

TEKNIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Tietotekniikka
Tietoliikennetekniikka

INSINÖÖRITYÖ

KONVERSIO OBD:N JA SARJALIIKENNEPORTIN VÄLILLÄ

Työn tekijä: Anssi Kinnunen
Työn valvoja: Timo Kasurinen
Työn ohjaaja: Timo Kasurinen

Työ hyväksytty: __. __. 2007

Timo Kasurinen
lehtori



ALKULAUSE

Tämä insinööri työ tehtiin Helsingin ammattikorkeakoulun tietoliikennetekniikan laitokselle Helsingissä 2008.

Kiitän työn aiheesta ja ohjauksesta lehtori Timo Kasurista.

Lisäksi kiitän avovaimoani tuesta tätä työtä tehdessäni sekä opiskelukaveriani Anton Hokosta kannustuksesta ja yleisestä huolenpidosta työn valmistumisen suhteen.

Helsingissä 22.11.2007

Anssi Kinnunen

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Anssi Kinnunen	
Työn nimi: Konversio OBD:n (On Board Diagnostics) ja sarjaliikenneportin välillä	
Päivämäärä: 22.11.2007	Sivumäärä: 27 s. + 3 liitettä
Koulutusohjelma: Tietotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tietoliikennetekniikka
Työn valvoja: lehtori Timo Kasurinen Työn ohjaaja: lehtori Timo Kasurinen	
<p>Tämä insinöörityö on tehty Helsingin ammattikorkeakoululle osaksi suurempaa kokonaisuutta, jonka lopullisena tarkoituksena on lähettää auton OBD-diagnostiikkatiedot langattomasti paikkaan, jossa niitä voidaan analysoida, esimerkiksi autohuoltamolle.</p> <p>OBD2 (On-Board-Diagnostics II) on autoissa toimiva diagnostiikkajärjestelmä, joka tutkii auton eri osa-alueita, tallentaa tietoja näistä alueista ja ilmoittaa, jos jokin on vialla. Järjestelmä on nykyään laajalti käytössä.</p> <p>Ensimmäiset toteutukset OBD:stä nähtiin 80-luvun lopulla Yhdysvalloissa. Sitä seuraava toteutus OBD2 otettiin käyttöön 1996. EODB (European On Board Diagnostics) otettiin käyttöön Euroopassa vuonna 2001. Se on käytännössä sama kuin OBD2, mutta siihen on tehty muutamia muutoksia, jotka tekevät siitä paremmin sopivan Eurooppaan.</p> <p>Tässä insinöörityössä tutkitaan, kuinka tapahtuu konversio OBD-rajapinnan ja sarjaliikenneportin välillä. Tätä konversiota valittiin suorittamaan edullinen AGV2055-piirisarjaan perustuva OBD2-adapterin rakennussarja, joka kytketään tietokoneen sarjaliikenneporttiin.</p> <p>Tässä työssä perehdytään adapterin kokoamiseen ja tutustutaan sen toimintaan. Lisäksi kokeillaan kolmea eri ohjelmaa (yksi avoimen lähdekoodin ja kaksi kaupallista) suorittamaan tulkkauksia ajoneuvon ja tietokoneen välillä.</p>	
Avainsanat: OBD, OBDII, OBD2, EODB, ISO 9141-2, VAG-COM, Scantool, KWP2000	



ABSTRACT

Name: Anssi Kinnunen	
Title: Conversion between ODB and serial port	
Date: 22.11.2007	Number of pages: 27
Department: Information Technology Study Programme: Telecommunications	
Instructor: Timo Kasurinen, Senior lecturer	
Supervisor: Timo Kasurinen, Senior lecturer	
<p>This graduate study was made for Helsinki Polytechnic as a part of a greater examine which final goal is to send a cars OBD-diagnostic information wirelessly to a place, where it can be analyzed. In example, a car maintenance carage.</p> <p>OBD2 (On-Board-Diagnostics II) is a diagnostic system for cars. It monitors different sectors of a car, records information and reports if there's a malfunction in any of these sectors.</p> <p>The first implementations of OBD were in the late 80's in USA and OBD2 was launched in 1996. EOBD (European On Board Diagnostics) was launched in 2001. It's practically the same as OBD2, but with a few adjustments that makes it suit better for europeans.</p> <p>The meaning of this graduate study is to investigate how does the conversion between the OBD and serial port happen. To investigate this conversion we chose to use an inexpensive OBD2 adapter based on AGV2055 chipset. This scanner is connected into computers serial port.</p> <p>In this graduate study we assemble the adapter and get to know how it works. We will also try three different programs (one open source and two commercial) to take care of the translation between a car and a computer.</p>	
Keywords: OBD, OBDII, OBD2, EOBD, ISO 9141-2, VAG-COM, Scantool, KWP2000	

ALKULAUSE

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEITÄ

	1
1 JOHDANTO	5
2 OBD:N HISTORIA	5
3 OBD2 JA SEN TOIMINTA	6
3.1 OBD2:n valvomat osat	7
3.2 OBD2-analyysi ja vianilmoitusjärjestelmä	8
3.3 Vikakoodit	10
3.4 Tiedonsiirtoliitin	11
3.5 Liittimen tukemat signaaliprotokollat	12
4 RAKENNUSSARJA	13
4.1 Harjoituskasaaminen	14
4.2 Komponenttien juottaminen piirille	16
5 MITTAUKSET	18
5.1 Ohjelmisto	18
5.1.1 <i>OBD-DIAG</i>	19
5.1.2 <i>ScanTool.Net 1.13</i>	20
5.1.3 <i>moDiag</i>	22
5.2 Mittaukset autosta	23
6 YHTEENVETO	25
VIITELUETTELO	26
LIITTEET	27
Liite 1. Rakennussarjan piirikuva	27
Liite 2. P0-vikakoodit (Valmistajasta riippumattomat)	27
Liite 3. P1-vikakoodit (Valmistajakohtaiset)	27

LYHENTEITÄ

A/C	<i>Air Condition.</i> Ajoneuvojen sisätilan ilmastointi.
ABS	<i>Anti-lock braking system.</i> Lukkiutumaton jarrujärjestelmä.
AGV2055	Multiprotokollapiiri, joka mahdollistaa ajoneuvon OBD-tietojen kääntämisen sarjaportin ymmärtämään muotoon monella eri protokollalla.
AIR	<i>Secondary Air Injection System.</i> Toisioilman syöttöjärjestelmä.
CARB	<i>Californian Air Resources Board.</i> Kalifornian ilmastonvalvonnan komitea.
CKP	<i>Crankshaft Position Sensor.</i> Sensori, joka valvoo kampiakselin asentoa moottorissa.
CMP	<i>Camshaft Position Sensor.</i> Sensori, joka valvoo nokka-akselin asentoa moottorissa.
CRC	<i>Cyclic redundancy check.</i> Virheentarkistusjärjestelmä, joka perustuu tarkisteavainten vertaamiseen alkuperäisen ja siirretyn datapaketin välillä.
CSMA/NDA	<i>Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration.</i> Tiedonsiirto-protokolla, joka valvoo siirtotien käyttöä ja lähettää dataa vain silloin, kun muuta liikennettä ei ole.
DEPS	<i>Digital Engine Position Sensor.</i> Sensori joka valvoo moottorin asentoa digitaalisesti.
DLC	<i>Data Link Connector tai Diagnostic Link Connector.</i> 16-nastainen liitin, jonka naaraspuoli on ajoneuvossa ja urospanuoli adapterissa. Tämän liittimen kautta suoritetaan OBD-diagnoosi.
DTC	<i>Diagnostic Trouble Code.</i> Ajoneuvo ilmoittaa havaitsemansa viat vikakoodina. Osa vikakoodista on standardin mukaisia (P0-koodit) ja loput valmistajien omia koodeja (P1-koodit) , joista tosin osa on yhteisesti sovittuja tarkoittamaan samaa asiaa.
ECT	<i>Engine Coolant Temperature.</i> Moottorin jäähdyttimen lämpötila.

EGR	<i>Exhaust Gas Recirculation</i> . Pakokaasujen takaisinkierätyjärjestelmä, joka kierrättää osan pakokaasuista takaisin sylinterin palokammioon, mahdollistaen hieman puhtaamman paloprosessin.
ELM232	Yksi protokolla, joka osaa kääntää OBD-portin antamat tiedot sarjaportin ymmärtämään muotoon.
EOBD	<i>European On Board Diagnose</i> . Euroopan olosuhteisiin sovellettu versio OBD2:sta. Pakollinen bensiinikäyttöisissä autoissa vuodesta 2001, ja dieselkäyttöisissä autoissa vuodesta 2003 lähtien.
EPA	Environmental Protection Agency. Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto, joka asetti päästörajoitukset ajoneuvoille ja näin edesauttoi OBD-järjestelmän syntyä.
EVAP	<i>Evaporative Emissions System</i> . Polttoaineen kaasuuntumisesta vapautuvien kaasujen keräysjärjestelmä, joka ei laske haitallisia kaasuja pakokaasujen mukana ulos, vaan syöttää ne imusarjaan, jolloin ne palavat puhtaammiksi moottorissa.
FPR	<i>Fuel Pump Relay</i> . Polttoainepumpun rele, joka käynnistyksen yhteydessä valvoo jännitekuormaa polttoainepumpussa.
IAC	<i>Idle Air Control</i> . Järjestelmä, joka valvoo moottorin ilmansaantia joutokäynnillä.
IAT	<i>Intake Air Temperature</i> . Sensori, joka valvoo moottorin sisäänottoilman lämpötilaa.
IC	<i>Ignition Control</i> . Ajoneuvon sytytysjärjestelmä johon kuuluu virranjakaja, katkoja, sytytyspuola, sytytystulpat sekä näiden välisiä johtoja.
ISO 9141-2	ISO-standardin mukainen nimitys OBD2-järjestelmälle.
KL/ KKL	Adapterin kaksi eri tilaa, joiden välillä voidaan vaihdella mikrokytkintä painamalla. Adapteri pitää asettaa KKL-tilaan luettaessa tietoja esimerkiksi VAG-konsernin tai Volvon autoista, näin adapteri osaa käyttää protokollaa, joka ohittaa normaalin protokollan ja kertoo autosta tarkempia tietoja.
K-Lähtö	Linja, jota pitkin ajoneuvo siirtää diagnostiikkadataa ajotietokoneelta OBD-liittimeen.

KS	<i>Knock Sensor</i> . Tunnistin joka osaa moottorin nakutusta havaitessaan säättää polttoaineen seossuhdetta niin, että seos palaa puhtaammin ja säästää moottoria.
KWP2000	<i>Keyword Protocol 2000</i> . Yksi moottorin ja ODB2:n välisistä keskusteluprotokollista.
L-Lähtö	Linja, jota pitkin lähetetään heräte vanhemmille ajotietokoneille, jotka eivät tunnista OBD2-adapterin liittymistä järjestelmään.
MAF	<i>Mass Air Flow</i> . Ilmanmäärämittari, joka valvoo moottoriin syötetyn ilman määrää. Tämän tiedon perusteella ilmaan osataan sekoittaa oikea määrä polttoainetta.
MAP	<i>Manifold Absolute Pressure</i> . Sensori, joka valvoo imusarjan painetta. Tämä auttaa laskemaan ilman tiheyttä ja sitä kautta ilman määrää. Autoissa, joissa käytetään tätä järjestelmää, ei ole ilmamäärämittaria.
MIL	<i>Malfunction Indicator Light</i> . Valo, joka vilkkuu tai palaa koko ajan sen mukaan, onko moottorista havaittu vika kuinka vakava.
OBD	<i>On Board Diagnose</i> . Ajoneuvon mukana kulkeva diagnoosijärjestelmä.
OBD1	<i>On Board Diagnose</i> . OBD:n ensimmäinen sukupolvi, joka standardoitiin vuonna 1988 Society of Automotive Engineers:in toimesta.
OBD2	<i>On Board Diagnose</i> . OBD:n toinen sukupolvi. Otettiin käyttöön Yhdysvalloissa 1996.
PCM	<i>Powertrain Control Module</i> . Voimansiirtoyksikön hallintayksikkö. Yksikkö joka valvoo koko voimansiirron toimintaa.
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> . Pulssin leveysmodulaatio on modulointitapa, joka säästää laitteen virranhukkaa ja näin parantaa hyötysuhdetta. Tätä modulaatiota käytetään SAE J1850-protokollassa.
RS232	<i>Recommended Standard 232</i> . Standardi, joka määrittää sarjaporttiliittimen nastajärjestyksen ja liittimen muodon.

SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i> . Liikenneinsinöörien ammatillinen järjestö, johon kuuluu ilmassa, maalla ja meressä liikkuvien ajoneuvojen suunnittelijoita.
SAE J1850	Yksi moottorin ja ODB2:n välisistä keskusteluprotokollista.
TCC	<i>Torque Converter Clutch</i> . Automaattivaihteistoissa käytetty momentinmuunnin, joka välittää moottorin voiman vaihteistolle.
TP	<i>Throttle position</i> . Sensori, joka tunnistaa kaasun asennon.
TWC	<i>Three-Way Catalyst</i> . Katalysaattori on laite, joka suodattaa moottorin päästöjä kolmessa vaiheessa. Suodattimena toimii kennosto joka on päällystetty hyvin ohuella kerroksella jalometalleja. Pakokaasuissa olevat molekyylit reagoivat näiden jalometallien kanssa ja muuttuvat haitattomiksi.
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i> . Piiri, joka muuttaa sarjamuotoista liikennettä rinnakkaismuotoiseksi ja toisinpäin.
VAG	<i>Volkswagen AG</i> . Yksi autoteollisuuden suurimmista konserneista, jonka alaisuuteen kuuluu Audi, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Škoda, Seat ja Volkswagen.
VCM	<i>Vehicle Control Module</i> . Ajoneuvon kontrollimoduli, ajotietokone.
VSS	<i>Vehicle Speed Sensor</i> . Ajoneuvon nopeussensori.

1 JOHDANTO

Autoissa on käytetty elektroniikkaa päästöjen säätelyyn ja valvontaan 1980-luvun puolesta välistä lähtien. Autojen päästöjen valvominen keksittiin Kaliforniassa, Yhdysvalloissa. Ensimmäinen virallinen standardi oli OBD1, joka astui voimaan 1988. Sitä seurasi 1990-luvun puolella välissä OBD2, josta eurooppalaiset muokkasivat yhteensopivan, mutta omien olosuhteidensa kanssa yhteensopivan standardin EOBD.

Tämän työn tarkoitus on toteuttaa konversio OBD2-portin ja sarjaliikenneportin välillä. Tämä toteutettiin rakentamalla OBD2-adaptori, joka liitetään tietokoneen sarjaporttiin. Skanneri perustuu AGV2055-piiriin. Tämä piiri valittiin, koska se tukee kahta eri protokollaa, VAG-COMia ja ScanToolia (ELM323-piiri). Näin saatiin tuki mahdollisimman monelle autovalmistajalle. Markkinoilla on myynnissä myös merkkikohtaisia skannereita.

Ensin tutkitaan OBD-diagnoosijärjestelmän kehittymistä nykyiselle tasolle. Paneudumme myös asioihin, joita järjestelmä valvoo ja käymme nämä yksitellen läpi. Lisäksi kerrotaan eri OBD2-järjestelmän alaisista protokollista, joita käytetään ajoneuvon kanssa keskustelemiseen.

Työn tavoitteena on perehtyä OBD2-järjestelmän toimintaan ja rakentaa toimiva adaptori ajoneuvon diagnostiikkaliittimen ja tietokoneen sarjaportin välille. Adaptorin kokoaminen käydään yksityiskohtaisesti läpi vaihe vaiheelta. Tämän jälkeen adaptorin toimivuutta testataan autossa. Lisäksi tutkitaan eri ohjelmistojen toimintaa saman tehtävän ympärillä kokeilemalla niitä kaikkia samassa ajoneuvossa.

2 OBD:N HISTORIA

Taistellakseen savusumua vastaan Los Angelesin viranomaiset alkoivat vaatia päästörajoituksia 1966. Vuonna 1970 kongressi hyväksyi puhtaan ilman aatteen (The Clean Air Act) ja perustettiin Environmental Protection Agency (EPA). Ensimmäiset päästörajoitukset tulivat, ja autonvalmistajat alkoivat kehittää järjestelmiä päästöjen rajoittamiseen. 1988 Society of Automotive Engineers (SAE) standardoi liittimen ja muutaman mittauskohteen. Näin syntyi OBD 1.

Vuoteen 1994 asti autonvalmistajien piti antaa sertifikaatti siitä, että auton päästöt pysyivät sallittujen rajojen sisällä ensimmäiset 50 000 mailia. Vuonna 1994 tätä lukemaa venytettiin 100 000 mailiin ja vielä tiukemmin päästörajoihin. Teknologian kehittymisen myötä oli mahdollista saada paljon enemmän diagnostiikkatietoja, joten alkoi OBD2:n suunnittelu. EPA ja California Air Resources Board (CARB) kehittivät OBD I:een perustuvaa järjestelmää, mukaellen SAE:n standardia. Näin autojen päästöjä pystyttiin valvomaan tarkemmin.

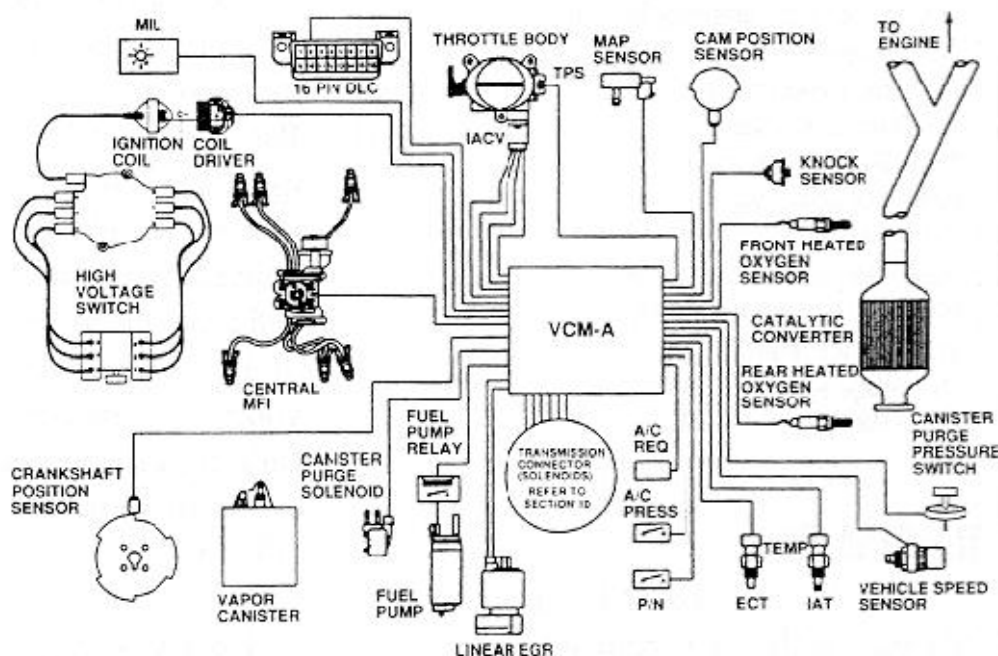
OBD I:n ongelmana oli myös se, että kaikki automerkit suunnittelivat siitä oman versionsa, joten liittimet ja mittaustavat poikkesivat merkkien välillä. OBD2:een standardoitiin 16-napainen DLC (Data Link Connector)-liitin ja joukko vakioituja vikakoodeja. Tammikuussa 2001 otettiin Euroopassa virallisesti käyttöön OBD-diagnoosi, joka on sovitettu Euroopan olosuhteisiin. Tämän järjestelmän nimeksi tuli EOBD (European On-Board Diagnose). [1]

3 OBD2 JA SEN TOIMINTA

OBD2:n tärkein tehtävä on valvoa päästöjen määrää ja laatua, mutta yhtä tärkeä tehtävä on myös moottorien osien suojeleminen. Tähän kuuluu esimerkiksi katalysaattorin suojaaminen liialta monoksidilta tai erilaisilta hiilivedyiltä. Näistä johtuen järjestelmän pitää valvoa yhä suurempaa ja suurempaa osaa ajoneuvon osista. Esimerkiksi kampiakselin pyörintänopeus pitää olla kohdallaan, muuten tapahtuu polttoaineen epäpuhdasta palamista, josta taas seuraa katalysaattorin tehon heikkeneminen ja pitkässä juoksussa katalysaattori lakkaa toimimasta.

3.1 OBD2:n valvomat osat

OBD2 valvoo, säätää tai ohjaa useita eri komponentteja auton moottorinohjauksessa (VCM-A). Nämä komponentit on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. OBD2:n valvomat komponentit [2]

Osat, joita OBD2-järjestelmä valvoo:

- ABS (lukkiutumattomat jarrut)
- A/C (ilmastointi)
- AIR (toisioilman syöttö)
- CKP (kampiakselin asentosensori)
- CMP (nokka-akselin asentosensori)
- DEPS (digitaalinen moottorin asentosensori)
- ECT (moottorin jäähdyttimen lämpötila)
- EGR (pakokaasujen takaisinkierätys)
- EVAP (haihtuvien kaasujen valvontajärjestelmä)
- FPR (polttoainepumpun rele)
- IAC (joutokäynnin ilmansaannin säätö)

- IAT (sisäänottoilman lämpötila)
- IC (sytytsjärjestelmä)
- KS (nakutuksentunnistin)
- MAF (ilmamäärämittari)
- MAP (imusarjan absoluuttinen paine)
- PCM (voimansiirron kontrollimoduli)
- TCC (momentinmuunnin)
- TP (kaasupolkimen asento)
- TWC (kolmisuuntainen katalysaattori)
- VCM (moottorin ohjausyksikkö)
- VSS (ajoneuvon nopeussensori)

Näitä osia valvomalla järjestelmä pystyy kertomaan tarkasti, mitä ajoneuvossa tapahtuu, kuinka hyvin se toimii ja paljonko syntyy kullakin hetkellä hiilimonoksidia, hiilidioksidia, hiilivetyä ja typen oksidipäästöjä.

3.2 OBD2-analyysi ja vianilmoitusjärjestelmä

Ennen kuin auto on valmis analysoimaan olemassaolevia vikoja, täytyy OBD2-järjestelmä saattaa readiness-eli valmiustilaan. Tämä tapahtuu joko ajamalla normaalisti, jolloin valmiustilaan tarvittavat osasuoritteet tulee suoritettua n. 2-10 ajokerran aikana tai sitten ajamalla autonvalmistajien määräämä standardoitu ajokierros, joka koostuu lähinnä kiihdyttämisestä, tasaisella nopeudella ajamisesta ja moottorijarrutuksesta. OBD2-järjestelmä valvoo itsetestauksella, onko järjestelmä valmiustilassa. Valmiustila nollaantuu, kun löydetyt vikakoodit nollataan siihen tarkoitetulla välineistöllä tai kun ajoneuvon akku irrotetaan.

OBD:ssä on eri komponenttien tuottamista tiedoista koostuvia kokonaisuuksia, joita OBD valvoo koko ajan. Näistä osa-alueista järjestelmä valvoo koko ajan kolmea:

- | sytytysvirhe (misfire)
- | polttoainejärjestelmä (fuel system)
- | tärkeimmät moottorinohjauksen järjestelmät (comprehensive components)

Lisäksi on 8 kokonaisuutta, jotka eivät ole aina käytössä, joten niitä valvotaan ajoittain:

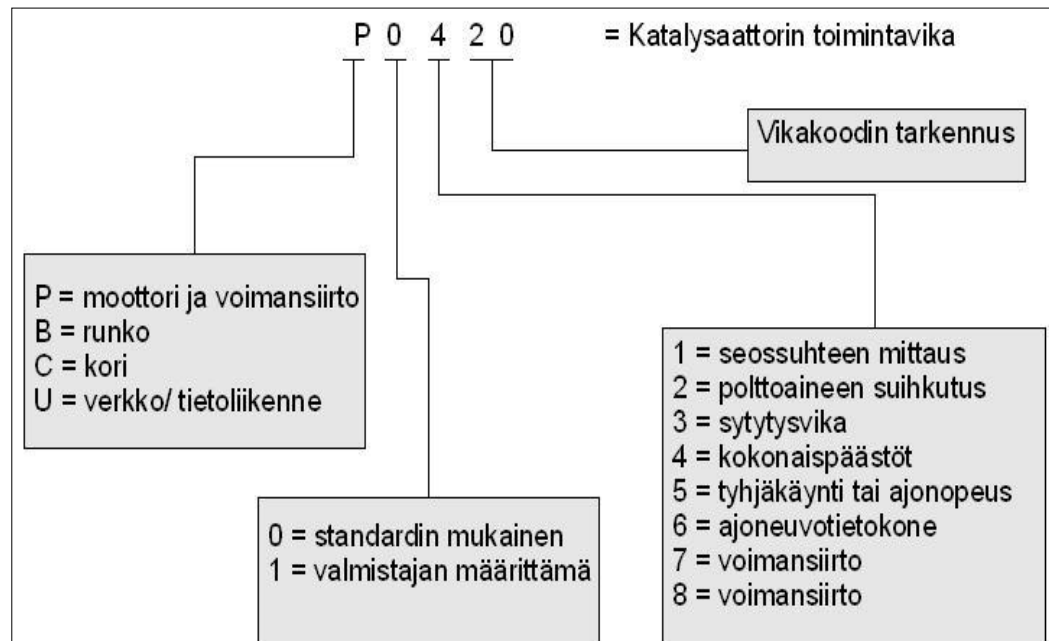
- | EGR, pakokaasujen kierrätys
- | katalysaattori
- | EVAP, polttonestehöyryjen talteenotto
- | lambda-anturi, säätelee hapen määrää polttokammiossa
- | toisioilma katalysaattorille
- | katalysaattorin lämpötila
- | ilmastointi

Kaikkien OBD2:ta tukevien ajoneuvojen kojetaulusta tulee löytyä MIL-valo (Malfunction Indicator Light). Tämä valo ilmoittaa, jos ajoneuvosta on löytynyt vikaa. Jos valo palaa, ilmoittaa se, että järjestelmä on havainnut jonkin vian valvomissaan osissa ja/ tai päästöt saattavat ylittää sallitun rajat. Tällöin ajoneuvo tulisi huoltaa mahdollisimman pian. Jos valo vilkkuu, järjestelmästä on löytynyt useita vikoja ja ajoneuvolla ajaminen pitäisi lopettaa välittömästi. MIL-valo voi palaa joko punaisena tai keltaisena. Lisäksi valo ilmoittaa viestillä tai symbolilla, onko vika moottorissa vai voimansiirrossa. Valon saa sammumaan vain huoltamokäynnillä.

Järjestelmän ollessa toiminnassa ja OBD2:n havaitessa päästöihin viittaavan vian, se tallentaa vikakoodit muistiin ja ottaa vian ilmenemishetkestä jäädytetyn kehyksen, Freeze Framen. Tässä kehyksessä näkyy kaikki vian ilmenemishetkellä vallinneet tiedot, mitä järjestelmään pystyy tallentamaan. Esimerkiksi kaasupolkimen asennon, moottorin hetkellisen kierrosluvun, polttoaineseoksen suhteen, katalysaattorin lämpötilan ja ajoneuvon nopeuden.

3.3 Vikakoodit

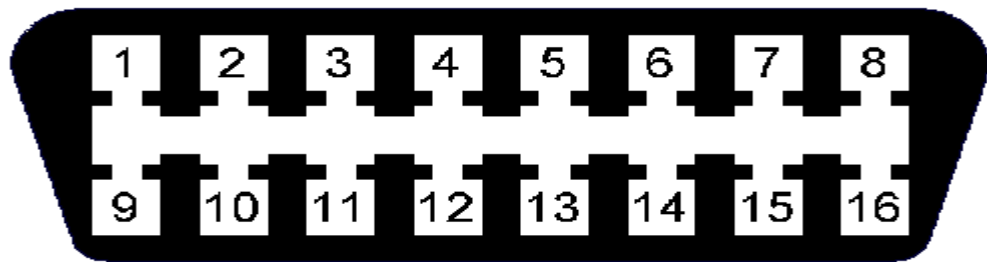
Kun OBD-diagnostiikka havaitsee jonkin olevan vialla, tallentaa se löytämänsä viat muistiin DTC-koodeina (Diagnostic Trouble Code) . DTC-koodi on viisimerkkinen koodi, joka koostuu alkukirjaimesta ja sen jälkeen tulee neljä numeroa. DTC-koodin esimerkki ja rakenne on kuvassa 2. [3]



Kuva 2. DTC-vikakoodin rakenne

3.4 Tiedonsiirtoliitin

OBD2-liitin on 16-napainen liitin (kuva 3). Se tunnetaan myös nimellä DLC (Data Link Connector tai Diagnostic Link Connector). OBD2-yhteensopivista autoista on löydettävä vastaava naarasliitin. Useimmissa autoissa liitin sijaitsee noin puolen metrin etäisyydellä kojelaudan keskustasta, mutta sen varsinainen sijainti vaihtelee merkkikohtaisesti. Liittimeen on päästävä käsiksi ilman työkaluja.



Kuva 3. OBD2-liitin

Nastajärjestys:

1. valmistajakohtainen (esim. General Motorsin 1-väyläinen CAN)
2. SAE J1850-väylän +
3. valmistajakohtainen (esim. Chryslerin oma diagnoosiliitäntä)
4. ajoneuvon maadoitus
5. signaalin maadoitus
6. CAN-väylän ykköstaso (J-2284)
7. ISO 9141-2-väylän K-lähtö
- 8;9;12 ja 13 Valmistajakohtaisia
10. SAE J1850-väylän -
11. ei liitetty
14. CAN-väylän nollassa (J-2284)
15. ISO 9141-2-väylän L-lähtö
16. akkuvirta

3.5 Liittimen tukemat signaaliprotokollat

Sen lisäksi että OBD2-liitintä käytetään OBD2-protokollan kanssa, käytetään sitä tällä hetkellä myös neljässä muussa eri OBD-protokollassa:

- ISO 9141-2 eli OBD2.

Tämä protokolla on pääasiassa kaikkien eurooppalaisten, japanilaisten ja Chryslerin ajoneuvojen käytössä. Käytössä navat 7 (K-lähtö) ja 15 (L-lähtö). V_{max} on sama kuin akun jännite. Viestin pituus on rajoitettu 11 tavuun sisältäen CRC-virheentarkistuksen. UART-signaali (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) sisältää erikseen mikropiirin, joka muuntaa ja ohjaa rinnakkais- ja sarjaliikennettä.

- SAE J1850 PWM (Pulse-Width-Modulation)

Tätä protokollaa käyttää vain Ford-konsernin ajoneuvot. Käytössä navat 2 ja 10 eli J1850-väylän plus ja miinus. V_{max} 5 voltia. Viestin pituus on rajoitettu 11 tavuun sisältäen CRC-virheentarkistuksen. Tiedonsiirrossa on käytössä CSMA/NDMA, Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration, jossa lähettäjä tunnistaa jaetusväylässä (esim. sarjakaapelissa) liikkuvan muun datan, ja lähettää tietonsa vasta, kun muuta liikennettä ei ole.

- SAE J1850 VPW (variable pulse width)

Tätä protokollaa käyttää General Motorsin ajoneuvot. Käytössä napa 2 (J1850+) . V_{max} 7 voltia. Viestin pituus on rajoitettu 11 tavuun, sisältäen CRC-virheentarkistuksen. Käyttää myös CSMA/NDMA:ta.

- ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000).

Käytössä navat 7 ja 15. (K ja L). Fyysinen rajapinta sama kuin OBD2:ssa, mutta viesti voi olla 255 tavua pitkä.

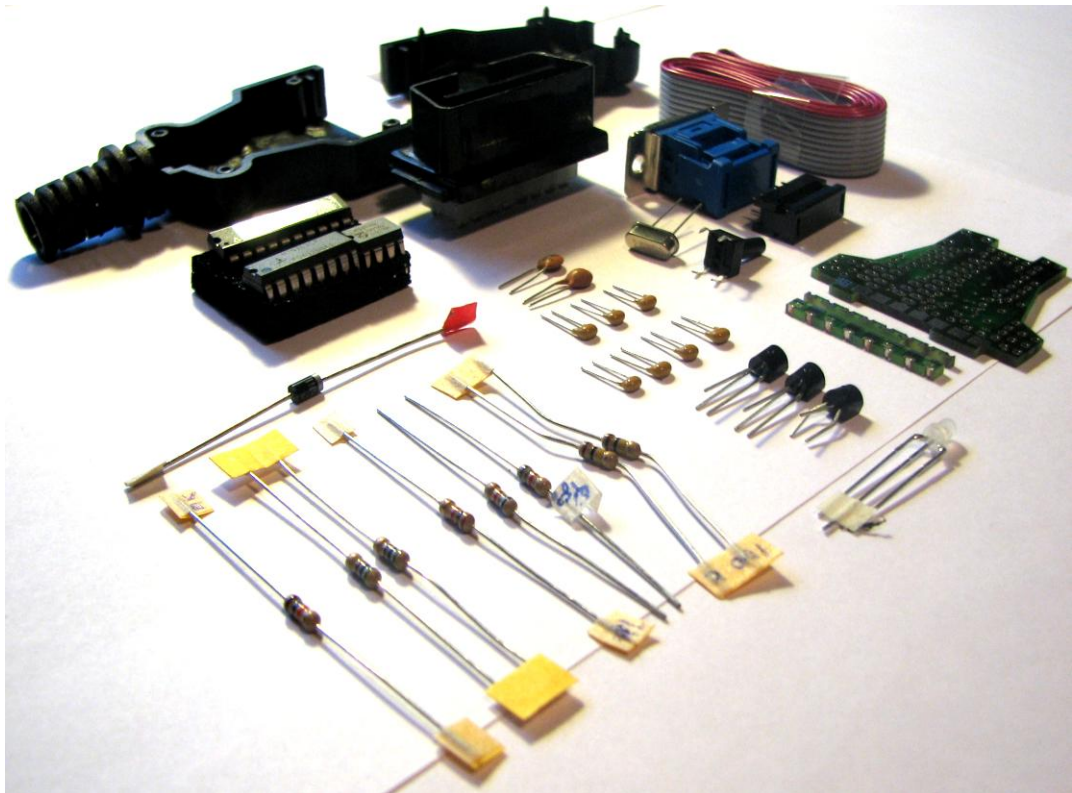
- ISO 15765 CAN (Controlled Area Network)

Digitaalinen protokolla. Käytössä ovat navat 6 ja 14 (CAN-väylien 1-taso ja 0-taso). CAN-protokolla on OBD2:n rinnalle tullut toinen standardi, joka alkaa näkyä jo OBD2:sen suosiossa. Yhdysvalloissa pyritään pääsemään lopullisesti eroon eri protokollista ja pyritään siihen, että käytössä on vain CAN-protokolla.

4 RAKENNUSSARJA

Elektroniikkapiirin monimutkaisuus riippuu käytettävästä protokollasta. Pelkkä OBD2 tai EOBD-protokollan mukainen käyttö edellyttää vain tasonsiirtopiiriä. Ykköstaso määritellään suuremmaksi kuin $0,8V_B$ ja nollassa pienemmäksi kuin $0,2V_B$, missä V_B on auton akkujännite. Eli piirin toiminta perustuu siihen, että siinä on galvaanisesti erotettu kytkentä, joka muuttaa OBD2-liittimen jännitteet RS232-tasoisiksi eli sopiviksi sarjaporttiin.

Tähän työhön valittiin auton ja tietokoneen välistä yhteyttä hoitamaan AGV2055-piiriin perustuva multiprotokolla-adapteri. Internetistä löytyy ohjeet tällaisen OBD2-sarjaportti välikaapelin rakentamiseen, mutta vältimme turhia riskejä ja tilasimme rakennussarjan suomalaisesta asiaan perehtyneestä verkkokaupasta. Näin saimme varmasti kaikki oikeat komponentit (kuva 4). Mukana tuli myös ohjelmisto-cd ja ohjeet adapterin kokoamiseen.



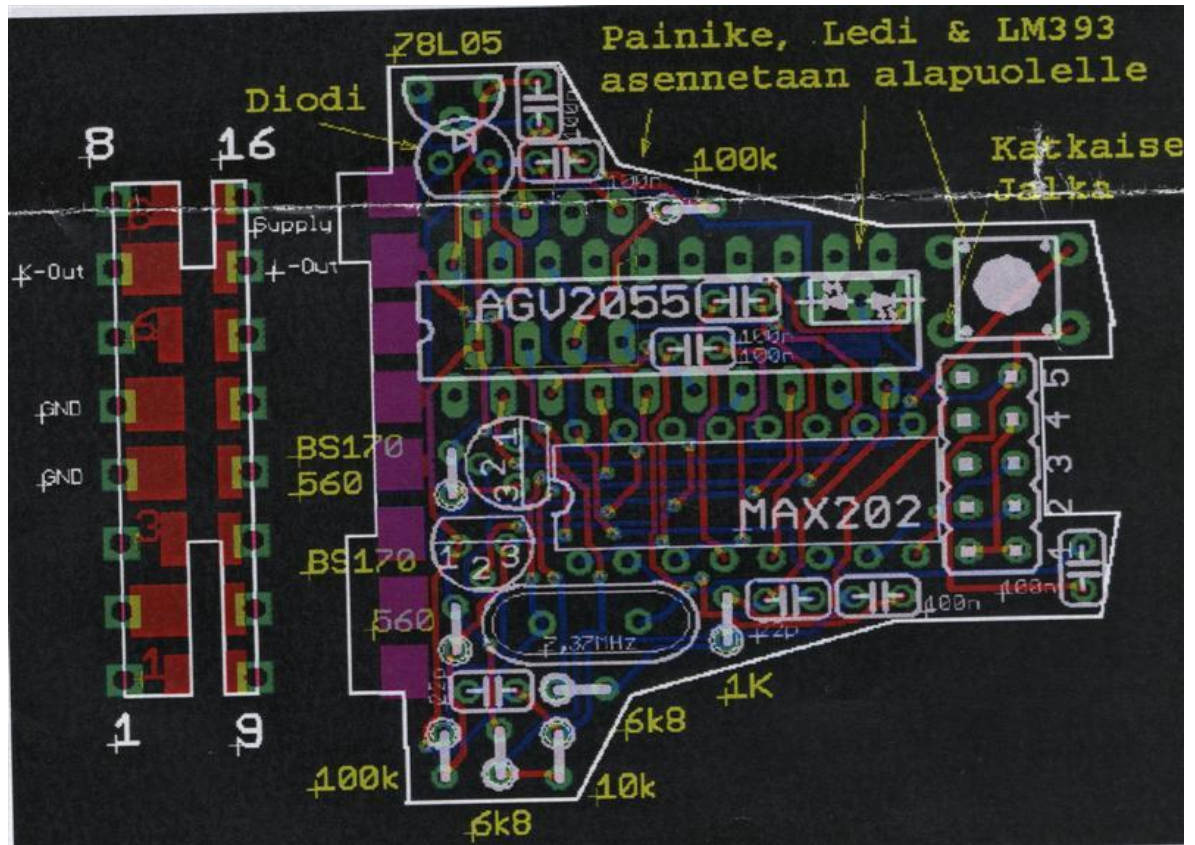
Kuva 4. Rakennussarjan osat

Tämä AGV2055-piiriin perustuva multiprotokolla-adapteri tukee ISO9141-2 (OBD2) ja ISO14230-2 (KWP2000) protokollia ja on yhteensopiva sekä VAG-COM että ELM322-standardien kanssa. VAG-konsernin automerkkejä ovat Audi, Bentley, Bugatti, Volkswagen, Lamborghini, Skoda ja Seat. Adapterissa on kytkin, jonka avulla voidaan vaihtaa näiden kahden protokollan välillä. Adapterissa on kytkin, jota pohjassa pitämällä liitettäessä, adapteri siirtyy VAG-COM-tilaan jota kutsutaan myös nimellä KKL-tila.

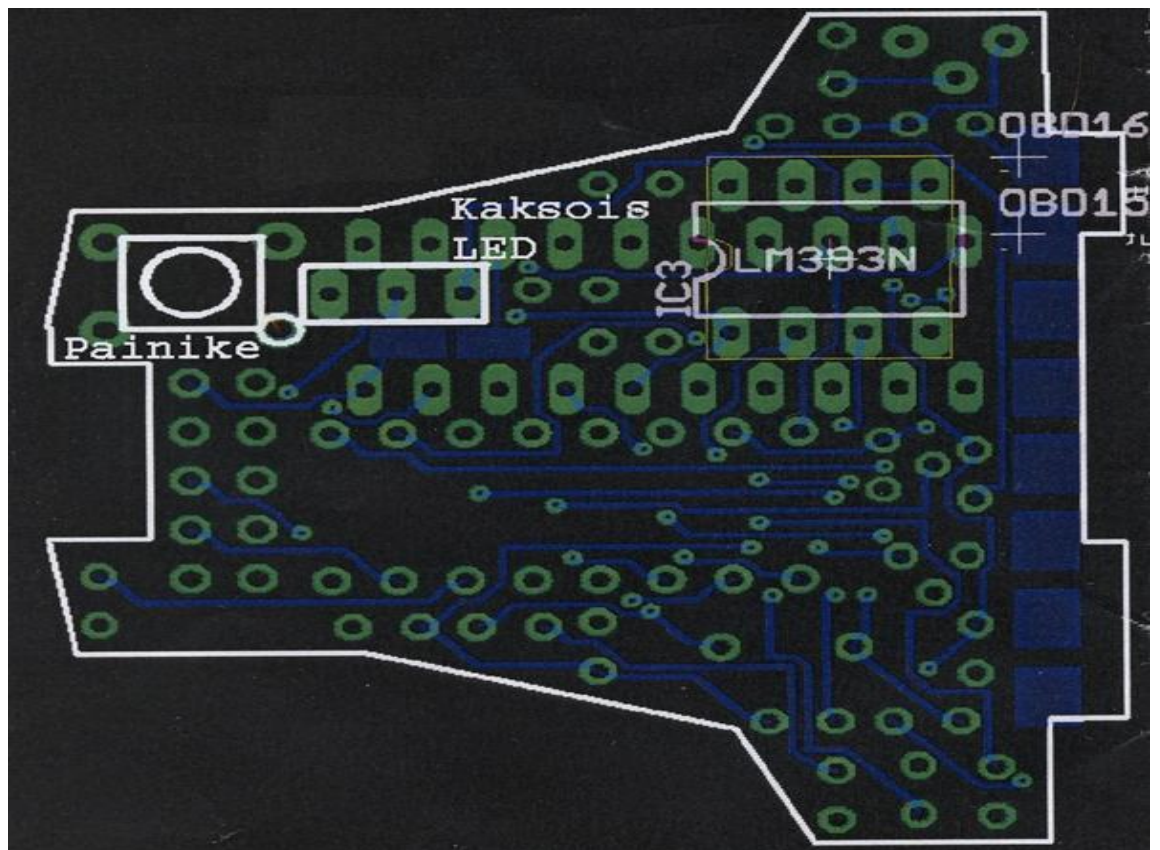
ELM323-protokolla tukee taas kaikkia bensiinikäyttöisiä ajoneuvoja vuodesta 2001 eteenpäin ja dieselkäyttöisiä ajoneuvoja vuodesta 2003 eteenpäin joiden pitäisi lain mukaan olla EOBD-yhteensopivia. Kun adapteria käytetään KKL-tilassa VAG-konsernin autojen kanssa, pääsee se käsiksi VAG-konsernin valmistajakohtaisiin tietoihin ennen EOBD-tukea. Lisäksi adapteri tukee myös joitakin vanhempia autoja, joissa ei lain mukaan vielä tarvinnut olla OBD2-järjestelmää. Näihin kuuluvat jotkin Volvon, Subarun ja Alfa Romeon vanhemmat mallit. Adapteri liitetään auton OBD2-liittimeen toisen pään ollessa kiinni tietokoneen sarjaportissa. Adapteri saa käyttöjännitteen OBD2-liittimen kautta. Jos virrat eivät ole kytkettynä, adapteri ei vastaa ohjelmalle, joka antaa virheilmoituksen. Jotkut tiedot voivat vaatia, että moottori on käynnissä.

4.1 Harjoituskasaaminen

Ennen kuin komponentit juotettiin paikoilleen, suoritettiin laitteen harjoituskasaaminen. Näin saatiin hyvä käsitys komponenttien oikeista paikoista ja luottamusta siihen, että ohjeistus on riittävä. Komponentit sijoitettiin piirilevyille sanallisten ohjeiden ja piirikuvien perusteella. Komponenttien sijoittelusta kertovat kuvat 5 ja 6.



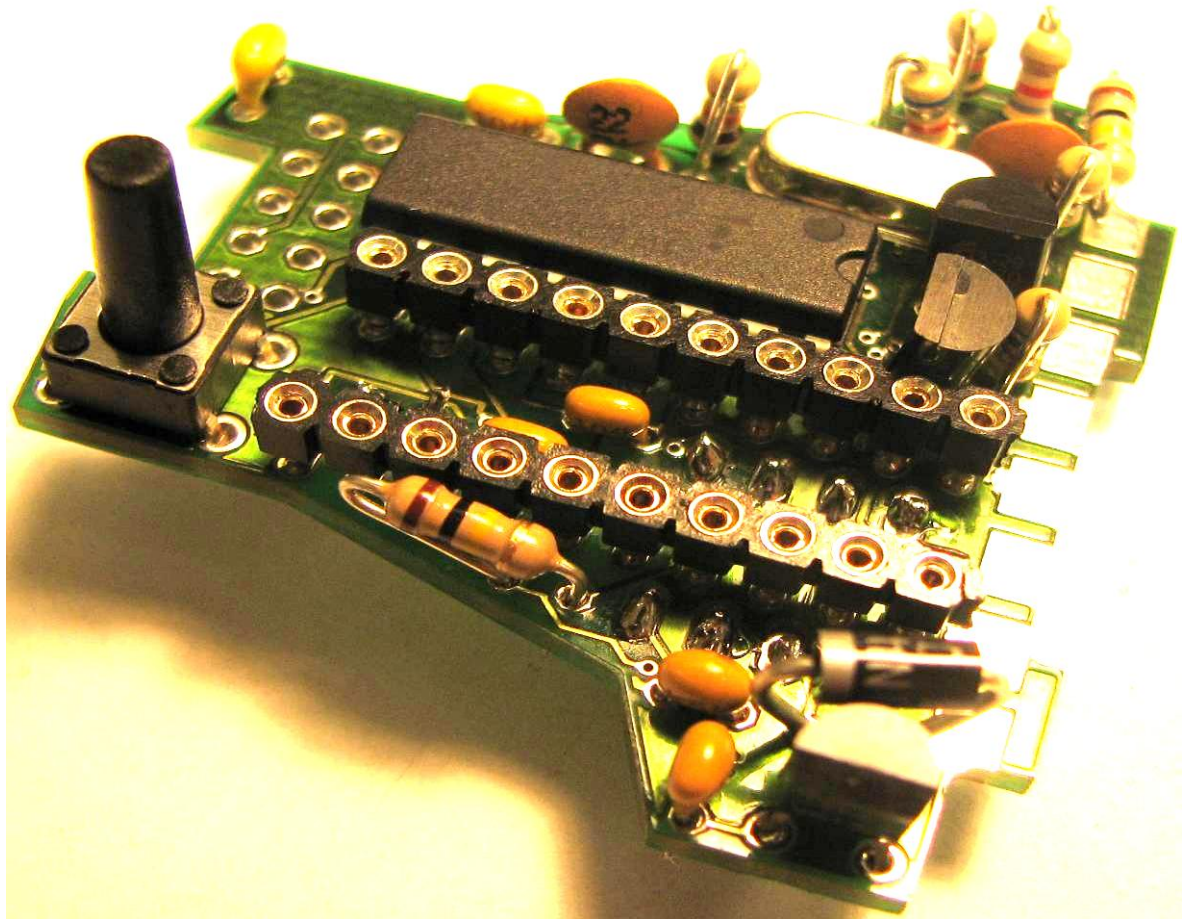
Kuva 5. Ohjeistus piirin komponenttipuolen komponenttien sijoittelulle



Kuva 6. Ohjeistus piirin kääntöpuolen komponenttien sijoittelulle

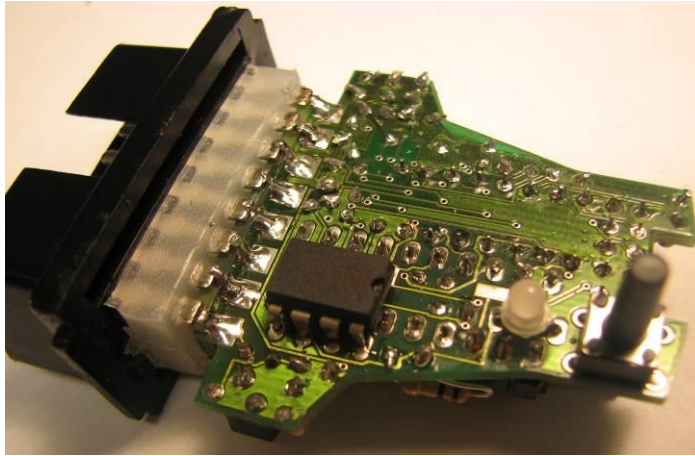
4.2 Komponenttien juottaminen piirille

Adapteri koostuu kotelosta, jonka sisään mahtuvalle piirilevylle juotettiin komponentit ohjeiden mukaisesti. Juottamiseen käytettiin Wellerin säädettävää juotosasemaa ja välillä otettiin tinaimurilla liiat tinat pois. Ohjeiden kanssa tuli olla tarkkana, koska osa komponenteista juotettiin AGV-2055 piirin jalkojen väliin. Kuvassa 7 näkyy piirin komponenttipuoli melkein valmiina.



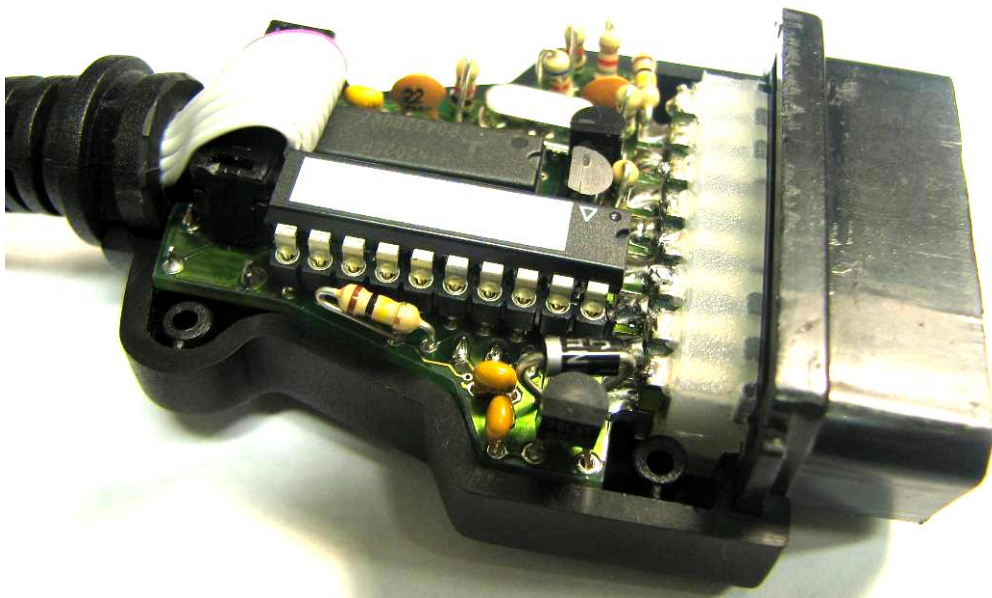
Kuva 7. Piirin komponenttipuoli

Piirin kääntöpuolelle juotettiin komparaattori osin AGV2055-piirin jalkojen väliin. Merkkivalo ilmoittaa adapterin tilasta sekä käytettävästä protokollasta. Näiden lisäksi juotettiin mikrokytkin, joka vaihtaa protokollien välillä.



Kuva 8. Piirin kääntöpuoli. Komparaattori, ledi ja mikrokytkin

Siinä vaiheessa, kun itse liitin piti juottaa kiinni piirilevyyn, oli tila jo niin vähissä, että tehtävä vaikeutui huomattavasti. Tästä ongelmasta olisi päästy eroon, jos ohjeistus olisi neuvonut suorittamaan työvaiheet loppuvaiheessa eri järjestyksessä. Pienempien komponenttien juottamiseen olisi ollut hyvin tilaa, vaikka liitin olisi ollut jo kiinni piirilevyssä. Mutta kun kaikki komponentit ohjeistettiin juottamaan ensin piirilevylle ja viimeisenä itse liitin, oli liittimen tinapintojen juottaminen kiinni piirilevyn tinapintoihin vaikeaa, koska pienten komponenttien ja liittimen välissä oli hyvin vähän tilaa. Tämä näkyy kuvasta 9.



Kuva 9. Valmis OBD-adapteri.

5 MITTAUKSET

Auton OBD-mittauksia varten on otettu käyttöön standardoitu ajokierros, joka varmistaa, että kaikista mittauskohteista saadaan todellisuutta vastaava ja tarkka tulos. Nämä määrätyt kohteet suorittamalla järjestelmä asettuu readiness-eli valmiustilaan.

Tämä ajokierros koostuu seuraavista osista:

1. ajoneuvo käynnistetään viileänä (moottorin lämpötilan oltava -6°C - 50°C).
2. ajoneuvon pitää käydä tyhjäkäynnillä kaksi ja puoli minuuttia ilmastointi ja takaikkunan lämmitys päällä. Mitä enemmän sähkökuormaa saadaan päälle, sitä parempi.
3. ajoneuvolla on kiihdytettävä puolella kaasulla 88 km/h nopeuteen.
4. ajoneuvolla on ajettava 88 km/h 3 minuutin ajan.
5. suoritetaan moottorijarrutus vaihdetta vaihtamatta nopeuteen 32 km/h.
6. kiihdytetään melkein $\frac{3}{4}$ kaasulla nopeuteen 90-100 km/h.
7. ajetaan ajoneuvolla tasaista nopeutta 5 minuuttia.
8. suoritetaan moottorijarrutus. [4]

Toteuttamalla kaikki osat ajoneuvon valvontajärjestelmän tulisi toimiessaan suorittaa kaikki OBD2-diagnosiin kuuluvat valvontatoimenpiteet.

5.1 Ohjelmisto

Auton diagnosointia varten tietokoneelle on asennettava ohjelmisto, joka tulkkaa sarjaportista tulevat signaalit. AGV2055-piirin sisäinen ohjelmisto on komennttavissa AT-käskyillä (Attention-käskyt), joita useat PC-ohjelmistot osaavat käyttää. Valinnanvaraa ohjelmistoille löytyy valtavasti: on vapaan lähdekoodin ilmaisohjelmia ja kaupallisia sovelluksia. Lisäksi jokaiselle protokollalle on omat ohjelmansa, samoin joillekin tietyille automerkeille.

Mittaukset suoritettiin adapterin mukana tulleella ohjelmistolla. Lisäksi valittiin pari muuta ohjelmaa kokeiltavaksi. Mukaan otettiin suosittu avoimeen lähdekoodiin perustuva Scan-Tool ja toisen suosittu ohjelman moDiagin maksullisen Professional-version kokeiluversio.

Mittauksia aloitettaessa ohjelmista pitää valita oikea sarjaportti, josta ohjelma vastaanottaa tietoa. Näissä mittauksissa käytimme USB-sarjaportti adapteria, joka ajurien asennuksen jälkeen näkyi tietokoneella sarjaportti numero 8:na. Lisäksi ohjelmista voi valita käytetäänkö metrisiä vai imperiaalisia mittayksiköitä, sekä määrittää sarjaportin nopeus baudeissa.

5.1.1 OBD-DIAG

OBD-DIAG ohjelma tuli rakennussarjan mukana. Ohjelma ei ole täysversio, vaan ilmainen kokeiluversio. Kokeiluversiosta puuttuu joitakin diagnostiikkaominaisuuksia, kiihtyvyyden mittaus, datan jatkuva tallentaminen ja monia muita ominaisuuksia. Rajoitetulla versiolla saa kuitenkin paljon mielenkiintoista tietoa. Ensimmäisellä välilehdellä on auton mittaristo, jossa näkyvät suoritusarvot reaaliaikaisena (kuva 10).



Kuva 10. OBD-DIAG:in etusivu

Muilta sivuilta näkee autosta löytyneet vikakoodit, freeze framen, eri sensoreiden hetkelliset arvot ja graafiset kuvaajat auton nopeudesta ja kierrosluvuista.

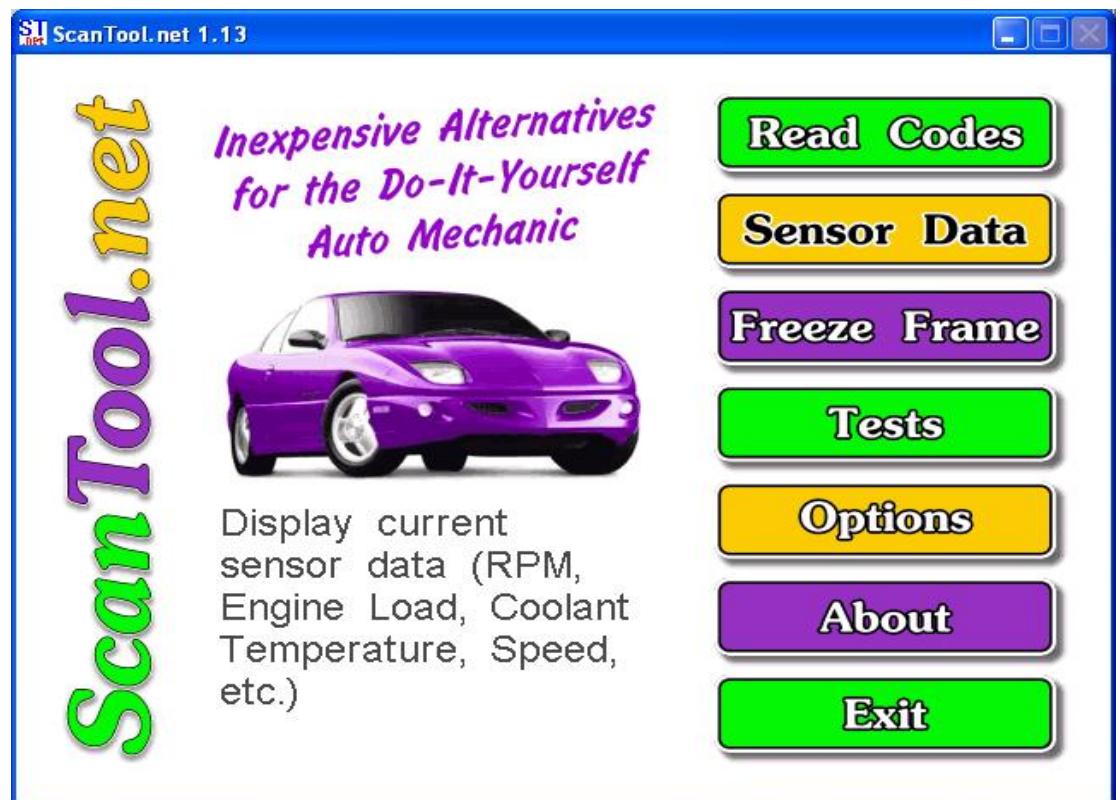
Kaikista kokeilluista ohjelmista, tässä ohjelmassa oli huolitelluin käyttöliittymä. Ohjelman suunnittelussa onkin otettu huomioon autojen virittelykulttuurin kasvu ja ohjelman käyttötarkoituksena onkin osittain ajoneuvon tietojen näyttäminen kojetauluun kiinnitettyssä näytössä. Ohjelmaan oli integroituna ominaisuutena laitettu näytölle ilmestyvä näppäimistö, jota voi käyttää kosketusnäytöllä.

Vaikka tällä ohjelmalla pystyy etsimään auton vikakoodit, ei ilmaisella kokeiluversiolle niiden nollaaminen onnistu.

Mittauksissa ohjelma toimii luotettavasti ja se antoi nopeasti päivitettyä tietoa hyvin. Ohjelmasta jäi hyvä vaikutelma.

5.1.2 ScanTool.Net 1.13

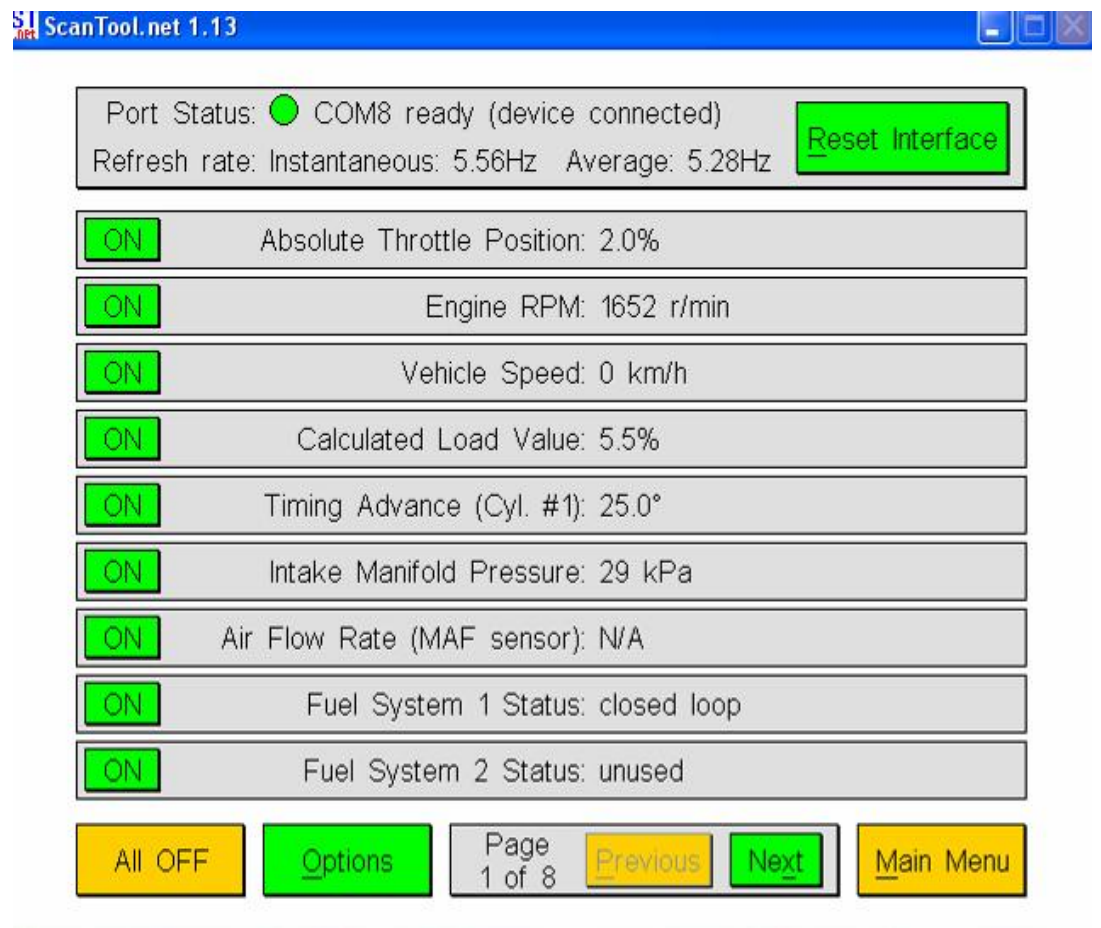
ScanTool on ilmainen avoimen lähdekoodin ohjelma, jota kehittää pääasiassa saksalaiset autoiluharrastajat. Ohjelma on selkeä ja helppo oppia. Asentaminen onnistuu lukuisille eri käyttöjärjestelmille, tunnetuista käyttöjärjestelmistä tuettujen listalta puuttuu ainoastaan Windows Vista. Ohjelman ulko-asuun ei ole panostettu niin paljoa kuin kaupallisiin ohjelmiin, tämä näkyy kuvassa 11.



Kuva 11. ScanToolin etusivu

Mittauksissa ajoneuvosta sai OBD-DIAG:iin verrattuna paljon yksityiskohtaisempaa tietoa, johtuen siitä että tämä ohjelma oli avoimeen lähdekoodiin perustuva. Näin ollen siitä ei ollut lukittu mitään ominaisuuksia pois. Tällä ohjelmalla onnistuu vikakoodien etsinnän lisäksi niiden nollaus.

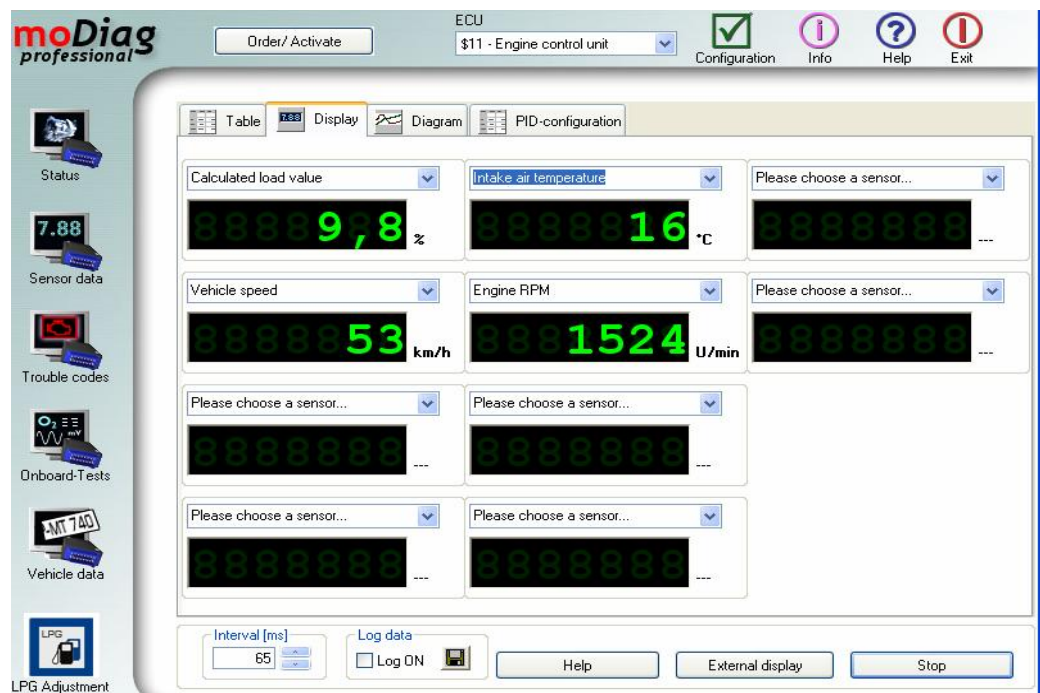
Ohjelma näytti reaaliaikaisena kaikkien autosta löytyvien sensorien arvoja, joista on esimerkki kuvassa 12.



Kuva 12. ScanTool.netin antamia tietoja eri sensoreista.

5.1.3 moDiag

moDiag on näistä ohjelmista eniten ammattilaisille suunnattu. Ohjelmasta on tarjolla ilmainen express-versio ja maksullinen professional-versio. Express-versiosta puuttuu puolet professional-version toiminnoista. Onneksi professional-versiota saa kokeilla vapaasti 30 vuorokauden ajan, joten näissä testeissä käytimme sitä. Kuvassa 13 näkyy yksi moDiagin käyttöliittymä.



Kuva 13. moDiagin käyttöliittymä.

Tällä ohjelmalla pystyy luonnollisesti tutkimaan eri sensorien arvoja, mutta se mikä tekee tästä ohjelmasta niin mielenkiintoisen, on se kuinka ohjelman sisään on rakennettu erilaisia mittaustyökaluja hyödyntämään kaikkea ajoneuvosta saatavaa tietoa. Nämä mittaustyökalut ovat:

- kiihdytys

Kiihdytyksessä voi määrittää halutun alkunopeuden ja tavoitenopeuden. Ohjelma alkaa mitata aikaa heti kun haluttu alkunopeus on saavutettu ja lopettaa mittauksen heti kun tavoitenopeus on saavutettu. Tällä tavoin autosta saa hyviä vertausarvoja muihin autoihin, esimerkiksi: kuinka kauan ajoneuvolta kestää kiihdyttää nopeudesta 80 km/h - 100 km/h.

- dynamometri

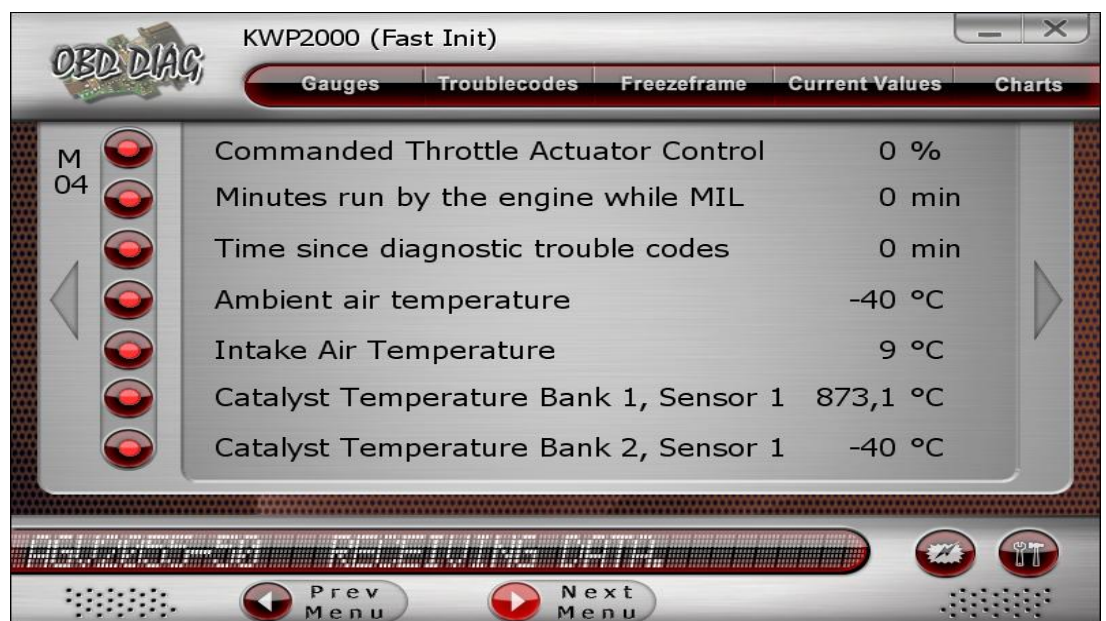
Dynamometrillä saadaan auton vetävien pyörien tehokäyrä selville ja näin voidaan havaita, onko moottori menettänyt tehojaan ajan kuluessa tai kuinka moottoriin tehdyt muutokset muuttavat tehokäyrää. Tällainen mittaus ei ole niin tarkka kuin oikeassa tehopenkissä suoritettu mittaus, mutta antaa kuitenkin oikeansuuntaista tietoa tehoreserveistä.

- polttoaineen kulutus

Tällä toiminnolla pystyy seuraamaan polttoaineen kulutusta reaaliaikaisesti, halutulta aikaväliltä tai halutulta matkalta. Näin voi selvittää esimerkiksi taloudellisimman ajoreitin kotoa töihin ja takaisin.

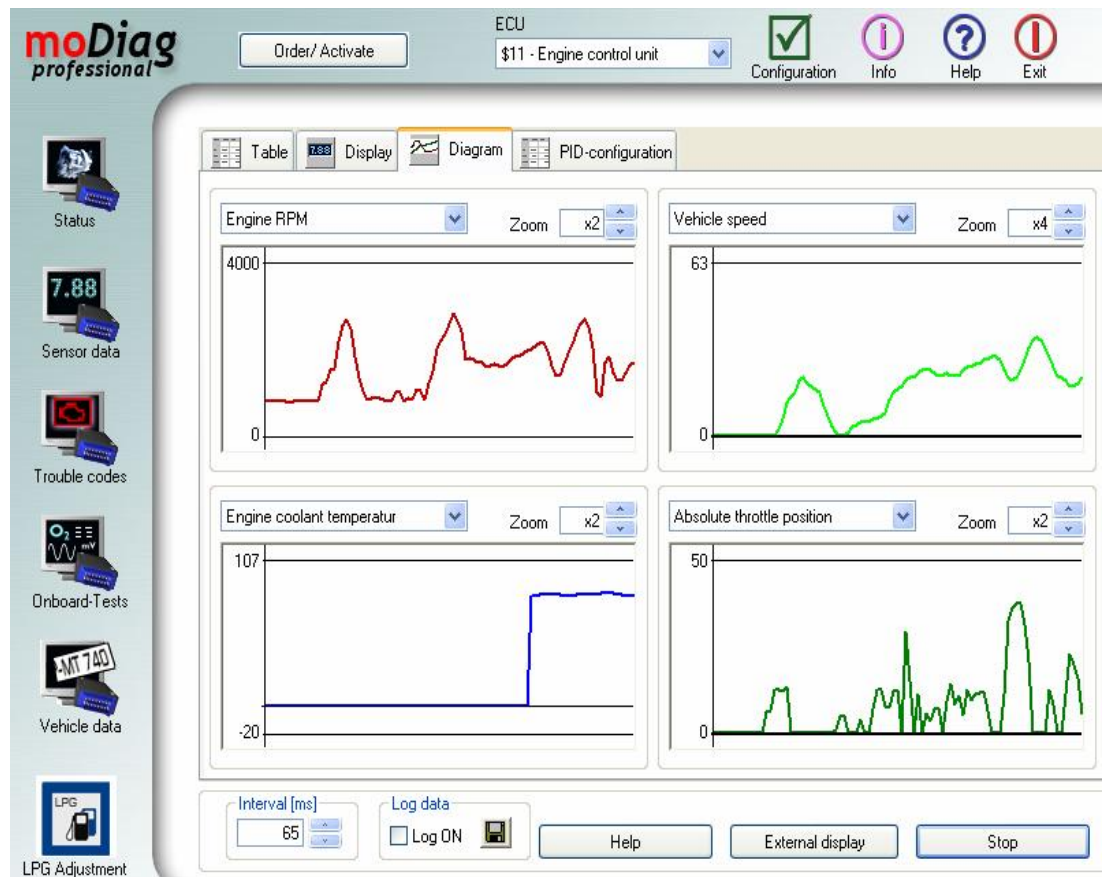
5.2 Mittaukset autosta

Laitteen koekäyttö ja ohjelmien mittaukset suoritettiin vuosimallia 2004 olevassa Chevrolet Kalosissa. Ensimmäisenä ajoneuvoon otettiin yhteys adapterin mukana tulleella OBD-DIAG-ohjelmalla. Ohjelman etusivulla näkyy, että adapteri kommunikoi OBD2-järjestelmän kanssa käyttäen KWP2000-protokollaa. Yhteys auton ja ohjelman välillä löytyi muutamassa sekunnissa ja tämän jälkeen tiedot päivittyivät melkein reaaliajassa. Ohjelmien toimintaa testattiin auton ollessa paikallaan tyhjäkäynnillä (kuva 14).



Kuva 14. OBD-DIAG- ohjelman antamissa tiedoissa näkyy mm. katalysaattorin lämpötila.

Autossa kokeiltiin myös moDiagin erilaisia mittauksia ajomatalla Helsingin Vuosaa-resta Kamppiin. Tälle matkalle sattui paljon erilaista liikennettä, ja näin ollen, se oli hyvä koeajokierros ohjelman testaukseen. Valitettavasti dynamometri- mittauksen suorittaminen vaatimusten mukaisesti ei onnistunut, johtuen rajallisista kiihdytysmahdollisuuksista liikenteen seassa. Kuvassa 15 näkyy, kuinka auton kaasupolki-
men asento vaikuttaa moottorin kierroksiin ja auton nopeuteen.



Kuva 15. moDiag näyttää eri sensorien arvoja kuvaajien avulla.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutustua OBD2- järjestelmään ja rakentaa toimiva adapteri. OBD2- järjestelmään tutustuttuaan, ymmärtää kuinka hyödyllinen ja monipuolinen järjestelmä se on. Samalla huomaa kuitenkin myös sen, että kaikissa autoissa ei ole kaikkia mahdollisia sensoreita. Esimerkiksi tässä työssä testatusta Daewoo Kalosista (nykyään Chevrolet Kalos) puuttui ilmassanmittarin anturi ja imusarjan paineanturi, joten sillä ei pystynyt mittaamaan polttoaineen kulutusta.

Nyt kun asiaan on paneuduttu tuntuu siltä, että tässä työssä rakennettu adapteri kuuluisi olla jokaisella itseään kunnioittavalla, sitä tukevien autojen parissa työskentelevällä henkilöllä. Satojen eurojen hintaiset laitteet saa korvattua pienellä investoinnilla.

Tulevaisuudessa, laitteen voisi Suomessa liittää esimerkiksi Digitan ylläpitämään @450-langattomaan verkkoon, joka kattaa suurimman osan Suomesta. Näin ajoneuvon vikakoodit saataisiin tietoon ilman, että ajoneuvo pitäisi ajaa lähimmän adapterin luokse. Kätevä olisi myöskin tekniikka, jossa ajoneuvon data luettaisiin bluetoothin avulla matkapuhelimeen, josta ne lähetettäisiin pakettidatana vikapalveluun ja sieltä tulisi vikakoodin selvitys takaisin välittömästi.

Tällä hetkellä OBD2 on vielä niin herkkä järjestelmä, että jopa kuoppaisella tiellä ajaminen saattaa sytyttää MIL-valon. Syynä tähän voi olla vaikka kampiakselin epätasainen liike, joka johtuu kuoppaisesta tiestä. MIL-valo saattaa syttyä niinkin pienestä, kuin 5 raportoidusta virheestä 200 moottorin kierroksen aikana. Tällainen aiheuttaa asiaan perehtymättöneissä varmasti turhaa huolta. Järjestelmän kykyä tunnistaa aidot viat vääristä hälytyksistä pitäisi seuraavaan sukupolveen parantaa.

VIITELUETTELO

- [1] B&B Electronics. OBD-II Background [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 5.11.2007] Saatavissa: <http://www.obdii.com/background.html>

- [2] Ray T. Bohacz. The workings of OBD-II and its effect on modifications [verkkodokumentti]. 2005 [viitattu 8.11.2007]. Saatavissa: http://www.dakota-truck.net/OBD2/obd2_high.html

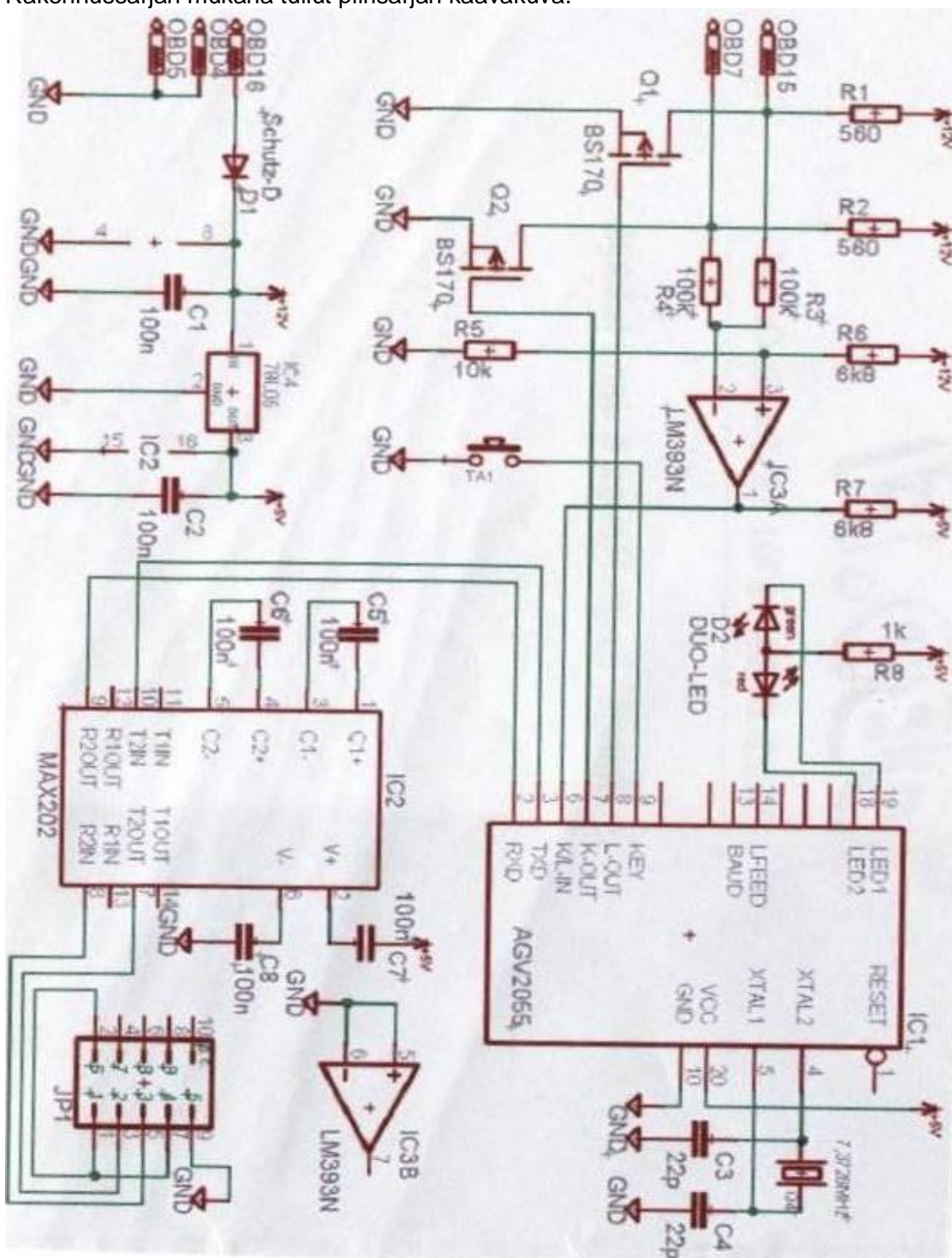
- [3] Gerhard Müller, Ajoneuvodataa PC:lle. Prosessori-lehti 9(2005), s.42 - 45.

- [4] B&B Electronics. General Motors Driving Cycle [verkkodokumentti]. 2006 [viitattu 16.11.2007] Saatavissa: <http://www.obdii.com/drivecycle.html>

LIITTEET

- Liite 1. Rakennussarjan piirikuva
- Liite 2. P0-vikakoodit (Valmistajasta riippumattomat)
- Liite 3. P1-vikakoodit (Valmistajakohtaiset)

Rakennussarjan mukana tullut piirisarjan kaavakuva.



Vikakoodiluettelo P0-koodeille (valmistajasta riippumattomat)

Vikakoodi	Toiminto	Vikalaji
P01XX	Polttonesteen ja ilman mittaus	
P0100	Ilmamäärän-tai ilmamassanmittari	Toimintahäiriö
P0101	Ilmamäärän-tai ilmamassanmittari	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0102	Ilmamäärän-tai ilmamassanmittari	Signaali liian alhainen
P0103	Ilmamäärän-tai ilmamassanmittari	Signaali liian korkea
P0104	Ilmamäärän-tai ilmamassanmittari	Hetkellinen vika
P0105	Korkeustunnistin/ imusarjan painetunnistin	Toimintahäiriö
P0106	Korkeustunnistin/ imusarjan painetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0107	Korkeustunnistin/ imusarjan painetunnistin	Signaali liian alhainen
P0108	Korkeustunnistin/ imusarjan painetunnistin	Signaali liian korkea
P0109	Korkeustunnistin/ imusarjan painetunnistin	Hetkellinen vika
P0110	Imuilman lämpötunnistin	Toimintahäiriö
P0111	Imuilman lämpötunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0112	Imuilman lämpötunnistin	Signaali liian alhainen
P0113	Imuilman lämpötunnistin	Signaali liian korkea
P0114	Imuilman lämpötunnistin	Hetkellinen vika
P0115	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin	Toimintahäiriö
P0116	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0117	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin	Signaali liian alhainen
P0118	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin	Signaali liian korkea
P0119	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin	Hetkellinen vika
P0120	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi A	Toimintahäiriö
P0121	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0122	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi A	Signaali liian alhainen
P0123	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi A	Signaali liian korkea
P0124	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi A	Hetkellinen vika
P0125	Jäähdytysnest. lämpötila säätöpiirin aktivointiin	Riittämätön
P0126	Jäähdytysnest. lämpötila stabiileille toiminnoille	Riittämätön
P0130	Lambda-anturi (lohko1, anturi 1)	Toimintahäiriö
P0131	Lambda-anturi (lohko1, anturi 1)	Alhainen jännite
P0132	Lambda-anturi (lohko1, anturi 1)	Korkea jännite
P0133	Lambda-anturi (lohko1, anturi 1)	Hidas
P0134	Lambda-anturi (lohko1, anturi 1)	Ei aktiivi
P0135	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko1, anturi 1)	Toimintahäiriö
P0136	Lambda-anturi (lohko1, anturi 2)	Toimintahäiriö
P0137	Lambda-anturi (lohko1, anturi 2)	Alhainen jännite
P0138	Lambda-anturi (lohko1, anturi 2)	Korkea jännite
P0139	Lambda-anturi (lohko1, anturi 2)	Hidas
P0140	Lambda-anturi (lohko1, anturi 2)	Ei aktiivi
P0141	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko1, anturi 2)	Toimintahäiriö
P0142	Lambda-anturi (lohko1, anturi 3)	Toimintahäiriö
P0143	Lambda-anturi (lohko1, anturi 3)	Alhainen jännite
P0144	Lambda-anturi (lohko1, anturi 3)	Korkea jännite
P0145	Lambda-anturi (lohko1, anturi 3)	Hidas
P0146	Lambda-anturi (lohko1, anturi 3)	Ei aktiivi
P0147	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko1, anturi 3)	Toimintahäiriö
P0150	Lambda-anturi (lohko2, anturi 1)	Toimintahäiriö
P0151	Lambda-anturi (lohko2, anturi 1)	Alhainen jännite
P0152	Lambda-anturi (lohko2, anturi 1)	Korkea jännite
P0153	Lambda-anturi (lohko2, anturi 1)	Hidas
P0154	Lambda-anturi (lohko2, anturi 1)	Ei aktiivi
P0155	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko1, anturi 3)	Toimintahäiriö

Vikakoodi

P0156	Lambda-anturi (lohko2, anturi 2)	Toimintahäiriö
P0157	Lambda-anturi (lohko2, anturi 2)	Alhainen jännite
P0158	Lambda-anturi (lohko2, anturi 2)	Korkea jännite
P0159	Lambda-anturi (lohko2, anturi 2)	Hidas
P0160	Lambda-anturi (lohko2, anturi 2)	Ei aktiivi
P0161	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko2, anturi 2)	Toimintahäiriö
P0162	Lambda-anturi (lohko2, anturi 3)	Toimintahäiriö
P0163	Lambda-anturi (lohko2, anturi 3)	Alhainen jännite
P0164	Lambda-anturi (lohko2, anturi 3)	Korkea jännite
P0165	Lambda-anturi (lohko2, anturi 3)	Hidas
P0166	Lambda-anturi (lohko2, anturi 3)	Ei aktiivi
P0167	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko2, anturi 3)	Toimintahäiriö
P0170	Polttonestemäärän annostelu (lohko 1)	Toimintahäiriö
P0171	Seos (lohko 1)	Laiha
P0172	Seos (lohko 1)	Rikas
P0173	Polttonestemäärän annostelu (lohko 2)	Toimintahäiriö
P0174	Seos (lohko 2)	Laiha
P0175	Seos (lohko 2)	Rikas
P0176	Polttonesteen koostumuksen tunnistin	Toimintahäiriö
P0177	Polttonesteen koostumuksen tunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0178	Polttonesteen koostumuksen tunnistin	signaali liian alhainen
P0179	Polttonesteen koostumuksen tunnistin	Signaali liian korkea
P0180	Polttonesteen lämpötunnistin A	Toimintahäiriö
P0181	Polttonesteen lämpötunnistin A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0182	Polttonesteen lämpötunnistin A	signaali liian alhainen
P0183	Polttonesteen lämpötunnistin A	Signaali liian korkea
P0184	Polttonesteen lämpötunnistin A	Hetkellinen vika
P0185	Polttonesteen lämpötunnistin B	Toimintahäiriö
P0186	Polttonesteen lämpötunnistin B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0187	Polttonesteen lämpötunnistin B	signaali liian alhainen
P0188	Polttonesteen lämpötunnistin B	Signaali liian korkea
P0189	Polttonesteen lämpötunnistin B	Hetkellinen vika
P0190	Polttonesteen paineentunnistin jakoputkessa	Toimintahäiriö
P0191	Polttonesteen paineentunnistin jakoputkessa	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0192	Polttonesteen paineentunnistin jakoputkessa	signaali liian alhainen
P0193	Polttonesteen paineentunnistin jakoputkessa	Signaali liian korkea
P0194	Polttonesteen paineentunnistin jakoputkessa	Hetkellinen vika
P0195	Moottoriöljyn lämpötunnistin	Toimintahäiriö
P0196	Moottoriöljyn lämpötunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0197	Moottoriöljyn lämpötunnistin	signaali liian alhainen
P0198	Moottoriöljyn lämpötunnistin	Signaali liian korkea
P0199	Moottoriöljyn lämpötunnistin	Hetkellinen vika

P02XX	Polttonesteen ja ilman mittaus	
P0200	Suihkutusventtiili	Toimintahäiriö
P0201	Suihkutusventtiili (sylinteri 1)	Toimintahäiriö
P0202	Suihkutusventtiili (sylinteri 2)	Toimintahäiriö
P0203	Suihkutusventtiili (sylinteri 3)	Toimintahäiriö
P0204	Suihkutusventtiili (sylinteri 4)	Toimintahäiriö
P0205	Suihkutusventtiili (sylinteri 5)	Toimintahäiriö
P0206	Suihkutusventtiili (sylinteri 6)	Toimintahäiriö
P0207	Suihkutusventtiili (sylinteri 7)	Toimintahäiriö
P0208	Suihkutusventtiili (sylinteri 8)	Toimintahäiriö
P0209	Suihkutusventtiili (sylinteri 9)	Toimintahäiriö
P0210	Suihkutusventtiili (sylinteri 10)	Toimintahäiriö
P0211	Suihkutusventtiili (sylinteri 11)	Toimintahäiriö
P0212	Suihkutusventtiili (sylinteri 12)	Toimintahäiriö
P0213	Kylmäkäynnistysventtiili 1	Toimintahäiriö
P0214	Kylmäkäynnistysventtiili 2	Toimintahäiriö
P0215	Polttonesteen katkaisun magneettiventtiili (ELAB)	Toimintahäiriö
P0216	Suihkutusajan valvonta	Toimintahäiriö
P0217	Moottorin lämpötila (sallittu)	Ylitetty
P0218	Vaihteiston lämpötila (sallittu)	Ylitetty
P0219	Moottorin maksimipyörintänopeus	Ylitetty
P0220	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi B	Toimintahäiriö
P0221	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0222	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi B	signaali liian alhainen
P0223	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi B	Signaali liian korkea
P0224	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi B	Hetkellinen vika
P0225	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi C	Toimintahäiriö
P0226	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi C	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0227	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi C	signaali liian alhainen
P0228	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi C	Signaali liian korkea
P0229	Kaasuläpän/ polkimen asema-anturi C	Hetkellinen vika
P0230	Polttonestepumpun jännitesyöttö	Toimintahäiriö
P0231	Polttonestepumpun jännitesyöttö	Signaali liian alhainen
P0232	Polttonestepumpun jännitesyöttö	Signaali liian korkea
P0233	Polttonestepumpun jännitesyöttö	Hetkellinen vika
P0235	Turboahdin ahtopainetunnistin A	Toimintahäiriö
P0236	Turboahdin ahtopainetunnistin A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0237	Turboahdin ahtopainetunnistin A	Signaali liian alhainen
P0238	Turboahdin ahtopainetunnistin A	Signaali liian korkea
P0239	Turboahdin ahtopainetunnistin B	Toimintahäiriö
P0240	Turboahdin ahtopainetunnistin B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0241	Turboahdin ahtopainetunnistin B	Signaali liian alhainen
P0242	Turboahdin ahtopainetunnistin B	Signaali liian korkea
P0243	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili A	Toimintahäiriö
P0244	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0245	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili A	Signaali liian alhainen
P0246	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili A	Signaali liian korkea
P0247	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili B	Toimintahäiriö
P0248	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0249	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili B	Signaali liian alhainen
P0250	Turboahdin ahtopainerajoituksen magn.venttiili B	Signaali liian korkea
P0251	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu A	Toimintahäiriö
P0252	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0253	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu A	Liian aikainen
P0254	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu A	Liian myöhäinen

Vikakoodi

P0255	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu A	Epävakaa (hetkellinen vika)
P0256	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu B	Toimintahäiriö
P0257	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0258	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu B	Liian aikainen
P0259	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu B	Liian myöhäinen
P0260	Ruiskutusennakonsäätö ruiskutuspumppu B	Epävakaa (hetkellinen vika)
P0261	Ruiskutusmäärä sylinteri 1	Liian alhainen
P0262	Ruiskutusmäärä sylinteri 1	Liian korkea
P0263	Ruiskutusmäärä sylinteri 1	Epätasainen
P0264	Ruiskutusmäärä sylinteri 2	Liian alhainen
P0265	Ruiskutusmäärä sylinteri 2	Liian korkea
P0266	Ruiskutusmäärä sylinteri 2	Epätasainen
P0267	Ruiskutusmäärä sylinteri 3	Liian alhainen
P0268	Ruiskutusmäärä sylinteri 3	Liian korkea
P0269	Ruiskutusmäärä sylinteri 3	Epätasainen
P0270	Ruiskutusmäärä sylinteri 4	Liian alhainen
P0271	Ruiskutusmäärä sylinteri 4	Liian korkea
P0272	Ruiskutusmäärä sylinteri 4	Epätasainen
P0273	Ruiskutusmäärä sylinteri 5	Liian alhainen
P0274	Ruiskutusmäärä sylinteri 5	Liian korkea
P0275	Ruiskutusmäärä sylinteri 5	Epätasainen
P0276	Ruiskutusmäärä sylinteri 6	Liian alhainen
P0277	Ruiskutusmäärä sylinteri 6	Liian korkea
P0278	Ruiskutusmäärä sylinteri 6	Epätasainen
P0279	Ruiskutusmäärä sylinteri 7	Liian alhainen
P0280	Ruiskutusmäärä sylinteri 7	Liian korkea
P0281	Ruiskutusmäärä sylinteri 7	Epätasainen
P0282	Ruiskutusmäärä sylinteri 8	Liian alhainen
P0283	Ruiskutusmäärä sylinteri 8	Liian korkea
P0284	Ruiskutusmäärä sylinteri 8	Epätasainen
P0285	Ruiskutusmäärä sylinteri 9	Liian alhainen
P0286	Ruiskutusmäärä sylinteri 9	Liian korkea
P0287	Ruiskutusmäärä sylinteri 9	Epätasainen
P0288	Ruiskutusmäärä sylinteri 10	Liian alhainen
P0289	Ruiskutusmäärä sylinteri 10	Liian korkea
P0290	Ruiskutusmäärä sylinteri 10	Epätasainen
P0291	Ruiskutusmäärä sylinteri 11	Liian alhainen
P0292	Ruiskutusmäärä sylinteri 11	Liian korkea
P0293	Ruiskutusmäärä sylinteri 11	Epätasainen
P0294	Ruiskutusmäärä sylinteri 12	Liian alhainen
P0295	Ruiskutusmäärä sylinteri 12	Liian korkea
P0296	Ruiskutusmäärä sylinteri 12	Epätasainen

P03XX**Sytytysjärjestelmä tai vikasytys**

P0300	Eri sylintereissä	Sytytyskatkoksia havaittu
P0301	Sylinteri 1	Sytytyskatkoksia havaittu
P0302	Sylinteri 2	Sytytyskatkoksia havaittu
P0303	Sylinteri 3	Sytytyskatkoksia havaittu
P0304	Sylinteri 4	Sytytyskatkoksia havaittu
P0305	Sylinteri 5	Sytytyskatkoksia havaittu
P0306	Sylinteri 6	Sytytyskatkoksia havaittu
P0307	Sylinteri 7	Sytytyskatkoksia havaittu
P0308	Sylinteri 8	Sytytyskatkoksia havaittu
P0309	Sylinteri 9	Sytytyskatkoksia havaittu

P0310	Sylinteri 10	Sytytyskatkoksia havaittu
P0311	Sylinteri 11	Sytytyskatkoksia havaittu
P0312	Sylinteri 12	Sytytyskatkoksia havaittu
P0320	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussignaali	Toimintahäiriö
P0321	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussignaali	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0322	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussignaali	Ei signaalia
P0323	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussignaali	Hetkellinen vika
P0325	Nakutustunnistin 1 (lohko 1)	Toimintahäiriö
P0326	Nakutustunnistin 1 (lohko 1)	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0327	Nakutustunnistin 1 (lohko 1)	Signaali liian alhainen
P0328	Nakutustunnistin 1 (lohko 1)	Signaali liian korkea
P0329	Nakutustunnistin 1 (lohko 1)	Hetkellinen vika
P0330	Nakutustunnistin 2 (lohko 2)	Toimintahäiriö
P0331	Nakutustunnistin 2 (lohko 2)	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0332	Nakutustunnistin 2 (lohko 2)	Signaali liian alhainen
P0333	Nakutustunnistin 2 (lohko 2)	Signaali liian korkea
P0334	Nakutustunnistin 2 (lohko 2)	Hetkellinen vika
P0335	Kampiaksenlin asematunnistin	Toimintahäiriö
P0336	Kampiaksenlin asematunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0337	Kampiaksenlin asematunnistin	Signaali liian alhainen
P0338	Kampiaksenlin asematunnistin	Signaali liian korkea
P0339	Kampiaksenlin asematunnistin	Hetkellinen vika
P0340	Nokka-akselin asematunnistin	Toimintahäiriö
P0341	Nokka-akselin asematunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0342	Nokka-akselin asematunnistin	Signaali liian alhainen
P0343	Nokka-akselin asematunnistin	Signaali liian korkea
P0344	Nokka-akselin asematunnistin	Hetkellinen vika
P0350	Sytyspuola ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0351	Sytyspuola A ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0352	Sytyspuola B ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0353	Sytyspuola C ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0354	Sytyspuola D ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0355	Sytyspuola E ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0356	Sytyspuola F ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0357	Sytyspuola G ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0358	Sytyspuola H ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0359	Sytyspuola I ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0360	Sytyspuola J ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0361	Sytyspuola K ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0362	Sytyspuola L ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0370	Asemamerkki A	Toimintahäiriö
P0371	Ohjaussignaali A	Korkea taajuus
P0372	Ohjaussignaali A	Alhainen taajuus
P0373	Ohjaussignaali A	Hetkellinen
P0374	Ohjaussignaali A	Ei impulssia
P0375	Ohjaussignaali B	Toimintahäiriö
P0376	Ohjaussignaali B	Korkea taajuus
P0377	Ohjaussignaali B	Alhainen taajuus
P0378	Ohjaussignaali B	Hetkellinen vika
P0379	Ohjaussignaali B	Ei impulssia
P0380	Hehkutulppa/lämmityspiiri	Toimintahäiriö
P0381	Hehkutulppa/merkkivalo	Toimintahäiriö

P04XX	Muut pakokaasujen puhdistusjärjestelmät	
P0400	Pakokaasujen takaisinkierätyk	Toimintahäiriö
P0401	Pakokaasujen takaisinkierätyk	Määrä liian alhainen
P0402	Pakokaasujen takaisinkierätyk	Määrä liian korkea
P0403	Pakokaasujen takaisinkierätyk (venttiili/ päätteaste)	Toimintahäiriö
P0404	Pakokaasujen takaisinkierätyk	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0405	Pakokaasujen takaisinkierätykstunnistin A	Signaali liian alhainen
P0406	Pakokaasujen takaisinkierätykstunnistin A	Signaali liian korkea
P0407	Pakokaasujen takaisinkierätykstunnistin B	Signaali liian alhainen
P0408	Pakokaasujen takaisinkierätykstunnistin B	Signaali liian korkea
P0410	Toisioilmajärjestelmä	Toimintahäiriö
P0411	Toisioilmajärjestelmä	Riittämätön määrä
P0412	Toisioilma kytkentäventtiili A	Toimintahäiriö
P0413	Toisioilma kytkentäventtiili A	Katkos
P0414	Toisioilma kytkentäventtiili A	Oikosulku
P0415	Toisioilma kytkentäventtiili B	Toimintahäiriö
P0416	Toisioilma kytkentäventtiili B	Katkos
P0417	Toisioilma kytkentäventtiili B	Oikosulku
P0420	Katalysaattorin puhdistusaste (lohko 1)	Liian alhainen
P0421	Katalysaattorin lämmitysvaihe (lohko 1)	Liian hidas
P0422	Pääkatalysaattorin puhdistusaste (lohko 1)	Liian alhainen
P0423	Lämmitet. katalysaattorin puhdistusaste (lohko 1)	Liian alhainen
P0424	Lämmitet. katalysaattorin puhdistusaste (lohko 1)	Liian alhainen
P0430	Katalysaattorin puhdistusaste (lohko 2)	Liian alhainen
P0431	Katalysaattorin lämmitysvaihe (lohko 2)	Liian hidas
P0432	Pääkatalysaattorin puhdistusaste (lohko 2)	Liian alhainen
P0433	Lämmitet. katalysaattorin puhdistusaste (lohko 2)	Liian alhainen
P0434	Lämmitet. katalysaattorin puhdistusaste (lohko 2)	Liian alhainen
P0440	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Toimintahäiriö
P0441	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Riittämätön vaikutus
P0442	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Pieni vuoto
P0443	Polttonestehöyryjen regenerointiventtiili	Toimintahäiriö
P0444	Polttonestehöyryjen regenerointiventtiili	Katkos
P0445	Polttonestehöyryjen regenerointiventtiili	Oikosulku
P0446	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Toimintahäiriö
P0447	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Avattuna
P0448	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Oikosulku
P0450	Polttonestehöyryjen painetunnistin	Toimintahäiriö
P0451	Polttonestehöyryjen painetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0452	Polttonestehöyryjen painetunnistin	Signaali liian alhainen
P0453	Polttonestehöyryjen painetunnistin	Signaali liian korkea
P0454	Polttonestehöyryjen painetunnistin	Hetkellinen vika
P0455	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä	Suuri vuoto
P0460	Pa-säiliön anturin kytkentäpiiri	Toimintahäiriö
P0461	Pa-säiliön anturin kytkentäpiiri	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0462	Pa-säiliön anturin kytkentäpiiri	Signaali liian alhainen
P0463	Pa-säiliön anturin kytkentäpiiri	Signaali liian korkea
P0464	Pa-säiliön anturin kytkentäpiiri	Hetkellinen vika
P0465	Regenerointitunnistin	Toimintahäiriö
P0466	Regenerointitunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0467	Regenerointitunnistin	Signaali liian alhainen
P0468	Regenerointitunnistin	Signaali liian korkea
P0469	Regenerointitunnistin	Hetkellinen vika
P0470	Pakokaasujen painetunnistin	Toimintahäiriö
P0471	Pakokaasujen painetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella

Vikakoodi

P0472	Pakokaasujen painetunnistin	Signaali liian alhainen
P0473	Pakokaasujen painetunnistin	Signaali liian korkea
P0474	Pakokaasujen painetunnistin	Hetkellinen vika
P0475	Pakokaasupaineen säätöventtiili	Toimintahäiriö
P0476	Pakokaasupaineen säätöventtiili	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0477	Pakokaasupaineen säätöventtiili	Signaali liian alhainen
P0478	Pakokaasupaineen säätöventtiili	Signaali liian korkea
P0479	Pakokaasupaineen säätöventtiili	Hetkellinen vika
P05XX	Nopeuden ja joutokäynnin säätöjärjestelmät	
P0500	Ajonopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0501	Ajonopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0502	Ajonopeustunnistin	Signaali liian alhainen
P0503	Ajonopeustunnistin	signaalikatkoksia
P0505	Joutokäyntipyörintänopeuden säätö	Toimintahäiriö
P0506	Joutokäyntipyörintänopeuden säätö	Pyörintänopeus liian alhainen
P0507	Joutokäyntipyörintänopeuden säätö	Pyörintänopeus liian korkea
P0510	Joutokäyntikytkin	Toimintahäiriö
P0530	Ilmastointilaitteen painetunnistin	Toimintahäiriö
P0531	Ilmastointilaitteen painetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0532	Ilmastointilaitteen painetunnistin	Signaali liian alhainen
P0533	Ilmastointilaitteen painetunnistin	Signaali liian korkea
P0534	Ilmastoinnista puuttuu kylmäainetta	Kylmäainevuoto (määrä alhainen)
P0550	Ohjaustehostimen painetunnistin	Toimintahäiriö
P0551	Ohjaustehostimen painetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0552	Ohjaustehostimen painetunnistin	Signaali liian alhainen
P0553	Ohjaustehostimen painetunnistin	Signaali liian korkea
P0554	Ohjaustehostimen painetunnistin	Hetkellinen vika
P0560	Järjestelmän jännitteensyöttö	Häiriö
P0561	Järjestelmän jännitteensyöttö	Epävaka
P0562	Järjestelmän jännitteensyöttö	Liian alhainen
P0563	Järjestelmän jännitteensyöttö	Liian korkea
P0565	Vakionopeussäädin ON-signaali	Toimintahäiriö
P0566	Vakionopeussäädin OFF-signaali	Toimintahäiriö
P0567	Vakionopeussäädin muistihakusignaali	Toimintahäiriö
P0568	Vakionopeussäädin säätösignaali	Toimintahäiriö
P0569	Vakionopeussäädin moottorijarrutussignaali	Toimintahäiriö
P0570	Vakionopeussäädin kiihdytysignaali	Toimintahäiriö
P0571	Vakionopeussäädin jarrupiiri A	Toimintahäiriö
P0572	Vakionopeussäädin jarrupiiri A	Tulosignaali liian alhainen
P0573	Vakionopeussäädin jarrupiiri A	Tulosignaali liian korkea

P06XX	Tietokone-ja ulostulosignaalit	
P0600	Sarjatiedonsiirtoliitäntä	Toimintahäiriö
P0601	Ohjainlaite	Summavirhe
P0602	Ohjainlaite	Ohjelmavirhe
P0603	Ohjainlaite	sisäinen jännitevika
P0604	Ohjainlaite (RAM)	Sisäinen vika
P0605	Ohjainlaite (ROM)	Sisäinen muistivika
P0606	Ohjainlaite mikroprosessori	Viallinen
Vikakoodi	Toiminto	Vikalaji
P07XX	Vaihteisto	
P0700	Vaihteiston ohjaus	Toimintahäiriö
P0701	Vaihteiston ohjaus	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0702	Vaihteiston ohjaus	Sähköinen vika
P0703	Momentinmuunnin/ jarrupiiri A	toimintahäiriö
P0704	Kytkinkatkaisija	toimintahäiriö
P0705	Ajoaluetunnistin	toimintahäiriö
P0706	Ajoaluetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0707	Ajoaluetunnistin	signaali liian alhainen
P0708	Ajoaluetunnistin	Signaali liian korkea
P0709	Ajoaluetunnistin	Hetkellinen vika
P0710	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Toimintahäiriö
P0711	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0712	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	signaali liian alhainen
P0713	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Signaali liian korkea
P0714	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Hetkellinen vika
P0715	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0716	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0717	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Ei signaalia
P0718	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Hetkellinen vika
P0719	Momentinmuunnin/ jarrupiiri B	Toimintahäiriö
P0720	Käyttöpyörintänopeustunnistin	signaali liian alhainen
P0721	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0722	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0723	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Ei signaalia
P0724	Momentinmuunnin/ jarrupiiri B	Hetkellinen vika
P0725	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Signaali liian korkea
P0726	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0727	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0730	Välityssuhde	Ei signaalia
P0731	Välityssuhde 1. vaihde	Hetkellinen vika
P0732	Välityssuhde 2. vaihde	Väärä
P0733	Välityssuhde 3. vaihde	Väärä välityssuhde
P0734	Välityssuhde 4. vaihde	Väärä välityssuhde
P0735	Välityssuhde 5. vaihde	Väärä välityssuhde
P0736	Välityssuhde R. vaihde	Väärä välityssuhde

Vikakoodi

P0740	Momentinmuuntimen kytkin	Toimintahäiriö
P0741	Momentinmuuntimen kytkin	Jää auki
P0742	Momentinmuuntimen kytkin	Jää sulkeutuneeksi
P0743	Momentinmuuntimen kytkin	Sähköinen vika
P0744	Momentinmuuntimen kytkin	Hetkellinen vika
P0745	Paineensäädön magneettiventtiili	Toimintahäiriö
P0746	Paineensäädön magneettiventtiili	Jää auki
P0747	Paineensäädön magneettiventtiili	Jää sulkeutuneeksi
P0748	Paineensäädön magneettiventtiili	Sähköinen vika
P0749	Paineensäädön magneettiventtiili	Hetkellinen vika
P0750	Kytkentämagneettiventtiili A	Toimintahäiriö
P0751	Kytkentämagneettiventtiili A	Jää auki
P0752	Kytkentämagneettiventtiili A	Jää sulkeutuneeksi
P0753	Kytkentämagneettiventtiili A	Sähköinen vika
P0754	Kytkentämagneettiventtiili A	Hetkellinen vika
P0755	Kytkentämagneettiventtiili B	Toimintahäiriö
P0756	Kytkentämagneettiventtiili B	Jää auki
P0757	Kytkentämagneettiventtiili B	Jää sulkeutuneeksi
P0758	Kytkentämagneettiventtiili B	Sähköinen vika
P0759	Kytkentämagneettiventtiili B	Hetkellinen vika
P0760	Kytkentämagneettiventtiili C	Toimintahäiriö
P0761	Kytkentämagneettiventtiili C	Jää auki
P0762	Kytkentämagneettiventtiili C	Jää sulkeutuneeksi
P0763	Kytkentämagneettiventtiili C	Sähköinen vika
P0764	Kytkentämagneettiventtiili C	Hetkellinen vika
P0765	Kytkentämagneettiventtiili D	Toimintahäiriö
P0766	Kytkentämagneettiventtiili D	Jää auki
P0767	Kytkentämagneettiventtiili D	Jää sulkeutuneeksi
P0768	Kytkentämagneettiventtiili D	Sähköinen vika
P0769	Kytkentämagneettiventtiili D	Hetkellinen vika
P0770	Kytkentämagneettiventtiili E	Toimintahäiriö
P0771	Kytkentämagneettiventtiili E	Jää auki
P0772	Kytkentämagneettiventtiili E	Jää sulkeutuneeksi
P0773	Kytkentämagneettiventtiili E	Sähköinen vika
P0774	Kytkentämagneettiventtiili E	Hetkellinen vika
P0780	Ajoalue	Toimintahäiriö
P0781	Ajoalue 1-2	Toimintahäiriö
P0782	Ajoalue 2-3	Toimintahäiriö
P0783	Ajoalue 3-4	Toimintahäiriö
P0784	Ajoalue 4-5	Toimintahäiriö
P0785	Kytkentä/ asemamagneettiventtiili	Toimintahäiriö
P0786	Kytkentä/ asemamagneettiventtiili	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0787	Kytkentä/ asemamagneettiventtiili	signaali liian alhainen
P0788	Kytkentä/ asemamagneettiventtiili	Signaali liian korkea
P0789	Kytkentä/ asemamagneettiventtiili	Hetkellinen vika
P0790	Normaali/ sport-ohjelmavalintakytkin	Toimintahäiriö

P1-vikakoodit eivät ole varsinaisesti osa standardoitua järjestelmää, vaan ne ovat autonvalmistajien yhdessä sopimia vikakoodeja.

P1-KOODIT

P1102	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Pluosoikosulku
P1103	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Teho liian alhainen
P1105	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Pluosoikosulku
P1107	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Pluosoikosulku
P1110	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 2)	Pluosoikosulku
P1115	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Maavuoto
P1116	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Katkos
P1117	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 2)	Maavuoto
P1118	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 2)	Katkos
P1119	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Maavuoto
P1120	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Katkos
P1121	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 2)	Maavuoto
P1122	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 2)	Katkos
P1123	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1124	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1125	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1126	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1127	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1128	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1129	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1130	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1136	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1137	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1138	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella
P1139	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella Maksimialueen ulkopuolella Ohjearvoalueen ulkopuolella
P1140	Kuormitustunnistus	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P1141	Kuormitustunnistus	Katkos
P1142	Kuormitustunnistus	Liian alhainen
P1143	Kuormitustunnistus	Liian korkea
P1146	Ilmamäärän-tai ilmassanmittari (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1147	Jäähdytysnesteen lämpötunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1148	Imuilman lämpötunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1149	Imusarjan painetunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1162	Kaasuläpän asema-anturi (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1163	Moottoriöljyn määrä	Liian alhainen
P1201	Suihkutusventtiili (sylinteri 1)	Sähköinen vika
P1202	Suihkutusventtiili (sylinteri 2)	Sähköinen vika
P1203	Suihkutusventtiili (sylinteri 3)	Sähköinen vika
P1204	Suihkutusventtiili (sylinteri 4)	Sähköinen vika
P1205	Suihkutusventtiili (sylinteri 5)	Sähköinen vika
P1206	Suihkutusventtiili (sylinteri 6)	Sähköinen vika
P1207	Suihkutusventtiili (sylinteri 7)	Sähköinen vika
P1208	Suihkutusventtiili (sylinteri 8)	Sähköinen vika
P1209	Suihkutusventtiili (sylinteri 9)	Sähköinen vika

P1210	Suihkutusventtiili (sylinteri 10)	Sähköinen vika
P1211	Suihkutusventtiili (sylinteri 11)	Sähköinen vika
P1212	Suihkutusventtiili (sylinteri 12)	Sähköinen vika
P1213	Suihkutusventtiili (sylinteri 1)	Plusoikosulku
P1214	Suihkutusventtiili (sylinteri 2)	Plusoikosulku
P1215	Suihkutusventtiili (sylinteri 3)	Plusoikosulku
P1216	Suihkutusventtiili (sylinteri 4)	Plusoikosulku
P1217	Suihkutusventtiili (sylinteri 5)	Plusoikosulku
P1218	Suihkutusventtiili (sylinteri 6)	Plusoikosulku
P1219	Suihkutusventtiili (sylinteri 7)	Plusoikosulku
P1220	Suihkutusventtiili (sylinteri 8)	Plusoikosulku
P1221	Suihkutusventtiili (sylinteri 9)	Plusoikosulku
P1222	Suihkutusventtiili (sylinteri 10)	Plusoikosulku
P1223	Suihkutusventtiili (sylinteri 11)	Plusoikosulku
P1224	Suihkutusventtiili (sylinteri 12)	Plusoikosulku
P1225	Suihkutusventtiili (sylinteri 1)	Maavuoto
P1226	Suihkutusventtiili (sylinteri 2)	Maavuoto
P1227	Suihkutusventtiili (sylinteri 3)	Maavuoto
P1228	Suihkutusventtiili (sylinteri 4)	Maavuoto
P1229	Suihkutusventtiili (sylinteri 5)	Maavuoto
P1230	Suihkutusventtiili (sylinteri 6)	Maavuoto
P1231	Suihkutusventtiili (sylinteri 7)	Maavuoto
P1232	Suihkutusventtiili (sylinteri 8)	Maavuoto
P1233	Suihkutusventtiili (sylinteri 9)	Maavuoto
P1234	Suihkutusventtiili (sylinteri 10)	Maavuoto
P1235	Suihkutusventtiili (sylinteri 11)	Maavuoto
P1236	Suihkutusventtiili (sylinteri 12)	Maavuoto
P1237	Suihkutusventtiili (sylinteri 1)	Katkos
P1238	Suihkutusventtiili (sylinteri 2)	Katkos
P1239	Suihkutusventtiili (sylinteri 3)	Katkos
P1240	Suihkutusventtiili (sylinteri 4)	Katkos
P1241	Suihkutusventtiili (sylinteri 5)	Katkos
P1242	Suihkutusventtiili (sylinteri 6)	Katkos
P1243	Suihkutusventtiili (sylinteri 7)	Katkos
P1244	Suihkutusventtiili (sylinteri 8)	Katkos
P1245	Suihkutusventtiili (sylinteri 9)	Katkos
P1246	Suihkutusventtiili (sylinteri 10)	Katkos
P1247	Suihkutusventtiili (sylinteri 11)	Katkos
P1248	Suihkutusventtiili (sylinteri 12)	Katkos
P1270	Moottorin vääntömomenttiventailu lohko 1/2	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P1300	Kampiakselin asema-anturi (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1340	Moottorin pyörintänopeusanturi	Ei looginen
P1383	Sytytyspiirin valvona	Toimintahäiriö
P1384	Nakutustunnistin 3	Toimintahäiriö
P1385	Nakutustunnistin 4	Toimintahäiriö
P1386	Nakutuksen esto (määrittäskytkentä)	Toimintahäiriö
P1396	Pyörintänopeusanturi	Signaali virheellinen
P1397	Nokka-akselin asematunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1401	Pakokaasujen takaisinkierrätys (venttiili/ pääteaste)	Maavuoto
P1402	Pakokaasujen takaisinkierrätys (venttiili/ pääteaste)	Plusoikosulku
P1409	Polttonestehöyryjen talteenoton regenerointiventtiili	Toimintahäiriö
P1410	Polttonestehöyryjen talteenoton regenerointiventtiili	Plusoikosulku

P1412	Pakokaasujen takaisinkierätyksen painetunnistin	Signaali liian alhainen
P1413	Pakokaasujen takaisinkierätyksen painetunnistin	Signaali liian korkea
P1420	Toisioilma kytkentäventtiili	Toimintahäiriö
P1421	Toisioilma kytkentäventtiili	Maavuoto
P1422	Toisioilma kytkentäventtiili	Plusoikosulku
P1423	Toisioilmajärjestelmä (lohko 1)	Riittämätön määrä
P1425	Polttonestehöyryjen talteenoton regenerointiventtiili	Maavuoto
P1426	Polttonestehöyryjen talteenoton regenerointiventtiili	Katkos
P1437	Pakokaasujen lämpötunnistin (lohko 1)	Toimintahäiriö
	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä (lohko 2)	Riittämätön vaikutus
P1443	Pakokaasujen lämpötunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1444	Katalysaattorin lämpötila	Toimintahäiriö
P1445	Katalysaattorisuojaus	Aktiivi
P1446	Katalysaattorisuojaksen merkkivalo	Toimintahäiriö
P1447	Pakokaasuläppä KAT-ohitus	Vikatoiminto
P1448	Katalysaattorin lämpötila (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1449	Toisiojärjestelmän rele	Plusoikosulku
P1450	Toisiojärjestelmän rele	Maavuoto
P1451	Toisiojärjestelmän rele	Katkos
P1452	Toisiojärjestelmän rele	Sähköinen vika
P1453	Toisioilmapumppu (pääteaste)	Aktiivi
P1454	Katalysaattorisuojaus (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1458	Ilmastoinnin kompressoritieto	Toimintahäiriö
P1459	Katalysaattorisuojaksen merkkivalo (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1461	Pakokaasuläppä KAT-ohitus (lohko 2)	Vikatoiminto
P1462	Aktiivihiiilisäiliön sulkuventtiili (pääteaste, lohko 2)	Toimintahäiriö
P1463	Toisioilmajärjestelmä (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1490	Polttonestehöyryjen talteenoton reg.venttiili (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1500	Polttonestepumpun rele	Toimintahäiriö
P1501	Polttonestepumpun rele	Maavuoto
P1502	Polttonestepumpun rele	Plusoikosulku
P1509	Joutokäyntisäätimen avauskäämi	Toimintahäiriö
P1510	Joutokäyntisäätimen avauskäämi	Plusoikosulku
P1511	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri)	Sähköinen vika
P1512	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri)	Plusoikosulku
P1513	Joutokäyntisäätimen avauskäämi	Maavuoto
P1514	Joutokäyntisäätimen avauskäämi	Katkos
P1515	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri)	Maavuoto
P1516	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri)	Katkos
P1519	Nokka-akselin ohjaus (lohko 1)	Toimintahäiriö
P1522	Nokka-akselin ohjaus (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1525	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 1)	Toimintahäiriö
P1526	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 1)	Plusoikosulku
P1527	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 1)	Maavuoto
P1528	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 1)	Katkos
P1533	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1534	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 2)	Plusoikosulku
P1535	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 2)	Maavuoto
P1536	Nokka-akselin ohjauksen säädin (lohko 2)	Katkos
P1541	Polttonestepumpun rele	Katkos
		Ohjearvoalueen ulkopuolella
P1542	Polkimen asento-anturi	
P1543	Kaasuläpän säätimen potentiometri	Signaali liian alhainen

P1544	Kaasuläpän säätimen potentiometri	Signaali liian korkea
P1550	Joutokäyntisäätimen sulkijakäämi	Toimintahäiriö
P1551	Joutokäyntisäätimen sulkijakäämi	Katkos
P1552	Joutokäyntisäätimen sulkijakäämi	Maavuoto
P1553	Joutokäyntisäätimen sulkijakäämi	Plusoikosulku
P1570	Ajonestolaite	Aktiivi
P1571	Ajonestolaite	Auki
P1574	ASR-tieto	Toimintahäiriö
P1578	Joutokäyntisäätimen avauskäämi (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1579	Joutokäyntisäätimen avauskäämi (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1580	Kaasuläpän säädin (lohko1)	Toimintahäiriö
P1581	Kaasuläpän säädin (lohko2)	Toimintahäiriö
P1582	Joutokäynnin sopeutus	Toimintahäiriö
P1584	Jarruvalokytkin	Toimintahäiriö
P1585	Katkoksia, tankki tyhjä	Toimintahäiriö
P1586	AT-/ MT-koodaus	Toimintahäiriö
P1587	Järjestelmän jännitteensyöttö (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1588	Ajonestolaite (lohko 2)	Aktiivi
P1589	Nakutuksen esto (määrittäyskytkentä lohko 2)	Toimintahäiriö
P1593	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Toimintahäiriö
P1594	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Maavuoto
P1595	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Plusoikosulku
P1602	Jatkuva plus	Liian alhainen
P1603	Jatkuva plus	Liian korkea
P1605	Kiihtyvyyystunnistin	Toimintahäiriö Ohjearvoalueen ulkopuo- lella
P1606	Kiihtyvyyystunnistimen signaali	Katkos/ maavuoto
P1609	Kiihtyvyyystunnistimen signaali	Maavuoto
P1611	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Katkos/ maavuoto
P1613	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Plusoikosulku
P1614	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Signaali liian alhainen
P1616	Kiihtyvyyystunnistin	Signaali liian korkea
P1617	Kiihtyvyyystunnistin	Aktiivi
P1624	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus (signaali)	Toimintahäiriö
P1625	CAN-tiedonsiirtoliitännän timeout EGS	Toimintahäiriö
P1655	Pääteaste ei käytössä ryhmä B	Toimintahäiriö
P1657	Pääteaste ei käytössä ryhmä C	Toimintahäiriö
P1658	Polttonestepumpun rele (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1660	Pääteaste ei käytössä ryhmä A	Toimintahäiriö
P1662	Pääteaste ei käytössä ryhmä D	Toimintahäiriö
P1665	Pääteaste ryhmä A	Toimintahäiriö
P1670	Pääteaste ryhmä B	Toimintahäiriö
P1672	Puhaltimen pääteaste B	Toimintahäiriö
P1673	Puhaltimen pääteaste A	Toimintahäiriö
P1690	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Signaali puuttuu
P1691	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Maavuoto
P1692	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Plusoikosulku
P1693	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Toimintahäiriö
P1697	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL lohko 2)	Väylävika
P1747	Vaihteiston ohjaus	Epälooginen
P1780	Vaihteistotieto	Aina päällä (on)
P1781	Vaihteistotieto	Aina pois päältä (off)
P1782	Vaihteistotieto	