittari

Etanoliseosanturin asennuspaikan määräsi tilanahtaus. Asennuspaikaksi valittiin polttoainetankin alapuolella ollut tyhjä tila. Samalla asennettiin uudet polttoaineletkut.

5.3 Johtosarja

Alkuperäisen johtosarjan liittimet eivät sopineet suoraan uudelle ohjainlaitteelle. Alkuperäinen johtosarja muokattiin oikeanlaiseksi purkamalla johtosarja ja vaihtamalla uudet liittimet. Tarpeettomaksi jääneet johdot jätettiin johtosarjaan paikoilleen, jotta mahdollinen takaisin muutos onnistuisi helposti (kuva 16).



KUVA 16. Johtosarjan tekeminen

5.4 Ohjainlaitteen asennus

Ennen ohjainlaitteen paikoilleen asennusta täytyi purkaa vanha johtosarja ja liittimet sekä johdottaa uudet anturit ohjainlaitteelle asti. Vanhat liittimet irrotettiin ja tilalle asennettiin kaksi DB37-liitintä, jotka saadaan kiinni uuteen ohjainlaitteeseen.

Ohjainlaitteen paikka löytyi takatavaratilasta. Tavaratila oli ainoa paikka, johon ohjainlaite mahtui. Paikan määräytymisen takia myös johtosarjaa jouduttiin pidentämään. Johtosarjan pidennyksen yhteydessä myös testattiin ulostulevien signaalien sopivuus. Muutamien asetusten tarkastelun ja johtojen paikan vaihdon jälkeen ne saatiinkin toimimaan. Ongelmien ratkaisussa meni aikaa, koska kukaan ei ole aikaisemmin tehnyt monipolttoainekäyttöistä moottoripyörää. Ainaat avut saatiin Megasquirt-ohjainlaitteen aikaisemmin asentaneilta ihmisiltä.

5.5 Moottorin säätö

Ensimmäisenä ohjelmoitiin ohjainlaitteelle oikeat moottoritiedot. Tämän jälkeen tarkasteltiin signaalien saapuminen ohjainlaitteelle. Kaikki signaalit tulivat ohjainlaitteelle asti. Melkein kaikkien signaalien muoto oli oikein. Suurimpana ongelmana oli kampiakselin anturin signaali.

Ohjainlaitteen säätämisessä oli heti alkuun ongelmia. Moottori ei lähtenyt käyntiin. Ensimmäisenä ongelmana oli kampiakselin päässä olevan asentopyörän asetusarvojen laskeminen. Näitä arvoja valmistaja ei ole halunnut antaa ulkopuolisille, ja siksi ne piti laskea itse. Asetusarvoilla tarkoitetaan asentopyörän kohtaa, missä moottori on tietyssä kohdassa, esimerkiksi 1. sylinterin yläkuolo-kohtaa.



KUVA 17. Kampiakselin asentopyörä (alkuperäinen)

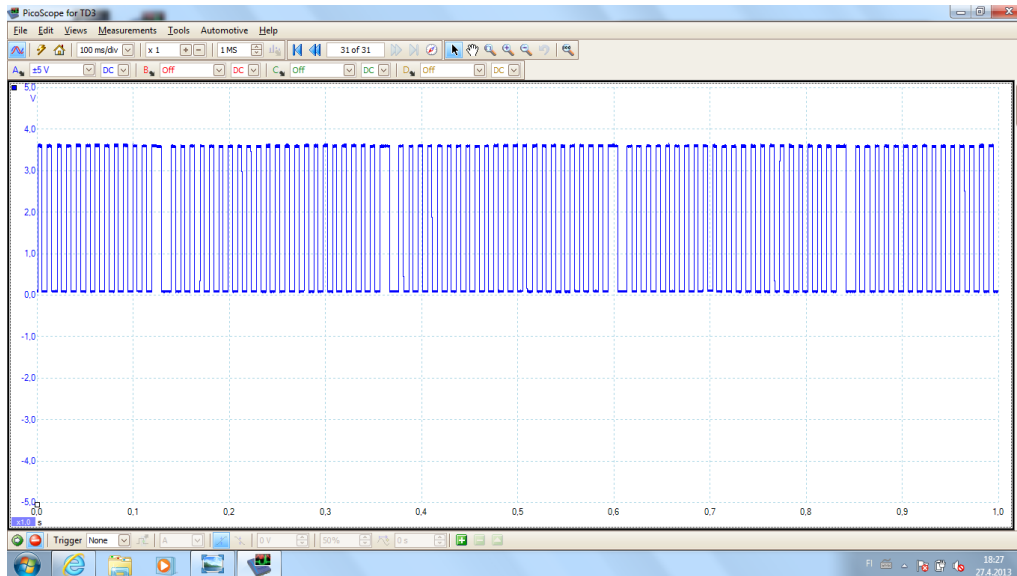
Asetusarvojen tarkastelun jälkeen suurimmaksi ongelmaksi tuli oikeanlaisen signaalin saaminen kampiakselin asentopyörältä. Signaali tulee ohjainlaitteelle asti, mutta signaalissa oli liikaa virheitä. Ohjainlaite ei ymmärrä signaalia tarpeeksi hyvin. Signaali yritettiin parantaa toisenlaisella asentopyörällä sekä signaalin vahvistimella. Kuvassa on 17 alkuperäinen asentopyörä ja kuvassa 18 on muokattu kampiakselin asentopyörä.



KUVA 18. Kampiakselin asentopyörä (muokattu)

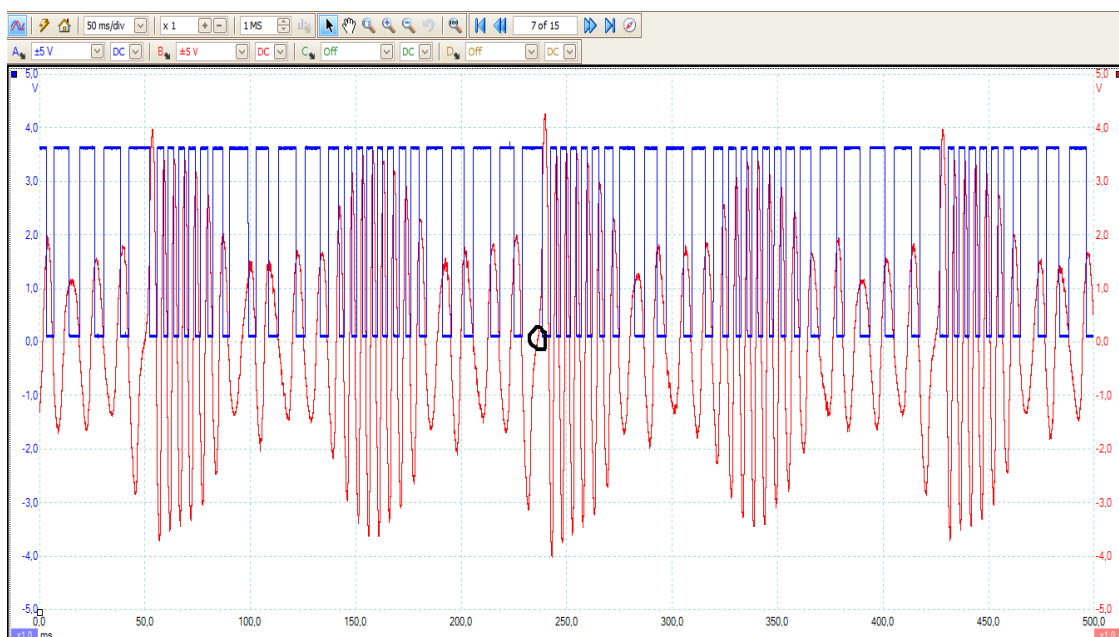
Moottoripyörän moottorin sylinterien puristusaineet ovat niin suuret, että ohjainlaite luulee käynnistyksen yhteydessä yhden kampiakselin kierroksen aikana kampiakselin pyörineen monta kertaa. Ohjainlaite lukee siis sylinterien puristustahdit nollakohdiksi.

Kuvasta 19 voidaan tarkastella tilannetta, kun moottorissa ei ole puristuksia. Tämä signaali olisi paras mahdollinen, koska ohjainlaite ymmärtää kaikki hammat ja nollakohtan.



KUVA 19. Kampiakselin asentosaati, ilman puristuksia

Vika saataisiin poistettua suurentamalla asentopyörän halkaisijaa, mikä ei ole mahdollista tilan puutteen vuoksi. Kuvasta 20 nähdään, kuinka ohjainlaite muutti kampiakselin anturilta tulevan tiedon oikeanlaiseksi sekä kuinka moottoripuristukset vaikuttavat signaaliin. Kuvassa on ympyröitynä oikea nollakohta.



KUVA 20. Kampiakselin anturin signaali alkuperäisenä ja muunnettuna

Moottoripyörä saatiin käyntiin muutamia kertoja kokeiltaessa eri säätömahdollisuuksia. Oikein moottori ei käynyt ollenkaan, koska ohjainlaite antoi kipinää väärään aikaan luullessaan kampiakselin asentotunnistimelta tulevan tiedon nollakohdaksi.

Useat käynnistyskerrat sekä väärä sytytysajoitus rikkoivat moottorista hammaspyöriä. Ongelmaksi tässä koitui osien saatavuus. Uusia osia moottoriin ei ole saapunut tähän päivään mennessä.

Lisämittaukset jatkuvat, kun moottoriin tilatut osat saapuvat ja saadaan asennettua paikalleen. Moottoripyörä tulee käymään vielä joskus etanolilla sekä etanolipolttoaineseoksella, mutta ei tämän opinnäytetyön aikataulun aikana.

5.6 Tehon mittaus

Moottoripyörän toimintaa ei hankkeen aikana saatu toimimaan, joten tehon mittausta ei suoritettu. Teoriassa tehon mittauksen yhteydessä olisi säädetty ohjainlaitteen avulla seossuhteita ja sytytysajoitusta optimoiden moottorin suorituskykyä moottorin muuttuvissa kuormitus- ja pyörimisnopeusolosuhteissa.

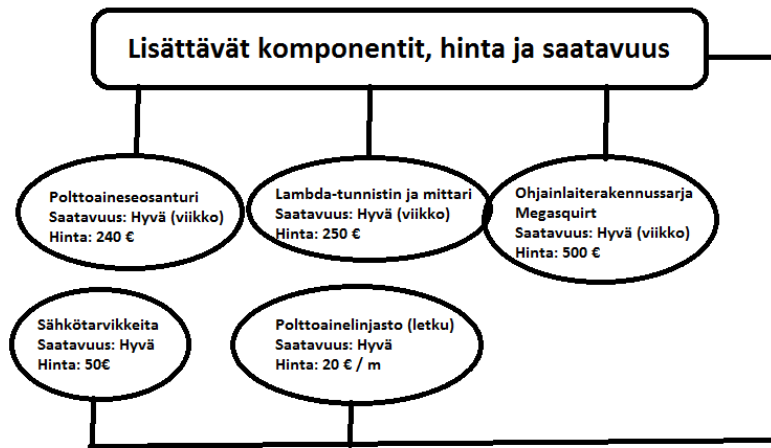
6 MOOTTORIPYÖRÄN MUUTOSTYÖN OHJEISTUS

Moottoripyörän muutos monipolttoainekäyttöiseksi aloitettiin suunnittelemalla työ. Ensimmäisenä valittiin sopiva kohde työlle. Tässä tapauksessa tallista löytynyt Kawasaki Z1000 -moottoripyörä sai kelvata. Seuraavaksi listattiin tarvittavat anturit ja osat mitä pyörässä ei ollut valmiina tai mitkä tarvitsi vaihtaa. Tämän jälkeen suunniteltiin aikataulu. Viimeiseksi arvioitiin budjetti opinnäytetyölle. Budjetin arvioinnissa kannattaa tarkastella ensin tarvittavien osien hintahaitaria.

Tarvittavia osia olivat säädettävä ohjainlaite, polttoaineseosanturi sekä lambda-anturi mittarin kanssa. Osien listauksen jälkeen kyseisille osille mietittiin vaihtoehtoja. Osien valintaan vaikutti hinta-laatusuhde. Työn suunniteltu budjetti oli noin 1200 €.

Osien saatavuus oli hyvä. Ohjainlaitteen Megasquirt-rakennussarja löytyi useasta eri nettikaupasta. Halvin ja nopein toimitus ratkaisi paikan. Rakennussarjalle tuli hintaa noin 500 €. Megasquirt-ohjainlaitteeseen päädyttiin sen hinnan takia. Vaihtoehtoja olisi ollut muitakin esimerkiksi Motec ja Hestec. Lambda-anturi löytyi Euroopan markkinoilta halvimmalla, paketissa oli laajakaista-anturi mittarin kanssa. Lambda-anturiksi valittiin Bosch ja ohjainlaite sekä mittari tulivat PLX-valmistajalta. Hintaa lambda-anturi paketille tuli noin 250 €. Kyseisestä paketista olin saanut hyvää palautetta muilta samaa pakettia käyttäneiltä, joten valinta oli helppo. Toimitusaikaa lambda-anturi paketilla oli viikko.

Polttoaineseosanturi oli vaikein löytää. Itse anturia löytyy monelta valmistajalta, mutta saatavuus ja hinta ovat isoin kysymys. Taustatietojen etsinnässä löytyi tuttavien kautta yritys, joka osasi neuvoa asiassa. Anturi saatiin kyseiseltä yritykseltä tilattua suoraan. Osa löytyi yritykseltä hyllystä ja hintaa oli noin 240 €. Kuvassa 21 on komponenttien saatavuus ja hinta kaaviona.



KUVA 21. Komponentit, saatavuus ja hinta

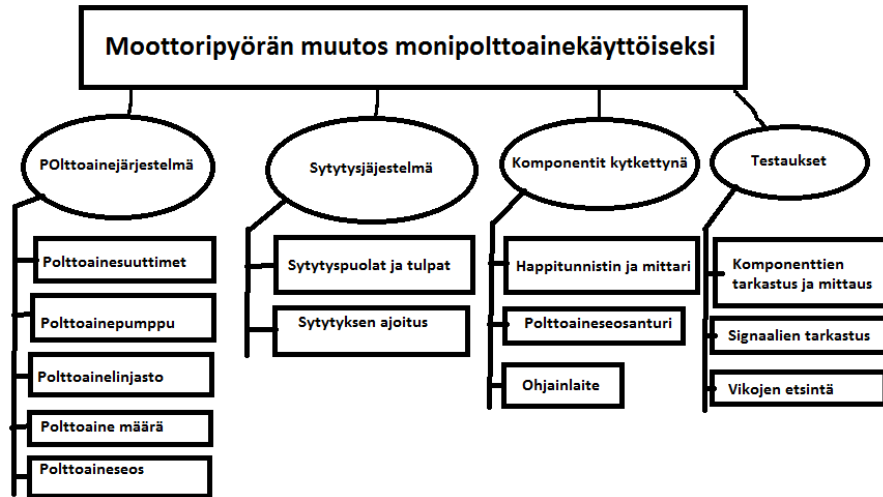
Moottoripyörän monipolttoainekäyttöiseksi muutoksen jälkeen pitää moottoripyörään tehdä muutoksastus. Muutoksastus täytyy suorittaa, koska moottoripyörän käyttövoimaa muutetaan. Ilman muutoksastusta moottoripyörällä julkisella tiellä ajaminen olisi kiellettyä.

Moottoripyörän monipolttoainekäyttöiseksi muutos kannattaa toteuttaa riittävällä aikataululla. Ongelmiin kannattaa myös valmistautua, niitä tulee aina. Opinnäytetyö oli alun perin tarkoitus suorittaa talven aikana. Mutta kun ongelmia tuli vastaan aikataulu alkoi venyä. Suurimmaksi ongelmaksi tuli alkuperäisosien toimitusaika. Pelkän kampiakselin pääty pultin toimitusaika oli noin kolme ja puoli kuukautta.

Muutoksessa on hyvä olla hyvät työkalut ja mittalaitteet. Mittalaitteina todettakoon esimerkiksi yleismittari ja oskilloskooppi. Työkaluina perustyökalusarja auttaa pitkälle ja lisäksi erikoistyökaluja mitä moottoripyörä saattaa tarvita. Sähkötöissä pitää olla huolellinen ja ohjainlaitteen rakennus vaatii puhtaan ja rauhallisen paikan. Tallin pöydällä sitä ei kannata alkaa rakentamaan. Jos on tarkoitus muuttaa moottoripyörä joskus takaisin normaaliin kuntoon, kannattaa esimerkiksi johtosarja katkaista sellaisesta kohdasta josta sen pystyy liittämään uudelleen takaisin.

Keskittyminen tällaiseen projektiin tulee olla aina täysi. Jos ajatukset muualla kun tekee töitä niin saattaa tulla kalliita virheitä. Apua kannattaa aina pyytää, se

ei maksa mitään kun kysyy. Opinnäytetyön budjetti olisi pysynyt halutussa, jos moottorin osien rikkoontumisia ei olisi tullut. Moottoripyörän osat ovat kalliita ja niiden toimitusaika on pitkä. Kuvassa 22 on kaavio monipolttoainekäyttöiseksi muuttamisesta.



KUVA 22. Moottoripyörän muutos monipolttoainekäyttöiseksi

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli rakentaa monipolttoainekäyttöinen moottoripyörä. Tarkoitus oli pystyä käyttämään moottoripyörän polttoaineena bensiiniä ja etanolia sekä niiden seosta. Järjestelmä saatiin rakennettua ja asennettua pyörään, mutta signaalien toimimattomuuden takia pyörää ei saatu toteutettua loppuun.

Moottoripyörän moottori ei kestänyt testauksia halutulla tavalla ja rikkoontui ennen kuin järjestelmä saatiin toimimaan oikein. Moottorin uudelleen rakennuksen jälkeen järjestelmän testaukset jatkuvat.

Yhteenvetona työstä voidaan todeta työn olevan mahdollista suorittaa tätä työtä suuremmalla budjetilla ja pitemmällä ajalla. Työ opetti, että moottoripyörän tekniikka on samankaltaista kuin autoissa, mutta pienemmässä koossa. Kampiakselin ajoituspyörän pieni koko aiheutti ongelman signaalissa.

Osien puutteellisen saatavuuden vuoksi projekti venyi yliajalle, eikä työ valmistunut aikataulussa. Pelkän kampiakselin päätypultin toimitusaika oli noin kolme ja puoli kuukautta.

LÄHTEET

1. Kawasaki Z1000 2002. Motorcycle service manual. Kawasaki heavy industries Ltd.
2. Puola (moottoritekniikka). 2013. Wikipedia. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Puola_%28moottoritekniikka%29. Hakupäivä 11.4.2014.
3. Kawasaki Z1000 Throttle body. 2014 Saatavissa: [http://i.ebayimg.com/t/10-13-Kawasaki-Z1000-Throttle-Body-Bodies-Intake-Fuel-System-00/s/NTYyWDc1MA==/z/n~kAAOxy-i9SQZYj/\\$KGrHqR,!oIFlqk7GUKWBSQZYi3L8!~60_3.JPG](http://i.ebayimg.com/t/10-13-Kawasaki-Z1000-Throttle-Body-Bodies-Intake-Fuel-System-00/s/NTYyWDc1MA==/z/n~kAAOxy-i9SQZYj/$KGrHqR,!oIFlqk7GUKWBSQZYi3L8!~60_3.JPG). Hakupäivä 11.4.2014.
4. Kawasaki Z1000 Fuel Pump. 2014 Saatavissa: <http://www.ebay.com/itm/03-06-Kawasaki-Z1000-Gas-Fuel-Pump-49042-1082-/140852342324>. Hakupäivä 11.4.2014.
5. Electronic fuel injection. 2000 Saatavissa: <http://www.gerrysap.com/efi.html>. Hakupäivä 11.4.2014.
6. NGK suorasytytyspuola 2013. NGK spark europe. Saatavissa: <http://www.ngk.de/fi/tekniikka-yksityiskohtaisesti/sytytyspuolat/sytytyspuolan-rakenne/suorasytytyspuolan-sytytyspuolan-sauvasytytyspuolan-rakenne/> Hakupäivä 11.4.2014.
7. Puola (moottoritekniikka). 2013. Wikipedia. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Puola_%28moottoritekniikka%29. Hakupäivä 11.4.2014.
8. E85 polttoaine. 2013. Wikipedia. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: [www.fi.wikipedia.org/wiki/E85_\(polttoaine\)](http://www.fi.wikipedia.org/wiki/E85_(polttoaine)). Hakupäivä 27.1.2013.
9. Lambda-anturi. 2013. Autowiki. Vapaa autotietokirja. Saatavissa: www.autowiki.fi/index.php/Lambda-anturi. Hakupäivä 27.1.2013.

10. Flexfuel with Megasuirt controller. 2011. Bruce Bowling and Al Grippo and Lance Gardiner. Saatavissa: www.megamanual.com/flexfuel.htm. Hakupäivä 25.8.2012.
11. Sport flexfuel sensor support. 2013. Haltech. Saatavissa: www.haltech.com/flex-fuel-sensor/. Hakupäivä 27.1.2013.
12. PLX devices Inc. 2013. PLX Devices Inc. Saatavissa: www.plxdevices.com/, Hakupäivä 17.2.2013.
13. MegaManual information, guides and links. 2013. Bruce Bowling and Al Grippo. Saatavissa: www.megasquirt.info/. Hakupäivä 26.8.2012.
14. Megasquirt msextra manual. 2013. Saatavissa: <http://www.msextra.com/doc/index.html> Hakupäivä 26.8.2012.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Samuli Ylijoki _____

Tilaaja Samuli Ylijoki _____

Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot Samuli Ylijoki _____

Työn nimi Moottoripyörän muuttaminen monipolttoainekäyttöiseksi _____

Työn kuvaus Työssä muutetaan bensiinikäyttöinen moottoripyörä monipolttoainekäyttöiseksi (flexfuel). _____

Työn tavoitteet

Rakentaa etanoli-bensiiniseoksella toimiva moottoripyörä. _____

Tavoiteaikataulu Työ suoritetaan syksyn 2012 ja kevään 2014 välisenä aikana aikana. _____

Päiväys ja allekirjoitukset _____