

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Autotekniikka

2016

Ville Heinonen

OBD2 JA AJONEUVON VERKOTTUMINEN

- Rakenne, toiminta ja diagnostiikkadatan kysely
CAN-väylästä



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka | Autotekniikka

Opinnäytetyön valmistumisajankohta toukokuu 2016 | Sivumäärä 62+22

Ohjaajat: Juha-Pekka Lindqvist AMK & Heikki Vilkinen TappIT Oy

Ville Heinonen

OBD2 JA AJONEUVON VERKOTTUMINEN - RAKENNE, TOIMINTA JA DIAGNOSTIIKKADATAN KYSELY CAN-VÄYLÄSTÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi TappIT Oy. TappIT Oy on Eurassa toimiva IT-alan yritys, joka on keskittynyt internetpohjaisten tiedonkeruujärjestelmien kehittämiseen. TappIT on kartoittanut mahdollisuutta OBD2-järjestelmään perustuvien sovellutusten kehittämiseen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli esittää perustiedot ajoneuvojen OBD2-vikadiagnostiikkajärjestelmästä, sen ominaisuuksista sekä toiminnasta. OBD2-järjestelmän käsitettä laajennettiin koskemaan muitakin ajoneuvon osajärjestelmiä, joihin saadaan yhteys diagnostiikkaliitännän kautta. Ajoneuvon tieto- ja diagnostiikkajärjestelmät nähdään yhtenä verkottuneena kokonaisuutena. Työn tehtävänä on toimia yritykselle tietoperustana mahdollistaen myöhemmän syventävän perehtymisen aiheeseen.

Työn tekeminen aloitettiin aihepiiriin liittyvän aineiston keräämisellä. Aineistoon perehdyttiin huolella, minkä jälkeen valittiin tärkeimmät aihealueet esitettäväksi työhön. Aihealueen käsittely aloitetaan syventymällä OBD2-järjestelmän taustoihin ja standardeihin. Tämän jälkeen käsitellään lyhyesti järjestelmän fyysinen kokoonpano; tiedonsiirtoväylät, ohjainlaitteet sekä diagnostiikkaliitäntä. Pääpaino työssä on järjestelmän toiminnan kuvaamisessa. Osajärjestelmätestien suorittaminen, vian tallentuminen, moodit, PID:t sekä tietojen lähetys ja vastaanotto käydään läpi. OBD2-järjestelmästä saatavasta anturidatasta annetaan joitain esimerkkejä. Standardoidut testausprotokollat käsitellään lyhyesti. CAN-protokollaa käsitellään tarkemmin, johtuen sen yleisyydestä tulevaisuudessa. Tietojen lähetykseen ja vastaanottoon syvennytään CAN-protokollan mukaisen viestikehyksen avulla. Lopuksi perehdytään ajoneuvokantaan sekä OBD-sovittimen toimintaan.

Materiaalia onnistuttiin löytämään kiitettävästi sekä kirjallisuudesta että internetistä. Tuloksena saatiin asiakokonaisuus, joka antaa kattavan yleiskuvan ajoneuvon tieto- ja diagnostiikkajärjestelmistä ja niiden toiminnasta.

ASIASANAT:

OBD, OBD2, EOBD, CAN-protokolla, CAN-väylä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Automotive Engineering

Completion year of the thesis may 2016 | Total number of pages 62+22

Instructors: Juha-Pekka Lindqvist AMK & Heikki Vilkinen TappIT Oy

Ville Heinonen

OBD2 AND IN-VEHICLE NETWORKING – STRUCTURE, FUNCTIONS AND DATA QUERY FROM CAN BUS

This Bachelor's thesis was commissioned by TappIT Ltd. TappIT Ltd, located in Eura, operates in the field of information technology. The company is focused on the development of internet-based data collection systems. TappIT has considered the possibility of developing OBD2 based applications.

The aim of this thesis was to present basic information on the OBD2 diagnostic system of vehicles, its features and functions. The concept of the OBD2 system was broadened to involve all vehicle subsystems that can be accessed through the OBD2 diagnostic link connector. The information and diagnostic systems of a vehicle are considered as one networked entity. The purpose of the thesis is to provide the company with basic knowledge, enabling afterwards an advanced orientation into the topic.

The project was started out by gathering material related to the subject. The material was carefully analyzed and after this the main topics to be presented in the thesis were chosen. The presentation of the subject is begun by focusing on the background and standards of the OBD2 system. After that, the physical layer of the system is shortly studied; data buses, control units as well as the diagnostic connector. The main focus on the work is to describe how diagnostic systems function. The self-diagnostic tests of subsystems, the storing of diagnostic trouble codes, modes, PIDs, as well as sending and receiving data are presented. In addition, some examples of OBD2 sensor data are given and standardized diagnostic testing protocols are briefly discussed. CAN protocol is studied in more detail due to its prevalence in the future. The transmission and receiving of data is described with the data frame of CAN protocol. In the end, vehicle population and the functions of an OBD2 adapter are studied.

The material was successfully found from literature as well as from the web. As a result, an entity that gives a comprehensive overview of the in-vehicle information and diagnostic systems and their functions was managed to achieve.

KEYWORDS:

OBD, OBD2, EOBD, CAN protocol, CAN bus

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET (TAI SANASTO)	8
1 JOHDANTO	10
2 TAUSTA	12
3 KOKOONPANO	14
3.1 Tiedonsiirtoväylät	16
3.2 Standardit	18
4 DIAGNOSTIIKKALIITÄNTÄ	20
5 TOIMINTA	23
5.1 Osajärjestelmätestit	23
5.1.1 Ajosykli	24
5.1.2 Lämmitysjakso	26
5.2 Moodit	26
5.3 Vikojen tallentuminen	27
5.4 Vikamerkkivalo	28
5.5 Vikakoodit	30
5.6 Hätkäkäyttö	30
5.7 Vikamuistin tyhjennys	31
6 TIETOJEN KYSELY JA LÄHETYS	32
6.1 Viestikehys	32
6.1.1 Kantalukujärjestelmät ja yksittäisen bitin/tavun merkintä	33
6.1.2 Viestikehyksen rakenne	35
6.2 Datakentän muodostuminen	37
6.2.1 PCI	37
6.2.2 Moodi	37
6.2.3 PID	38
7 MOODIEN PID-KOMENNOT	39
7.1 Moodi 01 Diagnoositiedot	39
7.1.1 PID 01 Diagnoosijärjestelmän tila	39

7.1.2 PID 02 Vikakoodi	40
7.1.3 PID 03 Suihkutusjärjestelmän tila	40
7.1.4 PID 04 – PID 11 Mitta-arvot	41
7.1.5 PID 12 Toisioilmaohjauksen tila	41
7.1.6 PID 13 Lambdatunnistimen sijainti	42
7.1.7 PID 14 – PID 1B Lambdatunnistimen jännite ja lambdaintegraattori	42
7.1.8 PID 1C Sertifikaatioinformaatio	43
7.1.9 PID 21 Ajomatka MI-valon syttymisestä	43
7.1.10 PID 24 – PID 2B Lambdatunnistimien ohjearvot	43
7.1.11 PID 34 – PID 3B Lambdatunnistimien ohjearvot	43
7.2 Moodi 02 Freeze frame	44
7.2.1 PID 02 Vikakoodi	44
7.2.2 PID 03 ja muut PID:t	44
7.3 Moodi 03 Vikamuistin luku	44
7.4 Moodi 04 Vikamuistin tyhjennys	46
7.5 Moodi 05 Lambda-anturin itsetestaus	46
7.6 Moodi 06 Ajoittain valvotut osajärjestelmät	46
7.7 Moodi 07 Häiriöt	47
7.8 Moodi 08 Valmistajakohtaiset testit	47
7.9 Moodi 09 Ajoneuvon tunnistetiedot	47
8 OBD2-JÄRJESTELMÄSTÄ SAATAVA DATA	48
9 TIEDONSIIRTOPROTOKOLLAT	49
9.1 ISO 15765-4 CAN (Controlled Area Network)	49
9.2 ISO 9141-2	50
9.3 KWP2000 (Key Word Protocol)	51
9.4 SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation)	51
9.5 SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width)	51
10 OBD-SOVITIN	53
11 AJONEUVOKANTA	57
11.1 EU	57
11.2 USA	57
11.3 Japani	58
11.4 Muut alueet	58

11.5 OBD2-järjestelmän tunnistaminen	59
--------------------------------------	----

12 YHTEENVETO	60
----------------------	-----------

LÄHTEET	61
----------------	-----------

LIITTEET

- Liite 1. Vikakoodiluettelo P0-koodeille.
- Liite 2. Vikakoodiluettelo P1-koodeille.
- Liite 3. OBD-järjestelmän testiraportti
- Liite 4. Valmistajakohtainen osajärjestelmätestiraportti

KUVAT

Kuva 1. Havainnekuva väylätyypeistä, antureista ja ohjainyksiköistä	14
Kuva 2. Verkko, jossa on keskusyhdyskäytävä (a) ja verkko, jossa on useita yhdyskäytäviä (b)	15
Kuva 3. Liitinmalli A	20
Kuva 4. Liitinmalli A	20
Kuva 5. Diagnoosiliittimen pinnijärjestys	22
Kuva 6. Erilaisia moottorinvikavalvoja	29
Kuva 7. Vikakoodin määrittäminen	30
Kuva 9. CAN-viestikehyksen rakenne	35
Kuva 10. OBD-sovitin bluetooth-lähettimellä	54
Kuva 11. OBD/GPRS/GPS-moduuli	55
Kuva 12. OBD/GPRS/GPS-moduuli	56

TAULUKOT

Taulukko 1. Ajoneuvon tiedonsiirtoväylät	16
Taulukko 2. Ajoneuvon tiedonsiirtoväylät	17
Taulukko 3. Väylien luokittelu tiedonsiirtonopeuksien mukaan	18
Taulukko 4. OBD2-järjestelmän standardit	19
Taulukko 5. Diagnoosiliittimen pinnijärjestys	22
Taulukko 6. OBD2-järjestelmän moodit	26
Taulukko 7. Luvut ilmaistuna eri lukujärjestelmillä	34
Taulukko 8. Bitin ja tavun yksilöinti	34
Taulukko 9. Datakentän rakenne.	37
Taulukko 10. Moodit	38
Taulukko 11. Vikakoodin 1. merkki	45
Taulukko 12. Vikakoodin 2. merkki	45

KÄYTETYT LYHENTEET (TAI SANASTO)

ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange.</i> Tietokoneiden merkistö, joka sisältää englannin kielessä tarvittavat kirjaimet, numerot, väli- ja erikoismerkkejä sekä eräitä ohjauskoodeja.
CAN	<i>Controller Area Network.</i> Verkko, jota käytetään ohjainlaitteiden yhdistämiseen ajoneuvoissa.
CSMA/MDA	<i>Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration.</i> Tiedonsiirtotapa, jossa lähettäjä tunnistaa väylässä liikuvan datan ja lähettää tietonsa vasta, kun muuta liikennettä ei ole.
CRC	<i>Cyclic Redundancy Check.</i> Virheentarkistusjärjestelmä, joka perustuu tarkisteavainten vertaamiseen alkuperäisen ja siirretyn datapaketin välillä.
DLC	<i>Data Link Connector</i> tai <i>Diagnostic Link Connector.</i> Diagnostiikkaliitäntä.
DTC	<i>Diagnostic Trouble Code.</i> Diagnostiikkajärjestelmän vikakoodi.
IDE	<i>Identifier Extension Bit.</i> Viestikehyksen ohjauskentän ensimmäinen bitti.
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i> Kansainvälinen standardisointijärjestö.
LIN	<i>Local Interconnect Network.</i> Paikallinen tietoverkko.
MOST	<i>Media Oriented Systems Transport.</i> Multimediaverkko.
OBD	<i>On Board Diagnostics.</i> Ajoneuvon vikadiagnostiikkajärjestelmä.
PCI	<i>Protocol Control Information.</i> CAN-protokollan datakentän ensimmäinen tavu. Kertoo miten monessa viestikehyksessä data lähetetään ja monesko lähetettävä viesti on.
PID	<i>Parameter Identification Number.</i> Päätekomento, jolla yksilöidään OBD-järjestelmän tietoa.
PWM	<i>Pulse Width Modulation.</i> Tiedonsiirtoprotokolla, jossa on pulssinleveysmodulaatio.
RTR	<i>Remote Transmission Request.</i> Viestikehyksen osa, joka ilmaisee viestin prioriteetin.
SAE	<i>Society of Automotive Engineers.</i> Yhdysvaltalainen autoalan standardisointijärjestö.

UART

Universal Asynchronous Receiver Transmitter. Sarjaliikennepiiri, joka muuntaa rinnakkaismuotoista tietoa sarjamuotoiseksi ja päinvastoin.

VPW

Variable Pulse Width. Tiedonsiirtoprotokolla, jossa on muuttuva pulssinleveys.

1 JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena on antaa kokonaiskuva ajoneuvon OBD2-järjestelmän toiminnasta ja ominaisuuksista. Tehtävänä on tarjota toimeksiantajalle laajat pohjatiedot ajoneuvon tietojärjestelmästä, mahdollistaen täten myöhemmän syventävän perehtymisen aiheeseen, ja edesauttavan jatkosovellutusten kehittämistä.

Elektroniset moottorinohjausjärjestelmät alkoivat yleistyä 80- ja 90-luvun vaihteissa. Tämä loi pohjan ajoneuvojärjestelmien digitalisoitumiselle ja kehittyneelle vikadiagnostiikalle. 2010-luvun ajoneuvossa digitaaliset ohjainlaitteet ja väylätekniikka ovat laajentuneet kattamaan lähes kaikkia toimintoja ajoneuvossa. Tämä on samalla mahdollistanut koko ajoneuvoa koskevan vikadiagnostiikan.

Ajoneuvon erilaisten osajärjestelmien hallinta vaatii suuren määrän kerättyä dataa toimiakseen. Tietoa kerätään lukuisilta eri antureilta sekä ohjainlaitteilta. Kaikki tämä tieto on nykyisin vapaasti luettavissa ajoneuvon diagnostiikkaliitännän kautta. Tämä on luonut lukuisia kaupallisia tuotteita ja palveluita, jotka hyödyntävät ajoneuvon tuottamaa dataa.

Tällaisia ovat esimerkiksi diagnostiikkatesterin mobiilisovellukset, joilla ajoneuvon tuottamia parametreja ja mahdollisia vikakoodeja voidaan seurata omalla mobiililaitteella. Esimerkiksi tabletin näyttöön voidaan luoda toinen mittaristo ajoneuvodatan perusteella. Mittaristoon voidaan valita tietoja, joita ajoneuvon oma mittaristo ei näytä, esimerkiksi ahtopaine ja imuilman lämpötila. Muita yleisiä tuotteistuksia ovat ajoneuvonseurantajärjestelmät ajopäiväkirjoineen. Ajoneuvojen tietoturva luo omat esteensä sovellutuksille, mutta teoriassa merkittävää osaa ajoneuvon osajärjestelmästä voidaan myös kontrolloida ulkoisella päätelaitteella.

Tämän työn tehtävänä on tarjota pohjatiedot käsiteltävästä aiheesta. Syventävään perehtymiseen liittyvää materiaalia on kohtuullisesti tarjolla sekä kirjallisuudessa että internetissä. Työn lopussa oleva lähdeluettelo sisältää useita lähteitä, joiden asiasisällöstä vain osa on siirretty tähän työhön. Erityismaininnan

arvoisia ovat Robert Bosch GmbH:n julkaisema teos Ajoneuvon verkottuminen vuodelta 2007 sekä Christopher Albert Lupinin kirjoittama teos Vehicle Multiplex Communication – Serial Data Networking Applied to Vehicular Engineering. Jälkimmäistä teosta ei ole saatavilla suomennettuna. Huomionarvoinen on myös Wikipediaan eri lähteistä koottu käyttökelpoinen tietojen kyselyyn tarkoitettu laaja PID-tietokanta nimellä OBD II PIDs. Mukana ovat laskentakaavat laskennallisille suureille sekä luonnollisesti lähdeviitteet alkuperäisiin lähdeteoksiin.

2 TAUSTA

On Board Diagnostics (OBD) -järjestelmällä tarkoitetaan ajoneuvoon asennettua itsediagnostiikkalaitteistoa. Järjestelmä on toiminnassa ajoneuvon käytön aikana ja kykenee ilmaisemaan mahdollisen vian ja sen todennäköisen sijainnin keskusyksikön muistiin tallentuneen vikakoodin avulla. Itsediagnostiikan alkupe-
räinen tarkoitus on ollut päästöjen seuranta.

Pakokaasulainsäädännön tiukentuminen ja entistä suurempi keskittyminen ajoneuvojen ympäristöystävällisyyteen 1960-luvulta lähtien loivat tarpeen seurata ajoneuvon käytönaikaisia päästöjä. Ajoneuvoon suoritetaan tyyppihyväksynnän yhteydessä pakokaasumittaus, mutta ajoneuvon on täytettävä pakokaasunormin päästörajat koko käyttöiän ajan. Moottorin toiminnassa ilmenevät viat saattavat moninkertaistaa haitalliset päästöt. Tätä tehtävää varten kehitettiin ajoneuvon käytönaikainen itsediagnostiikka. OBD-järjestelmä valvoo kaikkia komponentteja ja toimintoja, jotka saattavat johtaa haitta-ainepäästöjen lisääntymiseen. Raja-arvojen ylittyessä vikavalvo mittaristossa ilmoittaa häiriöstä järjestelmässä. (Müller 2005, 42; Bosch 2002, 604–606.)

OBD-vikadiagnostiikkajärjestelmät jaetaan nykyaikaiseen OBD2-standardin mukaiseen järjestelmään sekä sitä edeltäviin standardisoimattomiin OBD-järjestelmiin. Kyseisistä edeltävistä järjestelmistä käytetään toisinaan nimitystä *OBD1*, vaikka käytännössä kyseessä on joukko toisistaan poikkeavia järjestelmiä. Muun muassa diagnostiikkaliitännät ja tietoliikenneprotokollat eroavat eri autonvalmistajien välillä. (OBD 2014.)

Ensimmäiset pakolliset pakokaasupäästöjen valvontaan keskittyneet OBD-järjestelmät tulivat käyttöön Yhdysvalloissa asteittain vuodesta 1988 lähtien. Vuonna 1995 Yhdysvalloissa esiteltiin nykyinen pidemmälle kehitetty OBD2-standardi. Se standardoi muun muassa autosta löytyvän diagnostiikkaliitännän sekä diagnostiikkajärjestelmissä käytettävät tietoliikenneprotokollat. EU käytti myöhemmin tätä samaa standardia oman direktiivinsä pohjana. (Müller 2005,

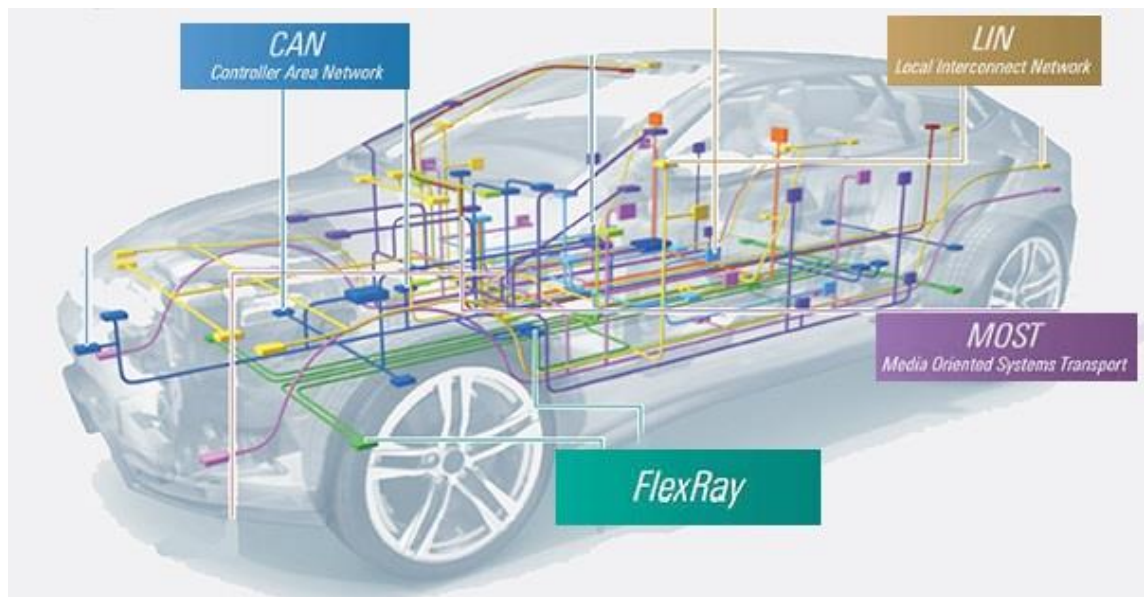
42.) Direktiivi 98/69/EY määrittelee toimenpiteet moottoriajoneuvojen päästöjen aiheuttaman ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi.

EU-direktiivin tarkoituksena oli pakottaa eurooppalainen autoteollisuus käyttämään yhteistä diagnostiikkaliitettä sekä rajoittaa diagnostiikkajärjestelmien signaaliprotokollien lukumäärää (Müller 2005, 42). EU-direktiivin mukainen diagnostiikkajärjestelmä tunnetaan nimellä *EOBD*, mutta käytännössä se on sama kuin yhdysvaltalaisen autonvalmistajien käyttämä OBD2-standardi. Tässä työssä käytetään jäljempänä molemmista järjestelmistä yhteistä termiä *OBD2*, johtuen sen paremmasta tunnettavuudesta. Usein käytetään myös pelkkää *OBD* nimitystä puhuttaessa OBD2-järjestelmistä.

Siinä missä ensimmäiset OBD-järjestelmät keskittyivät päästöjen seurantaan, OBD2-järjestelmä on laajentanut vikadiagnostiikan koskemaan ajoneuvon muitakin elektronisia osajärjestelmiä. Taustalla on autonvalmistajien oma intressi helpottaa auton käytönaikaista ylläpitoa. Lainsäädäntö edellyttää ainoastaan pakokaasupäästöihin vaikuttavien komponenttien seurannan. Tässä työssä OBD2-järjestelmällä viitataan kokonaisvaltaisesti ajoneuvon tietojärjestelmiin, joihin saadaan yhteys diagnostiikkaliitännän kautta.

3 KOKOONPANO

OBD2-järjestelmä koostuu väylän kautta yhteen liitetystä ohjainyksiköistä ja antureista (kuva 1). Ohjainyksiköt saavat tarvitsemansa datan antureilta tai toisilta ohjausyksiköiltä. Väylään on yhdistetty lisäksi OBD-diagnostiikkaliitäntä, jonka kautta päästään käsiksi ohjausyksiköiden dataan.



Kuva 1. Havainnekuva väylätyypeistä, antureista ja ohjainyksiköistä (Digi-Key Electronics 2014).

Ohjainyksiköt (ECU, *Electronic Control Unit*) ovat käytännössä itsenäisiä tietokoneita. Kaikilla monimutkaisilla elektroniikkajärjestelmillä on oma ohjainyksikkönsä. Yksi ohjainyksikkö siihen liittyvine antureineen muodostaa osajärjestelmän. Tällaisia ovat esimerkiksi ABS-, mittaristo- ja turvatyynyjärjestelmät. 2010-luvun autoissa ohjainyksiköitä on kymmenittäin.

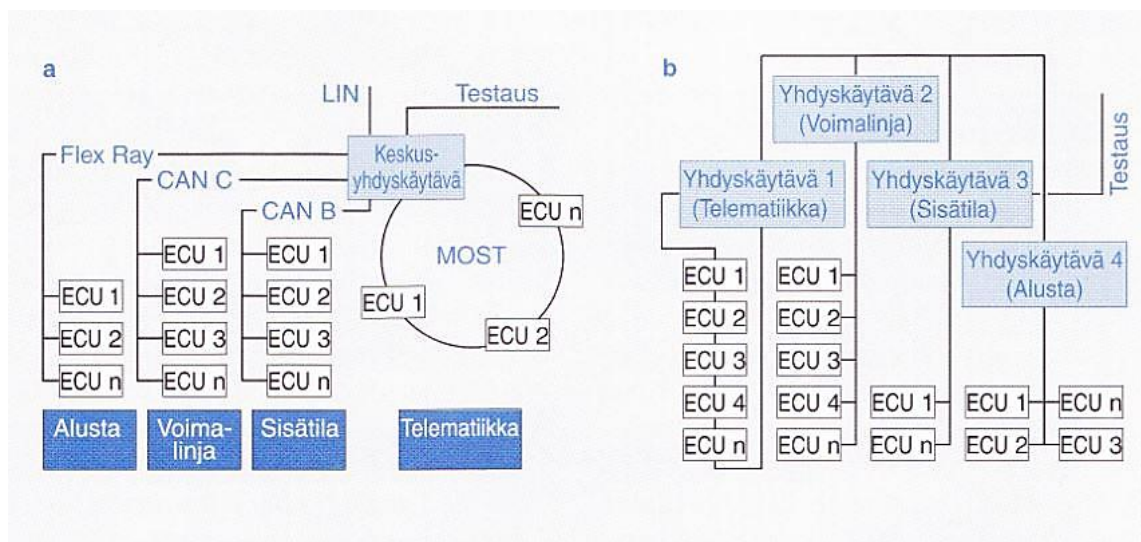
Väylänä käytetään useimmiten CAN-väylää, josta on kaksi versiota, nopea CAN C - ja hidas CAN B -väylä. Fyysisesti CAN-väylä on kierretty parikaapeli.

Muita väylätyyppejä ovat esimerkiksi LIN, MOST ja Flex Ray, joille on omat sovellusalueensa. Esimerkiksi MOST-väylä on käytössä multimediasovelluksissa.

Väylässä data liikkuu jonkin tiedonsiirtoprotokollan mukaisesti. (Bosch 2007, 21.)

Useamman osajärjestelmän muodostama kokonaisuus, joka toimii samassa väylässä samalla tiedonsiirtoprotokollalla, muodostaa verkon. Yhden jakotavan mukaan koko ajoneuvo voidaan jakaa neljään toiminnalliseen kokonaisuuteen: voimalinja, alusta, sisätilat ja telematiikka. (Bosch 2007, 19.)

Ajoneuvon eri osa-alueilla käytetään niihin parhaiten soveltuvia verkkoprotokollia ja topologioita. Eri verkot eivät ole kuitenkaan yhteensopivia. Verkkojen yhdistämiseen käytetään yhdyskäytäviä (*gateway*). Yhdyskäytävä on tietokone, joka lukee verkossa liikkuvaa dataa, kääntää sen toiseen verkkoprotokollaan sopivaksi ja välittää eteenpäin. (Bosch 2007, 21.)



Kuva 2. Verkko, jossa on keskusyhdyskäytävä (a) ja verkko, jossa on useita yhdyskäytäviä (b) (Bosch 2007, 21).

Verkkojen yhdistämiseen voidaan käyttää yhtä keskinäistä yhdyskäytävää tai useita hajautettuja yhdyskäytäviä (kuva 2). Ajoneuvon OBD-diagnostiikkaliitännä on usein yhdistetty keskusyhdyskäytävään tai vastaavasti hajautettuihin yhdyskäytäviin. (Bosch 2007, 21.) Tällöin diagnoosiliitännän kautta on saatavilla kaikki ajoneuvon järjestelmiä koskeva data. Kuvassa diagnoosiliitännä on merkitty termillä "Testaus". Diagnostiikkaliitännä voi yhdistyä myös suoraan moottorinohjauksikköön.

Tietoliikenneprotokollaa yhdyskäytävän/moottorinohjainyksikön ja diagnostiikka-liitännän välillä kutsutaan *testausprotokollaksi*.

3.1 Tiedonsiirtoväylät

Alla on taulukoituna yleisimpiä ajoneuvoissa esiintyviä tiedonsiirtoväyläjärjestelmät tärkeimpine ominaisuuksineen (taulukot 1 ja 2). Mukana on myös langaton Bluetooth-tiedonsiirtotekniikka.

Taulukko 1. Ajoneuvon tiedonsiirtoväylät (Bosch 2007, 15).

	CAN-C nopea-CAN	CAN-B hidas-CAN	LIN	TTP
Nimen määrittely	Controller Area Network Ohjainverkko	Controller Area Network Ohjainverkko	Local interconnect network Paikallinen verkko	Aikaperustainen protokolla
Väylätyyppi	Tavanomainen väylä	Tavanomainen väylä	Tavanomainen väylä	Tavanomainen ja optinen väylä
Alueet	Voimalinja	Mukavuus	Mukavuus	Turvallisuuteen liittyvä verkottuminen
Sovellukset	Moottorin ohjaus, voimansiirron ohjaus ja ABS/ESP- verkottuminen	Kori- ja mukavuus- elektroniikan verkottuminen	Edullinen CAN- väylän laajennus mukavuus- alueen elektroniikan yksinkertaisiin sovellutuksiin	Verkottuminen turvallisuuteen liittyvillä alueilla, kuten jarruissa, ohjauksessa, rautateiden ohjainlaitteissa ja lentokoneen laskutelineessä
Yleisimmin käytetyt topologiat	Lineaarinen väylä	Lineaarinen väylä	Lineaarinen väylä	Tähtitopologia
Tiedonsiirtonopeus	10 kBit/s ... 1MBit/s	maks. 125 kBit/s	maks. 20 kBit/s	Ei määritelty, tyypillisesti 10 MBit/s
Solmujen maksimimäärä	10	24	16	Ei määritelty
Ohjausmekanismit	Tapahtuma- perusteinen	Tapahtuma- perusteinen	Aikaperusteinen	Aikaperusteinen
Väyläjohtimet	Kuparijohtimet, kierretty parikaapeli	Kuparijohtimet, kierretty parikaapeli	Kuparijohdin, yksi johdin	Kuparijohtimet, kierretty parikaapeli
Yleisyys	Kaikissa ajoneuvoissa	Kaikissa ajoneuvoissa	Kaikissa ajoneuvoissa	Ylemmän luokan ajoneuvoissa, lentokoneissa, rautateiden ohjausjärjestelmissä
Standardi	ISO 1198	ISO 11519-2	LIN-yhteenliittymä	TTA-ryhmä
SAE-luokitus	Luokka C	Luokka B	Luokka A	Drive-By-Wire

Taulukko 2. Ajoneuvon tiedonsiirtoväylät (Bosch 2007, 15).

	MOST-väylä	Bluetooth	FlexRay
Nimen määrittely	Media oriented systems transport Multimediaiverkko	Langattoman verkon nimi perustuu Tanskan kuninkaaseen	Keinotekoinen nimi
Väylätyyppi	Optinen väylä	Langaton	Perinteinen ja optinen väylä
Alueet	Multimedia ja informaatio	Multimedia ja informaatio	Tulossa kaikkiin alueisiin
Sovellutukset	Ohjaus, ääni ja videosignaalin välitys	Lyhyen matkan langaton tiedonvälitys esim. puhelin ja auton järjestelmä	Turvallisuuden kannalta kriittiset ja yksinkertaiset järjestelmät
Yleisimmin käytetyt topologiat	Rengastopologia	Verkkotopologia	Tähtitopologia
Tiedonsiirtonopeus	Maks. 22,5 MBit/s	Maks. 3 MBit/s (v2.0) Maks. 723 kBit/s (v1.2)	Tyypil. 10 MBit/s Maks. 20 MBit/s
Solmujen maksimimäärä	64	8 aktiivista (jopa 256 passiivista)	Teoreettisesti jopa 2048. Maks. 22/passiivinen väylä/tähti
Ohjausmekanismit	Aika- ja tapahtumaperusteinen	Tapahtumaperusteinen	Aika- ja tapahtumaperusteinen
Väyläjohtimet	Muovi- tai lasikuitu, optinen	Radioaallot	Kuparijohtimet, kierretty parikaapeli
Yleisyys	Ylemmän luokan eurooppalaisissa autoissa	Kaikissa autoissa multimedia-laitteiden ja informaatiojärjestelmän yhdistämisessä	Pilottisovellutuksia
Standardi	MOST-yhteistyöryhmä	Bluetooth SIG	FlexRay-yhteenliittymä
SAE-luokitus	Mobiili Media	Langaton	Drive-By-Wire

Väyliä tiedonsiirtonopeudet on SAE-luokiteltu. Seuraavassa taulukossa (taulukko 3) on esitetty nopeusluokkien vaatimukset ja käytännön sovellutuskohde.

Taulukko 3. Väylien luokittelu tiedonsiirtonopeuksien mukaan (Bosch 2007, 19).

Luokka A	
Siirtonopeudet	Alhainen siirtonopeus (alle 10 kBit/s)
Sovellukset	Toimilaitteiden ja antureiden verkotus
Edustaja	LIN
Luokka B	
Siirtonopeudet	Keskisuuri siirtonopeus (alle 125 kBit/s)
Sovellukset	Monimutkaiset virheenkäsitte-lymekanismit, mukavuustoimintojen säätöyksiköiden verkotus
Edustaja	Hidas-CAN
Luokka C	
Siirtonopeudet	Suuri siirtonopeus (1 MBit/s saakka)
Sovellukset	Reaaliaikaisuusvaatimuksia, voimalinjan säätöyksiköiden verkotus
Edustaja	Nopea-CAN
Luokka C+	
Siirtonopeudet	Erittäin suuri siirtonopeus (10 MBit/s saakka)
Sovellukset	Reaaliaikaisuusvaatimuksia, voimalinjan säätöyksiköiden verkotus
Edustaja	FlexRay
Luokka D	
Siirtonopeudet	Erittäin suuri siirtonopeus (yli 10 MBit/s)
Sovellukset	Telematiikan ja multimedia-toimintojen säätöyksiköiden verkotus
Edustaja	MOST

3.2 Standardit

Alla olevaan taulukkoon on koottu ISO- ja SAE-standardit, joihin EOBD/OBD2-järjestelmälle asetetut vaatimukset perustuvat. Tähdellä on merkitty tiedonsiirtoprotokollat, jotka eivät ole sallittuja uusissa ajoneuvoissa vuoden 2008 alun jälkeen. (OBD 2014.)

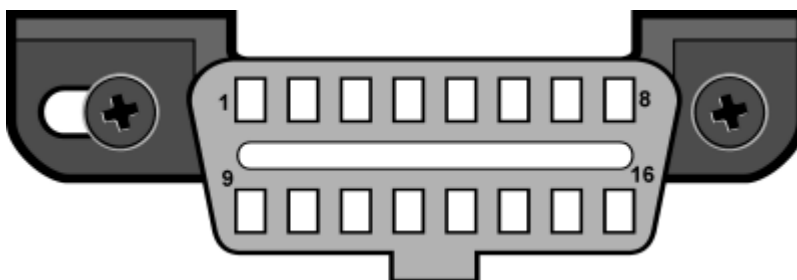
Taulukko 4. OBD2-järjestelmän standardit (Bosch 2003, 3; Müller 2005, 42).

ISO 9141-2	Tietoliikennelinkki-protokolla *
ISO 11519-4	Hidas sarjamuotoinen datansiirto *
ISO 14230-4	Avainsanaprotokolla KWP 2000 *
ISO 15765-4	CAN-protokolla
ISO 15031-3 / SAE J1962	Diagnostiikkaliitin
ISO 15031-4 / SAE J1978	Diagnostiikkatestauslaitteet
ISO 15031-5 / SAE J1979	Diagnoositiedot
ISO 15031-6 / SAE J1212	Vikakoodit (DTC)
ISO 15031-7 / SAE J1979	Datalinkin tietoturva
SAE J1850	PWM- ja VPW-protokollat
	*ei sallittu 1.1.2008 jälkeen

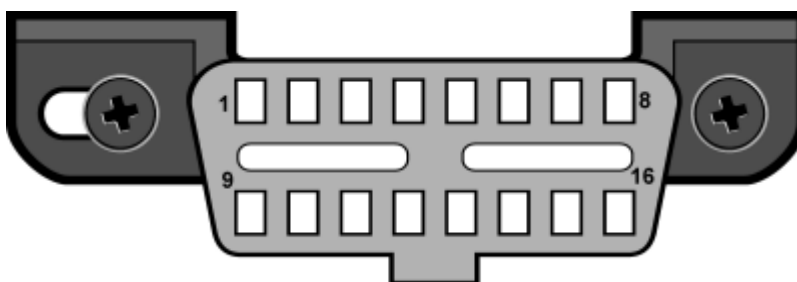
4 DIAGNOSTIIKKALIITÄNTÄ

OBD2-järjestelmän rajapintana ulkomaailmaan toimii diagnostiikkaliitäntä (DLC). Liitännän kautta päästään käsiksi OBD2-järjestelmän tarjoamaan dataan. Samalla se mahdollistaa muutosten, kuten ohjelmistopäivitysten, tekemisen järjestelmään. Liitännästä käytetään usein myös nimitystä *tiedonsiirtoliitin* tai *OBD-pistoke*.

Diagnostiikkaliitäntä on käytännössä 16-nastainen naarasliitin, joka on sijoitettu ajoneuvon ohjaamoon ohjauspyörän läheisyyteen. Liitäntä löytyy usein kojetaulun alta tai keskikonsolista. Standardit ISO 15031-3 ja SAE J1962 määrittelevät liittimen tarkemmin. Liittimiä on kahta eri tyyppiä, mallia A (kuva 6) ja mallia B (kuva 7), mutta molemmat ovat yhteensopivia. Ainoa eroavaisuus on kohdistuspalkki. (Müller 2005, 42; Elekma 2016.)



Kuva 3. Liitinmalli A (ScanTool 2004).



Kuva 4. Liitinmalli B (ScanTool 2004).

Edellä mainitut standardit määrittelevät 16 liitinnastasta yhdeksän. Loput seitsemän jäävät autonvalmistajan itse määriteltäviksi. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi autonvalmistajan merkkikohtaiseen diagnostiikkaan tai ne voivat olla liittimessä myös tyhjinä. (Müller 2005, 43.)

Standardoidut nastat ovat olemassa viittä standardoitua testausprotokollaa varten. Tästä johtuen standardoitujen nastojen kautta päästään käsiksi ensisijaisesti OBD2-normin vaatimiin tietoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa moottorinohjainlaitteita. Osa ajoneuvovalmistajista liittää standardoituihin nastoihin myös muiden ohjainlaitteiden tiedonsiirtoyhteydet. Esimerkiksi ISO 9141-2 -protokollan käyttö (K- ja L -johdin) mahdollistaa yhteyden samalla muihin ohjainlaitteisiin. (Bosch 2003, 4.)

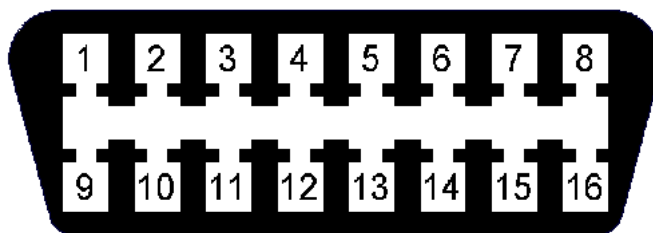
Usein ajoneuvovalmistajat käyttävät kuitenkin muiden ohjausjärjestelmien tiedonsiirtoon nastoja, jotka ovat valmistajan vapaasti määritettävissä, esimerkiksi 1, 6, 8, 9 ja 13. Napojen 3, 11, ja 12 määrittämisestä vastaa työryhmä, johon kuuluvat ajoneuvovalmistajat ja ensiasennusvarustajat. Nämä navat on yksilöity tiedonsiirtoväyläkäyttöön, ja niihin voidaan liittää useampia osajärjestelmiä eli käytännössä ohjainlaitteita. (Bosch 2003, 4.)

Alla olevassa taulukossa (taulukko 2.) käydään läpi diagnoosiliittimen pinnijärjestys. Standardoidut nastat näkyvät korostettuna. Väyläprotokollat on standardoitu sekä SAE:n että ISO:n toimesta. J-alkuiset nimet tulevat SAE-standardista ja ISO-alkuiset luonnollisesti ISO-standardista. Listauksessa ensimmäisenä näkyy yleisimmin käytetty nimitys.

Nasta 16 on ajoneuvon akkujännite. Esimerkiksi OBD-sovittimet ottavat virtansa tätä kautta. Virta on jatkuva, vaikka ajoneuvosta olisi virrat pois päältä kytkettynä. Ajoneuvon diagnoositietoja luettaessa sytytysvirran on kuitenkin oltava kytkettynä, jotta ohjainyksiköt ovat toiminnassa.

Taulukko 5. Diagnosiiliittimen pinnijärjestys (Bosch 2007, 96; Müller 2005, 43).

1	Valmistajan määritettävissä
2	J-1850 -väylien signaalin +
3	Valmistajan määritettävissä
4	Ajoneuvon maataso
5	Signaalien maataso
6	CAN HIGH (ISO 15765-4 / J-2284)
7	K-johdin (protokollat ISO 9141-2 ja ISO 14230-4)
8	Valmistajan määritettävissä
9	Valmistajan määritettävissä
10	J-1850 -väylien signaalin -
11	Valmistajan määritettävissä
12	Valmistajan määritettävissä
13	Valmistajan määritettävissä
14	CAN LOW (ISO 15765-4 / J-2284)
15	L-johdin (protokollat ISO 9141-2 ja ISO 14230-4)
16	Ajoneuvon akun + (jatkuva virta)



Kuva 5. Diagnosiiliittimen pinnijärjestys (OBD-II Home Page 2011).

5 TOIMINTA

5.1 Osajärjestelmätestit

OBD-järjestelmä suorittaa ajoneuvon käytön aikana osajärjestelmätestejä, joiden avulla valvotaan ajoneuvon järjestelmien toimintakuntoa. Osajärjestelmätestit jakaantuvat ajoittain ja jatkuvasti suoritettaviin. Jatkuvasti valvottavia osajärjestelmiä ovat muun muassa palamiskatkostunnistus ja polttonestejärjestelmä. (Juhala ym. 2005, 505.)

Palamiskatkoksia valvotaan esimerkiksi moottorin sylinterikohtaisten pyörintänopeuksien perusteella. Poikkeama sylinterikohtaisesta pyörintänopeudesta tarkoittaa palamiskatkoksia, jolloin kyseessä olevan sylinterin polttonesteen suihkutusta katkaistaan. (Juhala ym. 2005, 506.)

Ajoittain valvottavia osajärjestelmiä ovat muun muassa katalysaattori ja sen lämmitys, polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä, toisioilmapuhallus sekä lambdatunnistin (Juhala ym. 2005, 506).

Ajoittain valvottavat osajärjestelmät lähettävät niin sanotun readiness-koodin (valmiuskoodin), kun niiden itsediagnostiikka on suoritettu. Readiness-koodin avulla voidaan tunnistaa, mitä osajärjestelmiä ajoneuvossa on, onko niiden testaus suoritettu ja ovatko ne toimintakykyisiä. Ajoittain valvottavien osajärjestelmien itsediagnostiikka suoritetaan jokaisen käynnistyksen jälkeen, mikäli yksi kokonainen ajosykli täyttyy. (Juhala ym. 2005, 506.) Osajärjestelmätestit saadaan näkymään vikakooditulosteessa tarvittaessa. Tällöin mahdolliset vikakoodit tulostuvat kyseisen osajärjestelmän tietojen alle. Osajärjestelmän tietoja ovat muun muassa osajärjestelmän nimi, readiness-koodin tila, ohjelmistoversio sekä ohjainyksikön mallitiedot.

Osajärjestelmätestit voidaan jakaa myös sen perusteella kuuluvatko ne OBD-standardiin vai ovatko ne valmistajakohtaisia. OBD-standardin mukaiset osajärjestelmätestit koskevat moottorin toimintaa ja päästöjä ja ne ovat kaikille OBD2-ajoneuvoille pakollisia. Valmistajakohtaisessa osajärjestelmätestissä ovat mu-

kana kaikki muutkin ajoneuvon osajärjestelmät. Tällaisia ovat esimerkiksi mittariston osajärjestelmätesti tai ilmajousituksen osajärjestelmätesti. OBD-järjestelmän antama testiraportti osajärjestelmistä ja vikakoodeista on usein pelkistetympi kuin valmistajakohtainen osajärjestelmätesti. Valmistajakohtaiset eivät ole pakollisia ja riippuvat ajoneuvon tekniikasta. Kehittyneemmistä vika-diagnostiikkatesteistä voi usein valita katsotaanko OBD-puolen osajärjestelmätestejä vaiko valmistajakohtaisia.

Liitteissä 3 ja 4 on esitetty tulosteet molemmista. Tulosteet on otettu kahdella eri diagnostiikkaohjelmalla ja eri ajoneuvoista, mutta niissä hahmottuvat OBD-standardin ulkopuolisten osajärjestelmien laajuus. Valmistajakohtainen tuloste on otettu 2012 vuosimallin E-sarjan Mercedes Benzistä. Osajärjestelmätestin (valmiustestin) suoritus on kirjattu tulosteissa sanallisesti tai ruksilla.

Virheellisten diagnoosien estämiseksi ajoneuvo saa kytkeä itsediagnostiikan pois päältä tietyissä olosuhteissa. Tällaisia ovat esimerkiksi käynnistettäessä moottori alle $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteen lämpötilassa, polttonestesäiliön ollessa alle 20 % maksimista tai akkujännitteen ollessa alhainen. (Juhala ym. 2005, 503.)

5.1.1 Ajosykli

Ajosykli tarkoittaa ajoneuvon käyttökertaa. Yksinkertaistettuna se sisältää tapahtumat ”käynnistäminen, ajo ja sammuttaminen”. Usein käytetään myös nimitystä ajosuorite tai ajojakso. Ajosykli on ajoneuvon minimi toimintajakso, jonka aikana ajoneuvo kykenee suorittamaan kaikkien osajärjestelmien testauksen. Käytännössä yksi ajosykli vaatii noin 100 kilometrin ajosuoritteen (Bosch 2003, 7).

Yhteen ajosykliin kuuluu muun muassa kylmäkäynnistys sekä moottorin lämpimäksi käyttö, joka täyttyy, kun moottorin on saavuttanut käynnistykseen jälkeen $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilan. Muita kriteerejä ajosyklin täyttymiselle ovat tietty nopeus ja kesto ajolle. Tarkempi määrittely on ajoneuvon valmistajan määritettävissä. (Juhala ym. 2005, 505.)

Ajosyklin monimuotoisuuden tarkoituksena on mahdollistaa kaikkien osajärjestelmätestien suoritus. Esimerkiksi ilmapumpun testaus vaatii kylmäkäynnistyksen ja EGR:n toimivuuden testaus vaatii moottorijarrutuksen. (Bosch 2003, 36.)

Käydään esimerkkinä läpi PSA-konsernin käytössä olevat määritteet täydelliselle ajosyklille:

1. Kylmäkäynnistys. Ehto täyttyy, kun moottorin lämpötila on alle 50 °C ja eroaa vähintään 6 °C imuilman lämpötilasta.
2. Käynnistämisen jälkeen moottoria tulee käyttää joutokäynnillä 2-3 minuuttia. Tällöin ohjainlaite tarkastaa happitunnistimen lämmityksen, sytytyskatkokset ja mikäli suljettu lambda-säätö saavutetaan, lambdasäädön sopeutumien.
3. Ajoneuvo tulee kiihdyttää 80 km/h nopeuteen. Kiihdytyksen aikana ajoneuvo tarkastaa lambdasäädön sopeutumien ja sytytyskatkokset.
4. Maantienopeus (80 km/h) tulee pitää vakaana noin kolme minuuttia. Tällöin tarkistetaan lambdatunnistimien vasteaika, sytytyskatkokset ja lambda-säädön sopeutukset.
5. Tasaisen ajon jälkeen nopeuden tulee hidastua noin 30 km/h käyttämällä moottorijarrutusta samalla vaihteella.
6. Ajoneuvo tulee kiihdyttää uudelleen noin 80 km/h nopeuteen, jolloin tehdään kolmannen kohdan tarkastuksen uudelleen.
7. Maantienopeus (80 km/h) tulee pitää tasaisena noin viiden minuutin ajan. Ohjainlaite suorittaa katalysaattorin tarkastuksen. Lisäksi suoritetaan neljännen kohdan tarkistuksia uudelleen.
8. Ajoneuvon nopeuden on annettava hidastua. Tällöin suoritetaan uudestaan kohdan viisi testejä. Yksi ajosykli on saatu suoritettua. (Peugeot koulutusmateriaali 2004, 12.)

5.1.2 Lämmitysjakso

Lämmitysjakso, tai käyntijakso, tarkoittaa ajoneuvon moottorin käyttökertaa, jossa moottorin lämpötila nousee vähintään 22 °C asteella käynnistyksestä ja saavuttaa 70 °C asteen minimilämpötilan (Bosch 2003, 6.)

5.2 Moodit

OBD2-järjestelmästä saatava data jaetaan kymmeneen ryhmään, joita voidaan kutsua *vaiheiksi, toimintatiloiksi, testaustiloiksi tai moodeiksi* (taulukko 6). Moodien tarkoitus on mahdollistaa järjestelmällinen tietojen kysely OBD-järjestelmästä. Tietojen kysely käydään tarkemmin läpi tämän työn osiossa 6.2.

Taulukko 6. OBD2-järjestelmän moodit. (Müller 2005, 43).

01	Reaaliaikaiset diagnoositiedot
02	Freeze frame
03	Vikamuistin luku
04	Vikamuistin tyhjennys
05	Lambda-anturin itsetestauksen tulokset
06	Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset, ajoittain valvotut (Readiness)
07	Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset, jatkuva valvonta. Vikamuistin luku, häiriöt.
08	Merkkikohtaiset testit
09	Ajoneuvon tunnistetiedot
0A	Vikakoodit, jotka poistuvat ainoastaan korjaamalla vika

1. Reaaliaikaiset diagnoositiedot eri antureilta (esim. lambda-anturin signaali, moottorin pyörimisnopeuden signaali). Ajoneuvon rakenneinformaatio (esim. automaatti-/manuaalivaihteisto, varustettu ilmastointilaitteella). Laskentatulokseen perustuva reaaliaikainen informaatio (esim. suihkutusaika).
2. Tallennetut olosuhdetiedot, kun vika esiintyy ensimmäisen kerran. Usein käytetään englanninkielistä nimitystä *freeze frame* eli jäädytetty tilanne.

kuvaus vian esiintymishetkeltä (esim. moottorin pyörintänopeus, jäähdytysnesteen lämpötila jne.).

3. Vikamuistin luku. Tulostetaan vikamerkkivalon syttymiseen johtaneet viat.
4. Vikamuistien tyhjennys ja vikaa seuranneen informaation poisto. Tyhjennyksen kattavuus:
 - Vika- ja freeze frame-olosuhdemuistien tyhjennys.
 - Lambdatunnistimien mitta-arvot moodista 05.
 - Readinesskoodit
 - Asettaa moodin 01 PID-tunnuksen 01 Data D:n bittien arvoksi 1 eli osajärjestelmätestausta ei suoritettu (kts osio 7.1.1).
5. Lambda-anturien testi- ja raja-arvojen tulostus.
6. Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset toiminnoista, joita OBD-järjestelmä ei valvo jatkuvasti.
7. Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset toiminnoista, joita OBD-järjestelmä valvoo jatkuvasti. Vikamuistin luku. Häiriöt, jotka eivät ole johtaneet vikamerkkivalon syttymiseen.
8. Varattu merkkikohtaiseen testiin.
9. Ajoneuvon tunnistetiedot, esimerkiksi VIN- , CIN- ja CVN-koodit
10. Vikakoodit, jotka voidaan poistaa vain korjaamalla vika. (Juhala ym. 2005, 504; Müller 2005, 42; Bosch 2003, 12-13)

Testaustilat kuvaavat OBD2-järjestelmästä saatavaa dataa. Kyseiset tilat eivät aina ole suoraan hahmotettavissa OBD-diagnostiikkaohjelmiston käyttöliittymästä. Käyttöliittymän suunnittelua ovat ohjanneet ohjelmiston käyttöön liittyvät tarpeet.

5.3 Vikojen tallentuminen

Ohjainlaitteet tarkistavat sisään- ja ulosmenosignaalin katkoksen, oikosulkujen, jännitteen ja loogisuuden osalta. Mahdolliset poikkeamat eli viat jaetaan

”häiriöihin” ja ”vakaviin” sekä luokitellaan edelleen hetkellisiksi tai jatkuviksi. (Juhala ym. 2005, 505.)

Ensimmäisen kerran havaittu vika tulkitaan ”häiriöksi” ja se tallennetaan vaiheen 7 vikamuistiin. Vian mukana tallentuvat vian ilmaantumishetken olosuhdetiedot (*freeze frame*), päivämäärä sekä vian ilmaantumisen jälkeen ajettu kilometrimäärä. Jos vika ei toistu seuraavaan ajosyklin aikana, se poistetaan vaiheen 7 vikamuistista. Mikäli vika toistuu myös seuraavien ajosyklin aikana, tulkitaan se ”vakavaksi” ja tallennetaan vaiheen 3 vikamuistiin olosuhdetietojen kanssa. Samalla ajoneuvon mittaristoon sytytetään vikamerkkivalo. (Juhala ym. 2005, 504–505.)

Pakokaasupäästöihin vaikuttava vika tallentuu vaiheen 3 vikamuistiin viimeistään kolmannen häiriöllisen ajosyklin jälkeen. Erikoistapauksissa valmistaja voi hyväksyttää vian tallentumisen vasta 10. ajosyklin aikana. (Juhala ym. 2005, 505)

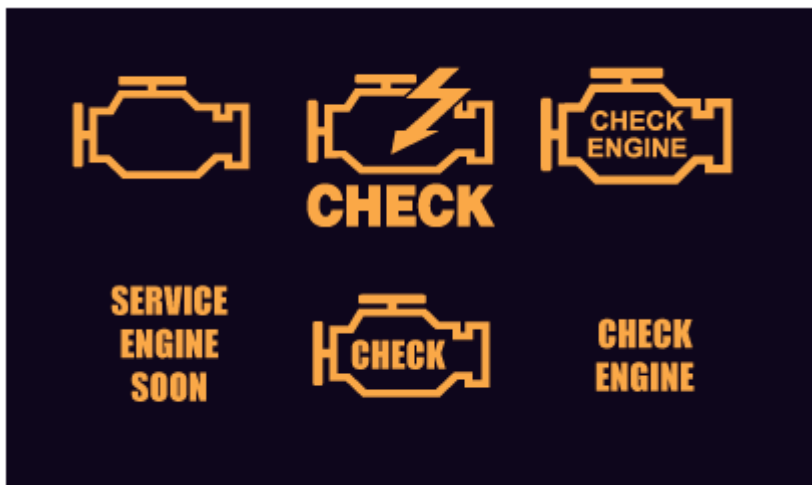
5.4 Vikamerkkivalo

OBD2-normin mukainen vikamerkkivalon symboli on keltainen moottorin kuva (kuva 6). Erotuksena muista vikavaloista, nimityksenä käytetään usein *moottorinvikavaloa* tai *MIL-valoa* (*Malfunction Indicator Light*). Sillä on kolme toimintovaihetta: sammunut, palaa tai vilkkuu. Vikamerkkivalo palaa sytytysvirran kytkemisen yhteydessä hetkellisesti. Mikäli valo ei sammu, järjestelmään on tallentunut vika. (Juhala ym. 2005, 505.)

Vikamerkkivalo palaa, kun moottorin tai vaihteiston ohjausjärjestelmä on havainnut ohjainlaitteiden itsetestissä ohjainlaitevian, tai kun vaiheen 3 vikamuistiin on tallentunut päästöjä lisäävä vika (Juhala ym. 2005, 505).

Vikamerkkivalo vilkkuu, kun palamiskatkostunnistus on havainnut palamiskatkoksia ja katkaissut kyseisen sylinterin polttonesteen suihkutuksen katalysaattorin suojaamiseksi (Juhala ym. 2005, 505).

Vikamerkkivalo voidaan sammuttaa tyhjentämällä vikamuisti. Mikäli vikaa ei ole korjattu, valo syttyy kuitenkin uudestaan, kun ajoneuvo on seuraavan kerran suorittanut osajärjestelmätestit. Vikamerkkivalo sammuu itsestään, mikäli häiriövalon aktivoinnista vastaava järjestelmä ei havaitse vikaa uudestaan kolmen peräkkäisen moottorin lämmitysjakson aikana. Vikamuistiin tallentunut vikakoodi säilytetään silti.



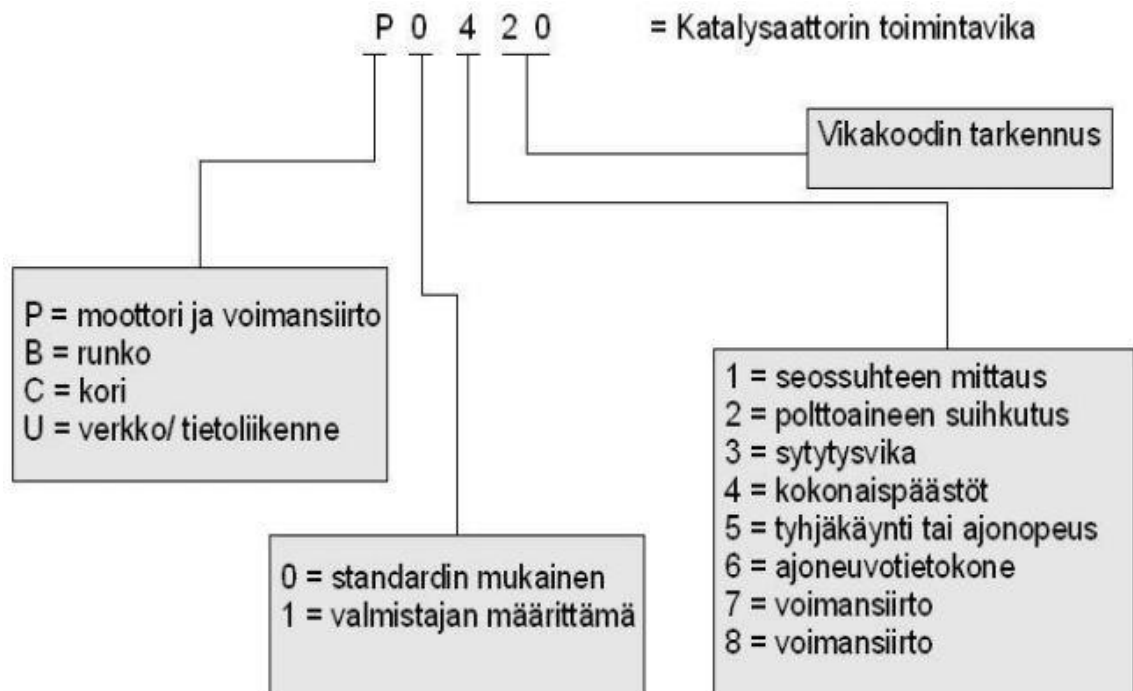
Kuva 6. Erilaisia moottorinvikavalvoja (Localist 2016).

OBD-normiin kuuluu ainoastaan edellä mainittu moottorinvikavalvo. Varustetasta riippuen ajoneuvosta voi löytyä muita vikamerkkivaloja, joiden toiminta perustuu myös itsediagnostiikan eli osajärjestelmätestien suorittamiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi ABS/ESP- ja airbag-järjestelmien vikamerkkivalot.

Lainsäädäntö edellyttää, että mikäli kyseinen turvavaruste ajoneuvosta löytyy, on löydyttävä myös toimintakunnon osoittava vikamerkkivalo. Vikavalon palaminen johtaa katsastuksen hylkäämiseen. Vika voidaan poistaa korjaamalla vika tai vaihtoehtoisesti poistamalla turvavaruste. Jälkimmäinen voidaan toteuttaa vain, jos kyseistä automallia on ollut saatavilla ilman turvavarustetta. (Trafi 2016.)

5.5 Vikakoodit

Kun OBD-järjestelmä havaitsee pysyvän vian, se tallentaa sen vikamuistiin viisimerkkisenä vikakoodina (*DTC-koodi*). Vikakoodi koostuu alkukirjaimesta ja neljästä numerosta. Koodin tarkempi muodostustapa on kuvattu kaaviossa (kuva 7). P0-alkuiset koodit ovat SAE J2012 -standardin määrittämiä. P1-alkuiset eivät ole standardoituja, vaan autonvalmistajien keskenään sopimia. P1-vikakoodit noudattavat samaa systematiikkaa kuin P0-vikakoodit, mutta saman koodin tarkempi merkitys voi erota autonvalmistajien välillä. (Bosch 2003, 5; Müller 2005, 42.) On myös sovittu etukäteen, että P2 on varattu SAE-vikakoodeille ja P3 valmistajakohtaisille vikakoodeille.



Kuva 7. Vikakoodin määrittäminen (Bosch 2003, 5).

5.6 Hätkäkäyttö

Vian ilmaantuminen voi johtaa myös korvausarvon käyttöön. Näin voi tapahtua esimerkiksi moottorin käynnin säädölle tarpeellisen anturin rikkoutuessa. Anturin tuottama tarkka data korvataan karkeammalla korvausarvolla. Korvausarvon

perusteella voidaan laskea esimerkiksi sytytys ja suihkutus niin, että ajoa voidaan jatkaa rajoitetulla mukavuudella. (Bosch 2002, 547.)

5.7 Vikamuistin tyhjennys

Vikamuistin tyhjennys (vaihe 4) poistaa muistista sekä häiriöt että vakavat viat ja niihin liittyvät olosuhdetiedot. Valikoiva muistin tyhjennys ei ole mahdollista eikä se ole myöskään sallittua normin puitteissa. Sellainen informaatio, joka on tarpeen säilyttää tai voi olla tarpeellista tulevissa diagnooseissa, tulee tulostaa ja dokumentoida ennen vikamuistin tyhjennystä. (Juhala ym. 2005, 505.)

Vikakoodista riippuen ohjainyksikkö voi myös itsenäisesti hävittää vikakoodin, jos vika ei ole tallentunut uudelleen vähintään 40 moottorin lämmitysjakson aikana. (Bosch 2003, 5).

Akun irrotus poistaa useimmiten vikakoodit, mikäli järjestelmästä on virta pois yli viisi minuuttia. Tämä on kuitenkin ajoneuvokohtaista. Samalla osajärjestelmätestit nollaantuvat aina vikamuistin tyhjentämisen yhteydessä. (Peugeot koulutusmateriaali 2004, 16.)

6 TIETOJEN KYSELY JA LÄHETYS

Ohjausyksiköt eivät lähetä tietoa väylään jatkuvana virtana. Tietoa on aina erikseen pyydettävä. Pyyntö voi suorittaa toinen ohjausyksikkö tai käyttäjä ajoneuvon diagnostiikkaliitännän kautta.

6.1 Viestikehys

Väylälle lähetettävä sanoma, kysely tai vastaus, muodostetaan aina protokollan standardin määrittelemällä tavalla. Sanoman rakenteesta käytetään nimitystä viestikehys (*frame*). Mikäli lähetettävä sanoma on isokokoinen, se voidaan lähettää osissa useana viestikehysenä. Viestikehykset eroavat hieman riippuen käytettävästä protokollasta. Tässä työssä keskitytään CAN-viestikehysten läpikäymiseen. CAN-protokollan viestikehysiksi on neljää eri tyyppiä:

1. Tietokehys: Välitettävä viesti sisältää tietoa, jonka on tuottanut lähettävä ohjausyksikkö, esimerkiksi moottorin ohjausyksikkö lähettää moottorin pyörintänopeuden.
2. Pyyntökehys: Ohjausyksikkö tai ajoneuvon käyttäjä pyytää tietoa. Tiedon tuottava ohjausyksikkö vastaa lähettämällä tietokehysen. Esimerkiksi tuulilasin pyyhkimien ohjausyksikkö haluaa sadeanturilta tiedon tuulilasin märkydestä.
3. Virhekehys: Jos ohjausyksikkö havaitsee vian tai virheen, se välittää tästä tiedon muille yksiköille käyttäen virhekehystä.
4. Ylikuormakehys: Käytetään aikaansaamaan viive kahden perättäisen tietokehysen tai pyyntökehysen välillä. Yksikkö kertoo, että se ei kykene sillä hetkellä käsittelemään toista kehystä. (Bosch 2007, 36.)

Kun CAN-väylällä ei liiku viestejä, on se silloin niin sanotussa joutokäyntitilassa eli lepotilassa. Tällöin CAN-HIGH - ja CAN-LOW -johtimien jännite-ero on alle 1,5 voltia. Tätä sanotaan väistyväksi tilaksi ja digitaalisessa tiedonsiirrossa saa binäärijärjestelmän arvon 1. Kun johtimien jännite-ero on yli 3,5 voltia, kyseessä on hallitseva tila. Tiedonsiirrossa se saa binäärijärjestelmän arvon 0. Tiedon-

siirron yksikkönä on bitti, joka voi saada jomman kumman arvon, 1 tai 0. Kahdeksan bittiä, esimerkiksi 01001110, muodostaa tavun.

6.1.1 Kantalukujärjestelmät ja yksittäisen bitin/tavun merkintä

Lukujärjestelmä tarkoittaa tapaa, jolla luvut sanotaan, kirjoitetaan tai koodataan. Lukujärjestelmät perustuvat aina johonkin kantalukuun. Ohjelmoijat käyttävät kolmea eri kantalukujärjestelmää rinnakkain (taulukko 7). (Wikipedia 2016a.) Käydään lyhyesti eri järjestelmät läpi, jotta niiden merkitys ymmärretään myöhemmänä tässä työssä.

1. Desimaalijärjestelmä on kymmenkantainen. Se on yleisin kantalukujärjestelmä ja ainoa jota peruskoulutuksessa käytetään. Käytössä kymmenen eri numeroa 0–9.
2. Binäärijärjestelmä on kaksikantainen. Käytössä pääasiassa tietotekniikassa. Käytössä kaksi numeroa 0 ja 1.
3. Heksadesimaalijärjestelmä on 16-kantainen. Käytössä pääasiassa tietotekniikassa. Käytössä kymmenen numeroa 0–9 jatkettuna kuudella kirjaimella A-F, jotta saavutetaan 16. Merkitään usein etumerkillä \$, jotta vältetään sekaannus desimaalilukuihin. (Wikipedia 2016a.)

Taulukko 7. Luvut ilmaistuna eri lukujärjestelmillä (Wikipedia 2016a).

Desimaali	Binääri	Heksadesimaali
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Yksittäinen tavu / bitti voidaan tarvittaessa yksilöidä käyttämällä kirjainta ja numeroa. Kirjain A-Z tarkoittaa tavua ja numero 0-7 bittiä (taulukko 8). (Wikipedia 2016b). Kirjaimien kanssa käytettäessä numerot kirjoitetaan järjestyksessä 7-0. Tällöin ne merkitsevät samalla bitin merkitsevyyttä ja mitä suurempi arvo, sitä merkitsevempi. Tässä työssä yksilöidään ainoastaan tavuja eli käyttämällä pelkkää kirjainta. Bitit merkitään perinteisellä tavalla kirjoittamalla esimerkiksi ”bitti 1”, jolloin tarkoitetaan ensimmäistä bittiä vasemmalta lukien.

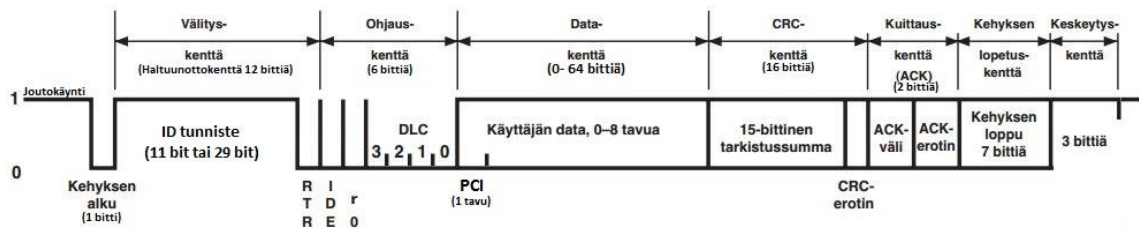
Taulukko 8. Bitin ja tavun yksilöinti (www.en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs).

A								B								C								D							
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Esimerkiksi C2 kertoo että kyseessä on kolmannen tavun kuudes bitti vasemmalta ja kuudenneksi merkitsevin.

6.1.2 Viestikehyksen rakenne

Käydään esimerkkinä läpi tietokehyksen rakenne (kuva 8). Jäljempänä perehdytään tarkemmin datakentän muodostumiseen.



Kuva 8. CAN-viestikehyksen rakenne (Müller 2005, 44; Bosch 2007, 35–38).

1. Kehyksen aloitus: Väylä on lepotilassa väistyvänä eli osoittaa arvoa 1. Viestin aloitus osoitetaan lähettämällä väylään yksi hallitseva bitti eli 0. Tämän tehtävänä on yhdessä myöhempien bittien avulla synkronoida ohjauksyksiköiden toiminta. (Bosch 2007, 37.)
2. Haltuunottokenttä: Haltuunottokenttä muodostuu ID-tunnistekentästä ja ohjausbitistä eli RTR-bitistä. CAN-protokolla tukee kahta erilaista kehysmuotoa ja niiden suurin ero on tunnistekentän pituudessa. Tunnisteen pituus on joko 11 bittiä tai 29 bittiä. Tunniste sisältää tiedot lähettäjistä ja vastaanottajasta. RTR-bitti määrittelee viestin prioriteetin. Se on hallitseva tietokehyksessä ja väistävä pyyntökehyksessä. Tällöin tietokehys pääsee väylälle ennen pyyntökehystä, jos viestit lähetetään yhtäaikaaisesti väylälle. (Bosch 2007, 37.)
3. Ohjauskenttä: Ohjauskenttä muodostuu kuudesta bitistä. Ensimmäinen on IDE-bitti, joka lähetetään aina hallitsevana. Sitä seuraava bitti on varattu tulevaa tarvetta varten ja lähetetään aina väistyvänä. Seuraavat nel-

jä bittiä määrittelevät datakentän tavujen lukumäärä. Tästä vastaanottaja voi tarkistaa onko kaikki tieto saapunut. (Bosch 2007, 37.)

4. Datakenttä: Datakenttä käsittää varsinaisen tietosisällön ja on pituudelta 0–8 tavua eli 0–64 bittiä. Datakentän ensimmäinen tavu on nimeltään PCI-tavua. PCI-tavua kertoo miten monessa viestikehyksessä, jokin datapaketti lähetetään ja monesko osa kyseinen viestikehys siitä on. (Bosch 2007, 37.)
5. CRC-kenttä: CRC-kenttä sisältää 15-bittisen tarkistusluvun, joka on laskettu kehyksen alkuosan sisällön perusteella. Kentän 16. bitti on väistyvä ja päättää tarkistusluvun. Tarkistusluvulla voidaan laskennallisesti havaita mahdollisia tiedonsiirtovirheitä. (Bosch 2007, 37.)
6. Kuittauskenttä: Kuittauskentän eli ACK-kentän arvoa ei määritä lähettäjä, vaan vastaanottavat ohjausyksiköt. Kuittauskentän kohdalla niiden tulee kuitata viesti vastaanotetuksi. Kuittauskenttä lähetetään väistyvänä ja kuitataan hallitsevana. (Bosch 2007, 37.)
7. Lopetuskenttä: Lopetuskenttä päättää viestin ja se sisältää seitsemän väistyvää bittiä (Bosch 2007, 38).
8. Keskeytyskenttä: Keskeytyskenttä ilmaisee datapaketin yksittäisten viestikehysten välin ja se ilmaistaan kolmella peräkkäisellä väistyvällä bitillä. Kun koko datapaketti on saatu lähetettyä, lähetetään kolmen sijasta kymmenen peräkkäistä väistyvää bittiä. Tämän jälkeen muut ohjausyksiköt voivat alkaa lähettämään väylälle. (Bosch 2007, 38.)

6.2 Datakentän muodostuminen

Tietojen yksityiskohtainen kysely ja lähetys viestikehyksen datakentässä noudattavat tiettyä kaavaa. Kaava määrittelee datakentän muodostamisen tavu kerrollaan (taulukko 9).

Kokonaisten viestikehyksien rakenteessa on eroavaisuuksia tiedonsiirtoprotokollien välillä, mutta datakentän muodostaminen tapahtuu kaikilla pääpiirteittäin samalla kaavalla. Datakentän pituus voi kuitenkin vaihdella. CAN-protokollan datakentän pituus on 0–8 tavua. Esimerkiksi pyyntökehyksen datakenttä muodostuu vain kahdesta tavusta. Jokainen tavu muodostuu vielä kahdeksasta bittistä.

Taulukko 9. Datakentän rakenne.

PCI	Moodi	PID	Tietoa	Tietoa	Tietoa	Tietoa	Tietoa
1. tavu	2. tavu	3. tavu	4. tavu	5. tavu	6. tavu	7. tavu	8. tavu

6.2.1 PCI

Aikaisemmin jo todettiin, että CAN-protokollan datakenttä muodostuu kahdeksasta tavusta, jonka ensimmäinen tavu on PCI-tavu. Loput seitsemän tavua ovat käytettävissä varsinaista informaatiota varten.

6.2.2 Moodi

Datakentän toinen tavu on nimeltään *moodi* (*mode*). Toisinaan puhutaan myös vaiheesta. Tällä viitataan tämän työn osiossa 5.2 läpi käytyihin kymmeneen toimintatilaan. Moodi määrittelee millaista tietoa ohjausyksiköltä pyydetään tai vastaanotetaan. Moodit numeroidaan heksadesimaaliluvuin.

Taulukko 10. Moodit (Müller 2005, 43).

\$01	Reaaliaikaiset diagnoositiedot
\$02	Freeze frame
\$03	Vikamuistin luku
\$04	Vikamuistin tyhjennys
\$05	Lambda-anturin itsetestauksen tulokset
\$06	Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset, ajoittain valvotut (Readiness).
\$07	Osajärjestelmien itsetestauksen tulokset, jatkuva valvonta. Vikamuistin luku, häiriöt.
\$08	Merkkikohtaiset testit
\$09	Ajoneuvon tunnistetiedot
\$0A	Vikakoodit, jotka poistuvat ainoastaan korjaamalla vika

Esimerkiksi, jos datakentän toinen tavu on heksadesimaaliarvoltaan 01, datakentässä pyydetään tai vastaanotetaan tällöin reaaliaikaista anturitietoa.

6.2.3 PID

Datakentän kolmas tavu on nimeltään *PID-tavu*, ja se voidaan nähdä moodin alikomentona. PID-tavu on heksadesimaalinumero, jolla tarkennetaan haluttua tietoa. Esimerkiksi, kun moodilla \$01 määriteltiin, että pyydetään tai vastaanotetaan reaaliaikaisesta anturitietoa, PID:llä voidaan tarkentaa että kyse on moottorin kierroslukuanturin tiedosta. (OBD-II Resource 2016.)

OBD2-standardi määrittelee suuren joukon PID-komentoja. Autonvalmistajilla on myös käytössään suuri joukko omia PID-komentoja. Kaikki moodit eivät käytä PID-komentoja. Tällaisia ovat esimerkiksi moodit \$03 ja \$04, vikakoodien luku ja poisto. Komento PID \$00 antaa kyseisen moodin kaikki tuetut PID-komennot. PID-komennot numeroidaan heksadesimaaliluvuin kuten mooditkin. Datakentän PID-tavun jälkeiset tavut 4-8 ovat vastaanotettua tietoa. Niitä ei käytetä kyselyissä. (OBD-II Resource 2016.)

7 MOODIEN PID-KOMENNOT

Komento PID 00 antaa kyseisen moodin kaikki tuetut PID-komennot. Tuettujen PID-komentojen määrä riippuu ajoneuvosta. Tässä käydään läpi esimerkkinä moodien joitain yleisimpiä PID-komentoja. (Bosch 2003, 9.) Kaikki moodi- ja PID-numeroinnit ovat heksadesimaalilukuja.

7.1 Moodi 01 Diagnoositiedot

7.1.1 PID 01 Diagnoosijärjestelmän tila

Komento tuottaa vastaukseksi neljä bittijonoa (tavua) A, B, C ja D, esimerkiksi:

A: 00000000

B: 00000111

C: 01101101

D: 01101101

Data A: Vikojen lukumäärä ja MIL-valon tila

Bitit 0–6	Vikojen lukumäärä (binääri)	
Bitti 7	Vikamerkkivalon tila:	1 = aktivoitu 0 = ei aktivoitu

Data B: Osajärjestelmät, jatkuva valvonta

Bitti 0	Palamiskatkostunnistus	
Bitti 1	Polttonejärjestelmä	
Bitti 2	Muut komponentit	
Bitti 3	Ei käytössä	
Bitti 4	Palamiskatkostunnistus	
Bitti 5	Polttonejärjestelmä	
Bitti 6	Muut komponentit	
Bitti 7	Ei käytössä	
Bitit 0–7:		0 = testi ei mukana (ei tosi) 1 = testi mukana (tos)

Data C: Osajärjestelmät, ajoittainen valvonta

Bitti 0	Katalysaattori
Bitti 1	Katalysaattorin lämmitys
Bitti 2	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä
Bitti 3	Toisioilmajärjestelmä
Bitti 4	Ilmastointi
Bitti 5	Lambdatunnistin
Bitti 6	Lambdatunnistimen lämmitys
Bitti 7	Pakokaasujen takaisinkierrätys

Bitit 0–7: 0 = testi ei mukana (ei tosi)
1 = testi mukana (tos)

Data D: Osajärjestelmän testaustila

Bitit 0–7: 0 = Testaus on suoritettu tai osajärjestelmää ei ole
1 = Osajärjestelmätestausta ei ole vielä suoritettu
(Bosch 2003, 10.)

7.1.2 PID 02

Tulostuu vain moodissa 02 (Bosch 2003, 10).

7.1.3 PID 03 Suihkutusjärjestelmän tila

Komento tuottaa yhden bittijonon yhtä lohkoa kohden. Esimerkiksi autossa lohkot 1 ja 2, tulostuu bittijonot A ja B. Bittijonon biteistä vain yksi voi olla kerrallaan 1. Data A ja B muodostuvat saman kaavan perusteella.

Data A: Tulostus suihkutuskäyttöjärjestelmän tilasta

Bitti 0	Lambdasäätö ei vielä aktiivinen
Bitti 1	Lambdasäätö rajoittamattomasti aktiivinen
Bitti 2	Open loop ajotilanteesta johtuen (esim. syötön katkaisu)
Bitti 3	Open loop viasta johtuen
Bitti 4	Lambdasäätö rajoitetusti aktiivinen

Bitit 5-7 Ei käytössä

Data B: Tulostuu ainoastaan mikäli autossa 2. lohko. Tulostuu A:n tavoin.
(Bosch 2003, 9.)

7.1.4 PID 04 – PID 11 Mitta-arvot

Lukuarvot tulostuvat binäärilukuna.

PID	Arvo	Yksikkö
04	Laskettu kuormitusarvo	%
05	Jäähdytysnesteen lämpötila	°C
06	Lambdaintegraattori (L1)	%
07	Lambdasopeutuma (L1)	%
08	Lambdaintegraattori (L2)	%
09	Lambdasopeutuma (L2)	%
0A	Poltonesteen paine	kPa
0B	Imusarjan paine	kPa
0C	Pyörintänopeus	rpm
0D	Ajonopeus	km/h
0E	Sytytyshetki	°
0F	Imuilman lämpötila	°C
10	Ilmamassa	g/s
11	Kaasuläpän asema	%

(Bosch 2003, 9.)

7.1.5 PID 12 Toisioilmaohjauksen tila

Tulostuu bittijono (8 bittiä) toisioilmaohjauksen tilasta. Vain yksi jonon biteistä voi olla kerrallaan 1 (esim. 01000000 = Puhallus 1.katalysaattorin taakse).

Bitti 0	Puhallus 1. katalysaattorin etupuolelle
Bitti 1	Puhallus 1. katalysaattorin taakse

Bitti 2	Ei toisioilmapuhallusta tai toisioilmapumppu ei aktiiv.
Bitti 3–7	Ei käytössä (bittien arvoksi tulostuu 0). (Bosch 2003, 10.)

7.1.6 PID 13 Lambdatunnistimen sijainti

Bitti 0	Lohko 1, tunnistin 1
Bitti 1	Lohko 1, tunnistin 2
Bitti 2	Lohko 1, tunnistin 3
Bitti 3	Lohko 1, tunnistin 4
Bitti 4	Lohko 2, tunnistin 1
Bitti 5	Lohko 2, tunnistin 2
Bitti 6	Lohko 2, tunnistin 3
Bitti 7	Lohko 2, tunnistin 4

Bittit 0–7:	0 = tunnistimia ei asennettu 1 = tunnistin on asennettu. (Bosch 2003, 10.)
-------------	---

7.1.7 PID 14 – PID 1B Lambdatunnistimen jännite ja lambdaintegraattori

Tulostuu jännite (0–1,275 V) sekä lambdaintegraattori (-100–99,22 %) binäärimuodossa. PID-komennolla valitaan haluttu lohko / tunnistin.

PID	Lohko	Tunnistin
14	1	1
15	1	2
16	1	3
17	1	4
18	2	1
19	2	2
1A	2	3
1B	2	4

(Bosch 2003, 11.)

7.1.8 PID 1C Sertifikaatioinformaatio

Bitti 1	OBD2 – CARB
Bitti 2	OBD – EPA
Bitti 3	OBD2 – CARB ja OBD - EPA
Bitti 4	OBD1
Bitti 5	Ei OBD-tuettu
Bitti 6	EOBD
Bitti 7	EOBD ja OBD2
Bitti 8	EOBD ja OBD
Bitti 9	EOBD, OBD ja OBD2
Bitti OA-FF	Varattu. (Bosch 2003, 11.)

7.1.9 PID 21 Ajomatka MI-valon syttymisestä

Tulostuu ajomatka kilometreinä binäärimuodossa.

Alaraja	0
Yläraja	65539. (Bosch 2003, 11.)

7.1.10 PID 24 – PID 2B Lambdatunnistimien ohjeavot

Tulostuu ohjeavot: jännite (0–7,99 V) ja suhde (0–1,99). Lohko/tunnistin tulostuu kohdan PID 13 määrittelytavan mukaisesti. (Bosch 2003, 11.)

7.1.11 PID 34 – PID 3B Lambdatunnistimien ohjeavot

Tulostuu ohjeavot: virta (-128–128 mA) ja suhde (0–1,99). Lohko/tunnistin tulostuu kohdan PID 13 määrittelytavan mukaisesti. (Bosch 2003, 11.)

7.2 Moodi 02 Freeze frame

7.2.1 PID 02 Vikakoodi

Tulostaa vikakoodin, joka on aktivoinut esiintymisolosuhteiden muistiintallennuksen (Bosch 2003, 12).

7.2.2 PID 03 ja muut PID:t

Tulostuvat samoin kuin moodissa 01, mutta antavat reaaliaikaisten diagnoositietojen sijasta vian ilmenemishetken diagnoositiedot (Bosch 2003, 12).

7.3 Moodi 03 Vikamuistin luku

Moodissa 03 tulostetaan kaikki muistiin tallentuneet ja vikamerkkivalon aktivoinumisen aikaansaaneet vikakoodit. Tässä moodissa ei ole käytössä PID:jä. Moodi 03 toimii komentona tietojen kyselyssä. (Bosch 2003, 12.)

Ohjainyksikön vastatessa ja lähettäessä vikakoodeja, koodit tulostuvat bitteinä, jotka ovat suoraan käännettävissä kirjaimiksi ja numeroiksi (taulukot 11–13). Yhden vikakoodin vaatima viestikoko on 16 bittiä eli kaksi tavua. Kirjain voidaan ilmaista kahdella bitillä, johtuen käytettävien kirjaintunnusten pienestä määrästä (taulukko 11). Ensimmäinen numero ilmaistaan kahdella bitillä, koska tarvitaan vain luvut 0-3. Loput numerot ilmaistaan normaalisti neljällä bitillä. Tällöin yhden vikakoodin bittimääräksi muodostuu $2 + 2 + 4 + 4 + 4 = 16$ bittiä. Yhteen datakenttään (PCI-tavu + 7 tavua datalle) mahtuu tällöin kolme kokonaista vikakoodia.

Taulukko 11. Vikakoodin 1. merkki (OBD-II Resource 2016).

1. bitti	2. bitti	Järjestelmä
0	0	P (Moottori ja voimansiirto / Powertrain)
0	1	C (Alusta / Chassis)
1	0	B (Kori / Body)
1	1	U (Muut järjestelmät / Network)

Taulukko 12. Vikakoodin 2. merkki (OBD-II Resource 2016).

3. bitti	4. bitti	Järjestelmä
0	0	0 SAE vikakoodi (standardi)
0	1	1 Valmistajakohtainen vikakoodi
1	0	2 SAE vikakoodi (harvinainen)
1	1	3 Valmistajakohtainen vikakoodi (harvinainen)

Taulukko 13. Vikakoodin 3. merkki (OBD-II Resource 2016).

5. bitti	6. bitti	7. bitti	8. bitti	Rakenneryhmä
0	0	0	0	0 SAE-varattu
0	0	0	1	1 Seossuhteen mittaus
0	0	1	0	2 Polttoaineen suihkutuspumppu
0	0	1	1	3 Sytytysjärjestelmä
0	1	0	0	4 Kokonaispäästöt
0	1	0	1	5 Tyhjäkäynti / ajonopeus
0	1	1	0	6 ECU ja ulostulosignaalit
0	1	1	1	7 Voimansiirto
1	0	0	0	8 Voimansiirto
1	0	0	1	9 SAE-varattu

Vikakoodin neljäs ja viides numero tulostuvat bitteinä kolmannen numeron mukaisesti (taulukko 13). Esimerkkinä, 00 00 0001 0000 0011 tarkoittaa koodia P0103.

7.4 Moodi 04 Vikamuistin tyhjennys

Moodi 04 tyhjentää vikamuistin ja toimii komentona sellaisenaan. PID:jä ei ole käytössä tässä moodissa (Bosch 2003, 12).

7.5 Moodi 05 Lambda-anturin itsetestaus

Moodi 05 tulostaa viimeksi suoritettujen lambda-tunnistimien testauksen arvot. Arvot tulostetaan vain lambda-tunnistimilta, joiden olemassaolo on ilmoitettu moodin 01 PID 13:ssa. Moodin 05 PID:stä käytetään poikkeuksellisesti nimitystä TID. Ajoneuvon valmistajilla on mahdollisuus määrittää omia TID-vaiheita. Niille on varattu numeroinnit 81–FF. (Bosch 2003, 12.)

TID 00	Tulostaa järjestelmän aktiiviset TID-testivaiheet
TID 01	Rikas-laiha kynnysjännite, kiinteä arvo (0...1,275 V).
TID 02	Laiha-rikas kynnysjännite, kiinteä arvo (0...1,275 V).
TID 03	Kytkenäaikalaskun alin jännite, kiinteä arvo (0...1,275 V).
TID 04	Kytkenäaikalaskun yli jännite, kiinteä arvo (0...1,275 V).
TID 05	Rikas-laiha kytkenäaika, laskettu arvo (0...1,02 s).
TID 06	Laiha-rikas kytkenäaika, laskettu arvo (0...1,02 s).
TID 07	Minimijännite testissä, arvo määritetään (0...1,275 V)
TID 08	Maksimijännite testissä, arvo määritetään (0...1,275 V)
TID 09	Kahden ylimenon välinen aika, arvo lasketaan (0...1,02 s)

(Bosch 2003, 13.)

7.6 Moodi 06 Ajoittain valvotut osajärjestelmät

Moodissa 06 tulostuu ajoittain valvottavien osajärjestelmätoimintojen testi- ja kynnysarvot. Arvot eivät kuulu normien piiriin, ja ne ovat ajoneuvovalmistajakoh-
taisia. (Bosch 2003, 13.)

7.7 Moodi 07 Häiriöt

Moodissa 07 tulostuu häiriöiksi luokitellut viat, jotka eivät ole vielä aktivoineet vikamerkkivaloa. PID:t eivät ole käytössä. (Bosch 2003, 13.)

7.8 Moodi 08 Valmistajakohtaiset testit

Moodi 08 on varattu valmistajakohtaiseen käyttöön, esimerkiksi erikoistesteille, säätökomponenttien ohjaukseen jne. Yleistyksiä ei voi tehdä. (Bosch 2003, 13.)

7.9 Moodi 09 Ajoneuvon tunnistetiedot

Moodissa 09 tulostuu VIN-, CIN-, ja CVN-koodit. PID:t eivät ole käytössä (Bosch 2003, 13).

VIN Vehicle Identification Number. Alustanumero, 17-merkkinen. Esim. WF0WXXGBBW2S27973 (Bosch 2003, 13).

CIN Calibration Identification Number. (Vaihtoehtoisesti CID). PCM/ECM:n ohjelmiston tunniste. Maksimissaan 16 ASCII-merkkiä. Esim. 103736048401100. Tästä pystyy johtamaan, että kyseessä on Bosch Eprom mallia 1 037 360 484. Euroopassa myytävien uusien autojen ohjelmistot ovat tarkasti yksilöityjä, koska niiden pitää täyttää EU:n hyväksymät päästötestit. (Netech 2016.)

CVN Calibration Verification Number. Yksi tai useampia 4-bittisiä arvoja. Esimerkiksi 0100 1101. Kyseessä on tarkistussumma (ns. Checksumma). Tarkistussumma kertoo, jos PCM/ECM:n ohjelmiston koodia on jälkikäteen muuteltu. Koodin muuttaminen voi vaikuttaa pakokaasupäästöihin (esim. niin sanotut "virityssoftat"). (Netech 2016.)

8 OBD2-JÄRJESTELMÄSTÄ SAATAVA DATA

OBD2-järjestelmän ainoa lakisääteinen tehtävä on valvoa komponentteja ja toimintoja, jotka saattavat johtaa haitta-ainepäästöjen lisääntymiseen. Kaikki muu järjestelmästä saatava data on ajoneuvovalmistajasta riippuvaa. Eniten merkitsevät ajoneuvon varustelutaso sekä valmistusvuosi. Mitä uudempi ja paremmin varusteltu, sen enemmän ajoneuvosta on anturidataa saatavilla. Ajoneuvovalmistajien välisten erojen voidaan ajatella olevan vähäisiä, mikäli ajoneuvomallit ovat muuten samankaltaisia.

OBD-järjestelmän valvomat lakisääteiset toiminnot:

- Katalysaattorin tehokkuus
- Polttoaine-ilmaseoksen syttyminen (sytytyskatkokset)
- Lambda-tunnistimien toiminto ja kunto
- Moottorin ja voimansiirron komponentit ja järjestelmät, joiden vioittuminen voi johtaa päästöjen kohoamiseen
- Aktiivihiihisäiliön tuuletusventtiili sähköisen toiminnon osalta (Peugeot koulutusmateriaali 2004, 20.)

Esimerkkejä OBD2-järjestelmän tarjoamasta datasta on tämän työn osiossa 7 moodien PID-komentojen yhteydessä.

9 TIEDONSIIRTOPROTOKOLLAT

Protokolla on sana, joka toistuu OBD-terminologiassa. Tietoliikenteen alalla, johon OBD myös kuuluu, protokolla määritellään seuraavasti: protokolla eli yhteyskäytäntö on käytäntö tai standardi, joka määrittelee tai mahdollistaa laitteiden tai ohjelmien väliset yhteydet. (Wikipedia 2016c.) Yksinkertaistettuna protokollan voidaan nähdä tarkoittavan tiedonsiirtokieltä. Toisinaan protokollassa määritellään myös fyysisiä väylärakenteita.

Ajoneuvovalmistaja valitsee protokollan diagnoosilaitteen ja ajoneuvon väliseen tiedonsiirtoon. OBD2-standardiin on hyväksytty viisi eri tiedonsiirtoprotokollaa. Nämä ovat CAN-protokolla, ISO 9141-2 -protokolla, SAE J1850 PWM -protokolla, SAE J1850 VPWM -protokolla ja KWP2000 -protokolla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että OBD2-ajoneuvon on tuettava ainakin yhtä edellä mainituista protokollista. OBD2-normin mukaisen OBD2-järjestelmän lukemiseen tarkoitetun diagnoositesterin taas on luettava kaikkia viittä eri protokollaa. (Müller 2005, 43.) Käytettävä protokolla määrää muun muassa signaalien jännitetasot ja yhteysnopeuden.

Toisinaan käytetään termiä OBD2-protokolla. Tällä voidaan asiayhteydestä riippuen tarkoittaa OBD2-standardia, edellä mainittua OBD2-tiedonsiirtoprotokollien joukkoa tai joissain yhteyksissä yksittäistä OBD2-standardin mukaista tiedonsiirtoprotokollaa.

Tiedonsiirtoprotokollan lisäksi muita usein käytettyjä nimityksiä ovat signaaliprotokolla, tietoliikenneprotokolla tai testausprotokolla. Kyseisten termien merkitys ei ole aivan tarkasti sama, mutta OBD-terminologiassa niitä käytetään usein ristiin.

9.1 ISO 15765-4 CAN (Controlled Area Network)

Digitaalinen protokolla, jonka käytössä ovat nastat 6 (CAN-HIGH) ja 14 (CAN-LOW). ISO 15765-4 -standardi sisältää neljä eri variaatiota tiedonsiirtoon. Erona

on tiedonsiirtonopeus ja tunnisteiden (ID) bittimäärä viestikehyksen alussa. (OBD Tester 2016.)

- 11-bittinen ID, 500 kbaudin nopeus
- 29-bittinen ID, 500 kbaudin nopeus
- 11-bittinen ID, 250 kbaudin nopeus
- 29-bittinen ID, 250 kbaudin nopeus (OBDTester 2016.)

Datakentän pituus viestikehyksessä 0-8 tavua.

Autoteollisuudessa pyritään pääsemään eroon muista protokollista ja siirtymään pelkästään CAN-protokollan käyttöön. CAN-protokolla on pakollinen kaikissa uusissa ajoneuvoissa vuoden 2008 alusta lähtien.

9.2 ISO 9141-2

Protokollasta käytetään myös nimitystä tietoliikennelinkki-protokolla. Protokolla käyttää diagnosiliitännän K -johdinta (nasta 7). L -johdin (nasta 15) on vaihtoehtoinen. K -johdin välittää korkeaa jännitesignaalia (V_{max}), kun johdin on lepotilassa. V_{max} on sama kuin akun jännite. Dataviestin pituus on rajoitettu 12 tavuun, sisältäen CRC-virheentarkistuksen. Tiedonsiirtonopeus on 10,4 kbaud. (Elekma 2016.)

ISO 9141-2 -protokolla voidaan muuttaa suoraan RS232-yhteensopivaksi UART -piirin avulla. Tällöin ykköstaso määritellään suuremmaksi kuin $0,8 \times V_{max}$ ja nollassa pienemmäksi kuin $0,2 \times V_{max}$, missä V_{max} on auton akkujännite. (Müller 2005, 43; Elekma 2016.)

Kyseinen protokolla on yleinen eurooppalaisilla ja aasialaisilla autonvalmistajilla sekä Chryslerillä vuosien 2000 ja 2004 välillä. Se ei ole sallittu uusissa autoissa 1.1.2008 jälkeen. (Elekma 2016; OBDTester 2015.)

9.3 KWP2000 (Key Word Protocol)

Protokollasta käytetään myös nimitystä ISO 14230-4 tai avainsanaprotokolla. KWP2000 on johdettu ISO 9141-2 -protokollasta ja näiden kahden fyysinen toteutus on identtinen. Tietoliikenne toteutetaan diagnoosiliitännän K -johtimen kautta (nasta 7) tai vaihtoehtoisesti L -johtimen (nasta 15) kautta. Tiedonsiirtonopeus on 10,4 kbaud ja viesti voi sisältää maksimissaan 255 tavua datakentässä.

KWP2000 -protokolla on yleinen tiedonsiirtoprotokolla vuoden 2003 jälkeen valmistetuissa autoissa. Muun muassa Opel ja Alfa Romeo ovat käyttäneet sitä. KWP2000 -protokolla ei ole sallittu uusissa autoissa 1.1.2008 jälkeen. (Bosch 2007, 96; Müller 2005, 42; Elekma 2016.)

9.4 SAE J1850 PWM (Pulse Width Modulation)

PWM-protokolla käyttää kahta johdinta, ja data saadaan johtimien pulssien erotuksesta. Protokollassa ovat käytössä diagnostiikkaliitännän nastat 2 (plusnapa) ja 10 (miinusnapa). Plusnavan signaalijännite on 5 voltia. Tiedonsiirtonopeus 41,6 kbaudia. Viestin pituus on rajoitettu 12 tavuun sisältäen CRC-virheentarkistuksen. Tiedonsiirrossa on käytössä CSMA/NDA (Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration), jossa lähettäjä tunnistaa väylässä (esim. sarjakaapelissa) liikkuvan muun datan, ja lähettää tietonsa vasta, kun muuta liikennettä ei ole. (Bosch 2007, 96; Müller 2005, 42; Elekma 2016.)

Tämä protokolla on käytössä ainoastaan Ford-konsernin ajoneuvoissa.

9.5 SAE J1850 VPW (Variable Pulse Width)

VPW-protokolla viestii yhden johtimen välityksellä leveysmoduloitua jännitepulssia. Protokollassa on käytännössä diagnostiikkaliitännän nasta 2. Viestin pituus on rajoitettu 12 tavuun, sisältäen CRC-virheentarkistuksen. Se käyttää CSMA/NDA:ta PWM:n tapaan. Tiedonsiirtonopeus 10,4 kbaudia. Väylässä on

normaalitilassa alhainen jännite. Merkitsevä signaalijännite on välillä 3,5 - 7 voltia. (Elekma 2016; OBDTester 2015.)

Kyseinen protokolla on käytössä General Motorsin valmistamissa ajoneuvoissa.

10 OBD-SOVITIN

Data liikkuu ajoneuvon tietojärjestelmän ja diagnostiikkaliitännän välillä jonkin edellä mainitun tiedonsiirtoprotokollan mukaisesti. Jotta data saadaan siirrettyä diagnostiikkaliitännältä eteenpäin, tarvitaan OBD-sovitin. Sovittimesta käytetään myös nimityksiä *OBD-analysaattori* tai *OBD-adapteri*.

OBD-sovitin muuttaa datan sellaiseen muotoon, että se voidaan siirtää diagnostiikkapistokkeelta päätelaitteeseen, tai vastaavasti päätelaitteelta voidaan siirtää tietokyselyitä ja ohjelmistopäivityksiä ajoneuvon suuntaan. Päätelaitteena voi toimia diagnoositesteri, PC tai mobiililaitte. Tällöin data muutetaan yhteensopivaksi esimerkiksi PC:n sarjaportin, USB-portin tai mobiililaitteen Bluetoothin kanssa. ISO 9141-2 -protokollan data on valmiiksi sarjamuotoista, mutta signaalitasot ja sanomaformaatit eivät kuitenkaan ole suoraan yhteensopivia PC:n sarja- tai USB-portin kanssa. (Müller 2002, 66.)

OBD-sovitin muodostuu esiohjelmoidusta mikro-ohjaimesta. Ohjain on ohjelmoitu dekoddaamaan ajoneuvon tiedonsiirtoprotokollat ja toimittamaan ne eteenpäin pelkkinä ASCII-merkkeinä. Kaikki muut operaatiot, kuten alustus, baudinopeusasetukset, tiedonsiirto ajoneuvon ohjainyksikön kanssa, testaus, datankäsittely ja datakoodien näyttö, suoritetaan päätelaitteelta löytyvän ohjelmiston avulla. (Müller 2005, 43.)

Mikro-ohjain elektroniikkapiireineen koteloidaan usein OBD-liittimen kanssa samaan kuoreen. Tällöin OBD-sovitin on ulkoisesti isokokoinen koiraspuolinen OBD-liitin (kuva 9). Sovittimesta löytyy aina myös lähetystekniikka, esimerkiksi kaapelilähtö tai bluetooth-lähetin/vastaanotin tietojen toimittamiseksi päätelaitteeseen. Nykyisin on saatavilla myös moduuleja, joissa data välitetään pakettidatayhteyden (GPRS) avulla eteenpäin. Tällainen yhteys vaatii toimiakseen oman SIM-kortin. Käyttämänsä virran sovitin ottaa ajoneuvon diagnostiikkapistokkeesta.



Kuva 9. OBD-sovitin bluetooth-lähettimellä (Total car diagnostics 2016).

OBD-sovittimet jakaantuvat niin sanottuihin multiprotokollasovittimiin, jotka lukevat kaikkia viittä OBD-standardin mukaista tiedonsiirtoprotokollaa, sekä sovittimiin, jotka lukevat vain tiettyjä tiedonsiirtoprotokollia. Normin ISO 15031-4 mukaisesti diagnoositesterin tulee tunnistaa automaattisesti testattavan ajoneuvon OBD2-järjestelmän tiedonsiirtoprotokolla ja signaalilaji (Juhala ym. 2005, 504). Tämä pätee myös itsenäisiin OBD-sovittimiin. Käytännössä sovitin kokeilee vuoron perään jokaista protokollaa, kunnes yhteys ajoneuvon tietojärjestelmään muodostuu.

Nykyaikaiset ammattilaiskäyttöön tarkoitetut diagnoositesterit osaavat kommunikoida myös valmistajakohtaisten tiedonsiirtoväylien kanssa. Tällöin testeri yhdistää itsensä ajoneuvoon standardin ulkopuolella olevien OBD-liitäntän nastojen kautta. Tämä mahdollistaa yhteyden ohjainlaitteisiin, jotka eivät virallisesti kuulu OBD2-järjestelmään.

OBD-sovittimia on saatavilla sekä valmiina että rakennussarjoina. Rakennussarja on kannattava lähinnä harrastelumielessä. Valmiiden OBD-sovittimien hinnat lähtevät kymmenestä eurosta ylöspäin, joten itse rakentaminen ei ole taloudellisesti järkevää. Vielä muutama vuosi sitten rakentamisen lähtökohtana saattoi olla mahdollisuus liittää laajennuksia sovittimiin. Tällaisia saattoivat olla esimerkiksi GPRS-lähetin sekä GPS-paikannin. Nykyisin markkinoilla on jo valmiiksi koteloituja ja esiohjelmoituja OBD/GPRS/GPS-moduuleja, joissa kaikki

toiminnot löytyvät saman kuoren alta. Moduulit jakaantuvat ammattilais- sekä harrastelijakäyttöön tarkoitettuihin. Kalliimman hintaluokan moduulit omaavat laajemmat käyttö- ja säätömahdollisuudet. Ne ovat usein tarkoitettu sijoitettavaksi kiinteästi autoon, jolloin moduulista on erilliset lähdöt esimerkiksi diagnostiikkaliitännälle ja GPS-antennille (kuva 10). Harrastelijakäyttöön tarkoitetuissa laitteissa kaikki toiminnot on yleensä pakattu OBD-liittimen yhteyteen (kuva 11). Muunneltavuusmahdollisuudet ovat vähäisemmät.



Kuva 10. OBD/GPRS/GPS-moduuli (Falcom 2016).



Kuva 11. OBD/GPRS/GPS-moduuli (GPS Tracker Webshop 2015).

11 AJONEUVOKANTA

OBD2-järjestelmän olemassaolo riippuu ajoneuvon rakenteesta (kokonaismassa ja istuinpaikkojen lukumäärä), ensirekisteröintipäivämäärästä sekä ensirekisteröintimaasta.

Alla on poiminta alueista ja maista sekä niiden käyttämistä takarajoista OBD2-järjestelmään siirtymisessä. Takarajat koskevat maassa/alueella tehtyjä ensirekisteröintejä.

11.1 EU

EOBD-diagnostiikkajärjestelmä (OBD2) on ollut pakollinen ensirekisteröidyissä bensiinikäyttöisissä ajoneuvoissa 1.1.2001 alkaen ja dieselkäyttöisissä 1.1.2004 alkaen. (Müller 2005, 42).

OBD2-järjestelmä on EU:ssa pakollinen henkilöautoissa ja kevyissä hyötyajoneuvoissa, joiden kokonaismassa on korkeintaan 3500kg ja istuinpaikkamäärä korkeintaan 9. (Bosch 2002, 614.)

Huomioitavaa on se, että EU-maaksi luetaan maa, joka on ollut EU:n jäsen vuonna 2000 (bensiinikäyttöiset ensirekisteröinnit) tai 2003 (dieselkäyttöiset ensirekisteröinnit). (OCTech 2015.)

11.2 USA

OBD2 tuli pakolliseksi USA:ssa ensirekisteröitäviin bensiini- ja dieselkäyttöisiin autoihin 1.1.1996 alkaen. OBD2 koskee Yhdysvalloissa henkilöautoja ja kevyitä hyötyajoneuvoja. (OBD 2014.)

OBD2-järjestelmä on USA:ssa pakollinen henkilöautoissa ja kevyissä hyötyajoneuvoissa, joiden kokonaismassa on alle 3850kg ja istumapaikkoja korkeintaan 12. (Bosch 2002, 609.)

11.3 Japani

Japanissa OBD2-järjestelmä tuli pakolliseksi ensirekisteröidyissä henkilöautoissa 1.1.2002. Järjestelmästä käytetään toisinaan myös nimitystä JOBD (*Japanese OBD*).

11.4 Muut alueet

Kaikilla mailla ei ole lainsäädäntöä, joka velvoittaisi OBD2-järjestelmää ensirekisteröinnissä. Tällaisia maita löytyy esimerkiksi Aasiasta, Etelä-Amerikasta sekä Afrikasta. OBD2-järjestelmän puuttuminen 2000-luvun ajoneuvosta on mahdollista, mikäli kyseessä on edellä mainittujen alueiden omaa kansallista ajoneuvotuotantoa. Alla on lueteltu eräitä maita, joissa lainsäädäntö on olemassa, voimaantulopäivämäärineen. Jälkimmäinen päivämäärä on dieselkäyttöisen voimaantulopäivämäärä, mikäli se eroaa bensiinikäyttöisestä.

- Australia 1.1.2006 / 1.1.2007
- Etelä-Korea 1.1.2007
- Intia 1.1.2010
- Kanada 1.1.1998
- Kiina 1.1.2008
- Turkki 1.1.2013
- Uusi-Seelanti 1.1.2006 / 1.1.2007
- Venäjä 1.1.2012

On mahdollista, että autosta löytyy OBD2-järjestelmä, vaikka alueen lainsäädäntö ei ole ensirekisteröintihetkellä sitä vielä vaatinut. Esimerkiksi, kun samaa automallia myydään usealla eri markkina-alueella, ja jollain muulla alueella lainsäädäntö on jo velvoittanut järjestelmän asennuksen. Aikainen siirtyminen OBD2-vikadiagnostiikkajärjestelmään on hyödyttänyt myös itse ajoneuvovalmis-

tajaa käytönaikaisten huolto- ja korjaustoimenpiteiden suorittamisessa. (Elm Electronics 2016.)

11.5 OBD2-järjestelmän tunnistaminen

Kaikista OBD2-järjestelmän omaavista autoista löytyy OBD2-standardin mukainen 16-napainen diagnostiikkaliitin. (Total car diagnostics 2016.)

On kuitenkin olemassa ensimmäiseen OBD-sukupolveen kuuluvia autoja, joissa on samanlainen liitin, mutta ei OBD2-järjestelmää (esimerkiksi VW ja Audi vuodesta 1993) (Müller 2005, 43). Yhteensopivuus voidaan testata esimerkiksi käyttämällä OBD-sovitinta ja mobiililaitetta OBD-ohjelmistoon, jolloin nähdään muodostuuko toimiva yhteys.

OBD2-järjestelmän olemassaoloa voi myös tiedustella ajoneuvomerkin paikalliselta jälleenmyyjältä.

12 YHTEENVETO

Ajoneuvojen vikadiagnostiikka- ja tietojärjestelmät tulevat monimutkaistumaan lähitulevaisuudessa suuresti. Tällä hetkellä liikenteessä on ajoneuvoja, joiden järjestelmät edustavat hyvin laajaa kirjoa kehityksessä. 2000-luvun alun ajoneuvoissa järjestelmät ovat vielä suhteellisen yksinkertaisia, mutta 2010 luvulle tultaessa vikadiagnostiikka- ja tietojärjestelmät ovat laajentuneet koko ajoneuvon kattavaksi tietoverkkojen yhteenliittymäksi. Seuraavalle vuosikymmenelle siirryttäessä ajoneuvojen kehityksen pääpaino tulee olemaan ohjelmistoissa.

Työn tavoitteena oli antaa perustiedot OBD2-vikadiagnostiikkajärjestelmästä sekä muista ajoneuvojen tietojärjestelmistä sellaisena kuin ne ovat 2000-luvun ajoneuvoissa. Työn tarkoitus on toimia pohjatietona, mahdollistaen syventävämmän perehtymisen nykyaikaisiin ajoneuvon tietojärjestelmiin.

Aihealue oli hyvin laaja, joten osa asioista käsiteltiin pintapuolisesti. Työn laajuutta rajoitti lähinnä käytettävissä oleva aika. Materiaalia oli runsaasti tarjolla sekä kirjallisuudessa että internetissä. Suomenkielistä materiaalia ei kaikista osa-alueista löytynyt. Monelta osin työ opetti samalla myös tekijäänsä. Työn tuloksena muodostui kattava kokonaisuus, joka täyttää sille asetetut tavoitteensa.

LÄHTEET

- Bosch 2002. Autoteknillinen taskukirja. 6. painos. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Bosch 2003. OBD-diagnoosi. Vantaa: Robert Bosch Oy.
- Bosch 2007. Ajoneuvojen verkottuminen, 1. painos. Plochingen: Robert Bosch GmbH.
- Digi-Key Electronics 2014. What engineers need to know when selecting an automotive-qualified MCU for vehicle applications. Viitattu 24.5.2016: <http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2014/jul>.
- Elekma 2016. Eri protokollat. Viitattu 22.1.2016: http://www.elekma.com/eri_protokollat.
- Elm Electronics 2016. Help with OBD. Viitattu 15.1.2016: <http://www.elmelectronics.com/obdhelp.html>.
- Falcom 2016. FOX-EN - The Advanced Vehicle Tracking System. Viitattu 1.2.2016: <http://www.falcom.de/products/discontinued-items/fox-en/>.
- GPS Tracker Webshop 2015. Neelam® TR209 Vehicle Car Smart OBD GPS Tracker. Viitattu 23.12.2015: <http://gpstrackerwebshop.com/wp/product/>.
- Juhala, M.; Lehtinen, A.; Suominen, M. & Tammi, K. 2005. Moottorialan sähköoppi. 8, uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Localist 2016. Engine check light. Viitattu 24.5.2016: <http://www.localist.co.nz//autoland-northshore/pages/engine-check-light>.
- Müller, G. 2002. OBD2-sovitin sarjaväylään. Prosessori 12/2002.
- Müller, G. 2005. Diagnostiikkaa EOBD-liitännällä. Prosessori 9/2005.
- Netech 2016. EOBD information. Viitattu 22.2.2016: <http://www.netech.dk/dlcuk/obdinfo>.
- OCTech 2016. How do I know whether my vehicle is OBD-II compliant? Viitattu 17.01.2016: <https://www.obdsoftware.net/support/knowledge-base/how-do-i-know-whether-my-vehicle-is-obd-ii-compliant/>.
- OBD 2016. Verkko-oppimateriaali. Viitattu 15.1.2016: http://www.autotieto.net/pakokaasukurssi/oppimateriaalit/obd_tietoa.htm.
- OBD-II Home Page 2011. Does my car have OBD-II?. Viitattu 24.5: <http://www.obdii.com/connector.html>.
- OBD-II Resource 2016. OBD-II PIDs. Viitattu 16.2.2016: <http://obdcon.sourceforge.net/2010/06/obd-ii-pids/>.
- OBDTester 2016. OBD2 protocols. Viitattu 6.2.2016: http://www.obdtester.com/obd2_protocols.
- ScanTool 2004. Which OBDII protocol is supported by my vehicle Viitattu 16.2.2016: <https://www.scantool.net/blog/which-obd-ii-protocol-is-supported-by-my-vehicle/>.
- Total car diagnostics 2016. Is My Car OBD2 Compatible and Supported by OBD Scanner/Software. Viitattu 21.1.2016: <http://www.totalcardiagnostics.com/support/Knowledgebase/Article/View/3/0/is-my-car-obd2-compatible-and-supported-by-obd-scannersoftware>.

Trafi 2016. Turvavarusteen poistaminen. Viitattu 26.2.2016: http://www.trafi.fi/filebank/a/1414581753/8facd25f2c3c02f6ffa234e0124b332a/15755-Turvavarusteen_poistaminen.pdf.

Wikipedia 2016a. Lukujärjestelmä. Viitattu 22.3.2016: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Lukuj%C3%A4rjestelm%C3%A4>.

Wikipedia 2016b. OBD-II PIDs. Viitattu 23.3.2016: https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs.

Wikipedia 2016c. Protokolla (tietoliikenne). Viitattu 23.3.2016: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Protokolla_\(tietoliikenne\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Protokolla_(tietoliikenne)).

Liite 1 Vikakoodiluettelo P0-koodeille

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	Jäähd.n. lämpötila säätöpiirin aktivointiin	Riittämätön
P0126	Jäähd.n. lämpötila stabiileille toiminoille	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 lämm.piiri (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 lämm.piiri (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 lämm.piiri (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 lämm.piiri (lohko1, anturi 3)	Toimintahäiriö
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 lämm.piiri (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 lämm.piiri (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	Poltton. paineentunnistin jakoputkessa	Toimintahäiriö
P0191	Poltton. paineentunnistin jakoputkessa	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0192	Poltton- paineentunnistin jakoputkessa	Signaali liian alhainen
P0193	Poltton. paineentunnistin jakoputkessa	Signaali liian korkea
P0194	Poltton. 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	Poltton. 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	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. A	Toimintahäiriö
P0244	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0245	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. A	Signaali liian alhainen
P0246	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. A	Signaali liian korkea
P0247	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. B	Toimintahäiriö
P0248	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0249	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent. B	Signaali liian alhainen
P0250	Turbo ahtopainerajoituksen magn.vent B	Signaali liian korkea
P0251	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu A	Toimintahäiriö
P0252	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu A	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0253	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu A	Liian aikainen
P0254	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu A	Liian myöhäinen
P0255	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu A	Epävaka (hetkellinen vika)
P0256	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu B	Toimintahäiriö
P0257	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu B	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0258	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu B	Liian aikainen
P0259	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu B	Liian myöhäinen
P0260	Ruiskutusennakonsäätö ruisk.pumppu B	Epävaka (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 vikasytytys

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 pyörintänopeussign.	Toimintahäiriö
P0321	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussig.	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0322	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussign.	Ei signaalia
P0323	Sytytyksen/ jakajan pyörintänopeussign.	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	Kampiakselin asematunnistin	Toimintahäiriö
P0336	Kampiakselin asematunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0337	Kampiakselin asematunnistin	Signaali liian alhainen
P0338	Kampiakselin asematunnistin	Signaali liian korkea
P0339	Kampiakselin 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	Sytytyspuola ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0351	Sytytyspuola A ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0352	Sytytyspuola B ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0353	Sytytyspuola C ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0354	Sytytyspuola D ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0355	Sytytyspuola E ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0356	Sytytyspuola F ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0357	Sytytyspuola a G ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0358	Sytytyspuola H ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0359	Sytytyspuola I ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0360	Sytytyspuola J ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0361	Sytytyspuola K ensiö/ toisio	Toimintahäiriö
P0362	Sytytyspuola 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 takaisinkierätys	Toimintahäiriö
P0401	Pakokaasujen takaisinkierätys	Määrä liian alhainen
P0402	Pakokaasujen takaisinkierätys	Määrä liian korkea
P0403	Pakokaasujen takaisinkierätys (venttiili/ pääteaste)	Toimintahäiriö
P0404	Pakokaasujen takaisinkierätys	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0405	Pakokaasujen takaisinkierätystunnistin A	Signaali liian alhainen
P0406	Pakokaasujen takaisinkierätystunnistin A	Signaali liian korkea
P0407	Pakokaasujen takaisinkierätystunnistin B	Signaali liian alhainen
P0408	Pakokaasujen takaisinkierätystunnistin 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	Lämmit. katalysaattorin puhd.aste (lohko 1)	Liian alhainen
P0424	Lämmit. katalysaattorin puhd.aste (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 puhd.aste (lohko 2)	Liian alhainen
P0434	Lämmitet. katalysaattorin puhd.aste (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
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

P07XX Vaihteisto Toimintahäiriö

P0700	Vaihteiston ohjaus	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0701	Vaihteiston ohjaus	Sähköinen vika
P0702	Vaihteiston ohjaus	toimintahäiriö
P0703	Momentinmuunnin/ jarrupiiri A	toimintahäiriö
P0704	Kytkinkatkaisija	toimintahäiriö
P0705	Ajoaluetunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0706	Ajoaluetunnistin	Signaali liian alhainen
P0707	Ajoaluetunnistin	Signaali liian korkea
P0708	Ajoaluetunnistin	Hetkellinen vika
P0709	Ajoaluetunnistin	Toimintahäiriö
P0710	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0711	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Signaali liian alhainen

P0712	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Signaali liian korkea
P0713	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Hetkellinen vika
P0714	Vaihteistoöljyn lämpötunnistin	Toimintahäiriö
P0715	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0716	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Ei signaalia
P0717	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Hetkellinen vika
P0718	Turbiini, tulopyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0719	Momentinmuunnin/ jarrupiiri B	Signaali liian alhainen
P0720	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0721	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0722	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Ei signaalia
P0723	Käyttöpyörintänopeustunnistin	Hetkellinen vika
P0724	Momentinmuunnin/ jarrupiiri B	Signaali liian korkea
P0725	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Toimintahäiriö
P0726	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0727	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Ei signaalia
P0727	Moottorin pyörintänopeustunnistin	Hetkellinen vika
P0730	Välityssuhde	Väärä
P0731	Välityssuhde 1. vaihde	Väärä välityssuhde
P0732	Välityssuhde 2. vaihde	Väärä välityssuhde
P0733	Välityssuhde 3. vaihde	Väärä välityssuhde
P0734	Välityssuhde 4. vaihde	Väärä välityssuhde
P0735	Välityssuhde 5. vaihde	Väärä välityssuhde
P0736	Välityssuhde R. vaihde	Väärä välityssuhde
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	Kyt Kentä magneettiventtiili B	Hetkellinen vika
P0760	Kyt Kentä magneettiventtiili C	Toimintahäiriö
P0761	Kyt Kentä magneettiventtiili C	Jää auki
P0762	Kyt Kentä magneettiventtiili C	Jää sulkeutuneeksi
P0763	Kyt Kentä magneettiventtiili C	Sähköinen vika
P0764	Kyt Kentä magneettiventtiili C	Hetkellinen vika
P0765	Kyt Kentä magneettiventtiili D	Toimintahäiriö
P0766	Kyt Kentä magneettiventtiili D	Jää auki
P0767	Kyt Kentä magneettiventtiili D	Jää sulkeutuneeksi
P0768	Kyt Kentä magneettiventtiili D	Sähköinen vika
P0769	Kyt Kentä magneettiventtiili D	Hetkellinen vika
P0770	Kyt Kentä magneettiventtiili E	Toimintahäiriö
P0771	Kyt Kentä magneettiventtiili E	Jää auki
P0772	Kyt Kentä magneettiventtiili E	Jää sulkeutuneeksi
P0773	Kyt Kentä magneettiventtiili E	Sähköinen vika
P0774	Kyt Kentä magneettiventtiili 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	Kyt Kentä / asemamagneettiventtiili	Toimintahäiriö
P0786	Kyt Kentä / asemamagneettiventtiili	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P0787	Kyt Kentä / asemamagneettiventtiili	signaali liian alhainen
P0788	Kyt Kentä / asemamagneettiventtiili	Signaali liian korkea
P0789	Kyt Kentä / asemamagneettiventtiili	Hetkellinen vika
P0790	Normaali / sport-ohjelmavalintakytkin	Toimintahäiriö

Liite 2 Vikakoodiluettelo P1-koodeille

Vikakoodi	Toiminto	Vikalaji
P11XX	Polttonesteen ja ilman mittaus	
P1102	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Plusoikosulku
P1103	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 1, anturi 1)	Teho liian alhainen
P1105	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Plusoikosulku
P1107	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 1)	Plusoikosulku
P1110	Lambda-anturi lämmityspiiri (lohko 2, anturi 2)	Plusoikosulku
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
P1124	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Maksimialueen ulkopuolella
P1125	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella
P1126	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Maksimialueen ulkopuolella
P1127	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella
P1128	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 1)	Maksimialueen ulkopuolella
P1129	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella
P1130	Seoskorjaus multiplikatiivinen (lohko 2)	Maksimialueen ulkopuolella
P1136	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Minimialueen ulkopuolella
P1137	Seoskorjaus additiivinen (lohko 1)	Maksimialueen ulkopuolella
P1138	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Minimialueen ulkopuolella
P1139	Seoskorjaus additiivinen (lohko 2)	Maksimialueen 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

P12XX	Polttonesteen ja ilman mittaus	
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 vääntömomenttivertailu lohko ½	Ohjearvoalueen ulkopuolella

P13XX Sytytysjärjestelmä tai vikasytytys

P1300	Kampiakselin asema-anturi (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1340	Moottorin pyörintänopeusanturi	Ei looginen
P1383	Sytytyspiirin valvonta	Toimintahäiriö
P1384	Nakutustunnistin 3	Toimintahäiriö
P1385	Nakutustunnistin 4	Toimintahäiriö
P1386	Nakutuksen esto (määrityskytkentä)	Toimintahäiriö
P1396	Pyörintänopeusanturi	Signaali virheellinen
P1397	Nokka-akselin asematunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö

P14XX Muut pakokaasujen puhdistusjärjestelmät

P1401	Pakokaasujen takaisinkierätyks (venttiili/ pääteaste)	Maavuoto
P1402	Pakokaasujen takaisinkierätyks (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
P1443	Polttonestehöyryjen talteenottojärjestelmä (lohko 2)	Riittämätön vaikutus
P1444	Pakokaasujen lämpötunnistin (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1445	Katalysaattorin lämpötila	Toimintahäiriö
P1446	Katalysaattorisuojaus	Aktiivi
P1447	Katalysaattorisuojauksen merkkivalo	Toimintahäiriö
P1448	Pakokaasuläppä KAT-ohitus	Vikatoiminto
P1449	Katalysaattorin lämpötila (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1450	Toisiojärjestelmän rele	Plusoikosulku
P1451	Toisiojärjestelmän rele	Maavuoto

P1452	Toisiojärjestelmän rele	Katkos
P1453	Toisioilmapumppu (pääteaste)	Sähköinen vika
P1454	Katalysaattorisuojaus (lohko 2)	Aktiivi
P1458	Ilmastoinnin kompressoritieto	Toimintahäiriö
P1459	Katalysaattorisuojauksen merkkivalo (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1461	Pakokaasuläppä KAT-ohitus (lohko 2)	Vikatoiminto
P1462	Aktiivihiihisäiliön sulkuventtiili (pääteaste, lohko 2)	Toimintahäiriö
P1463	Toisioilmajärjestelmä (lohko 2)	Toimintahäiriö
P1490	Polttonestehöyryjen talteenoton reg.venttiili (lohko 2)	Toimintahäiriö

P15XX Nopeuden ja joutokäynnin säätöjärjestelmät

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
P1542	Polkimen asento-anturi	Ohjearvoalueen ulkopuolella
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 (määrityskytkentä lohko 2)	Toimintahäiriö
P1593	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Toimintahäiriö
P1594	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Maavuoto
P1595	Imusarjan vaihtokytkentä (virtapiiri lohko 2)	Plusoikosulku

P16XX Tietokone- ja ulostulosignaalit

P1602	Jatkuva plus	Lian alhainen
P1603	Jatkuva plus	Lian korkea
P1605	Kiihtyvyytunnistin	Toimintahäiriö
P1606	Kiihtyvyytunnistimen signaali	Ohjearvoalueen ulkopuolella
P1609	Kiihtyvyytunnistimen signaali	Katkos/ maavuoto
P1611	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Maavuoto
P1613	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Katkos/maavuoto
P1614	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus	Plusoikosulku
P1616	Kiihtyvyytunnistin	Signaali liian alhainen
P1617	Kiihtyvyytunnistin	Signaali liian korkea
P1624	Pakokaasujen vikamerkkivalon ohjaus (signaali)	Aktiivi
P1625	CAN-tiedonsiirtoliitäntä 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)	Toimintahäiriö
P1691	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Signaali puuttuu
P1692	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Maavuoto
P1693	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL)	Plusoikosulku

P1697	Pakokaasujen vikamerkkivalo (MIL lohko 2)	Toimintahäiriö
P17XX	Vaihteisto Toimintahäiriö	
P1747	Vaihteiston ohjaus	Väylävika
P1780	Vaihteistotieto	Epälooginen
P1781	Vaihteistotieto	Aina päällä (on)
P1782	Vaihteistotieto	Aina pois päältä (off)

Liite 3 OBD-järjestelmän testiraportti

Autocom CARS CDP Pro - 2011 Release 1 (2.11.1)

1



Nousiaisten Auto-Sähkö

Osoite: Valpperintie 40
Postiosoite: 21270 Nousiainen
Puhelin: 040 7707400
Fax:
Sähköposti:
Kotisivu:

Mekaanikko:
Päiväys: 8.3.2016
Rekisterinumero:
KM:

Pääinformaatio

Yhteyden tyyppi ISO 15765-4 (CAN 11-500)
MIL tila Off
Vikakoodien kokonaismäärä 0

Tuetut yksiköt

ECU E8 Valmistajalle ominainen

Vakio	EOBD		
MIL	Off	Valmiustestit	
DTC	0	Nimi	Valmis
		Sytytyskatkos	Kyllä
		Polttonestejärjestelmä	Ei
		Peruskomponentti	Kyllä
		Katalysaattori	Kyllä
		Happitunnistin	Kyllä
		Happitunnistimen lämmitin	Kyllä

Vikakoodit

Pysyvät vikakoodit (Tila 03)

ECU	DTC	Kuvaus
	Ei vikakoodeja	Valmistajalle ominainen

Ajoittaiset vikakoodit (Tila 07)

ECU	DTC	Kuvaus
	Ei vikakoodeja	Valmistajalle ominainen

Liite 4 Valmistajakohtainen osajärjestelmätestiraportti

Mallisarja	E (212) / 212.205
MB-korjaamo	---
Auton valmistenumero:	WDD2122051A
Ohjausversio	Vasemmalta ohjattava auto
Mittarilukema	km
Software-Version	17.9.2.4
Data-Version	BD 09/2015
Akkujännite	10.9V
Laitteisto-ID	8BF52C78CDD8
Sovellus-ID	254
Pikatestin laatimisen ajankohta	

ZGW - Keskusyhdyskäytävä (ZGW) - ✓			
MB-numero laitteisto	212 545 10 01	MB-numero ohjelmalle	212 902 99 04
Diagnosituunnistus	020151	Laitteistoversio	08/43 01
Ohjelmapäiväys	10/29 75	Boot-ohjelmaversio	10/29 75
Laittoimittaja	Bosch	Ohjelmatoimittaja	Bosch
Ohjainlaiteversio	172_E01A		

N3/9 - Moottorin 'OM651' moottorielektronikka 'CDID2' (CDI) - ✓			
MB-numero laitteisto	005 446 92 40	MB-numero ohjelmalle	010 448 21 40
MB-numero ohjelmalle	651 902 10 00	MB-numero ohjelmalle	651 903 41 09
Diagnosituunnistus	02110E	Laitteistoversio	08/18 01
Ohjelmapäiväys	08/15 01	Ohjelmapäiväys	10/19 01
Ohjelmapäiväys	10/38 01	Boot-ohjelmaversio	07/48 01
Laittoimittaja	Delphi	Ohjelmatoimittaja	Delphi
Ohjelmatoimittaja	Delphi	Ohjelmatoimittaja	Delphi
Ohjainlaiteversio	CRD2_Diag_1 10Eh		

N15/3 - 5-vaihteisen vaihteiston vaihteistonohjaus (EGS) - ✓			
MB-numero laitteisto	003 446 43 10	Diagnosituunnistus	3/84
Laitteistoversio	48/06	Ohjelmapäiväys	43/09
Tuotantopäiväys	03/03/17	Toimittaja-ID	8
Toimittaja	Siemens	Ohjainlaiteversio	Diagversion5 4_EGS53
MB-numero ohjelma (koodi)	002 448 69 10	Valmistajakohtainen sarjanumero	2498442

N118 - Ohjainlaite 'polttonestepumppu' (FSCU05) - ✓			
MB-numero laitteisto	212 446 00 71	MB-numero ohjelmalle	000 902 61 05
Diagnosituunnistus	001D03	Laitteistoversio	08/50 00
Ohjelmapäiväys	10/43 00	Laittoimittaja	Continental
Ohjainlaiteversio	FSCM_Light_ 1D03	Valmistajakohtainen sarjanumero	00 00 00 00 00 11 00 73 14 68

N15/5 - Elektroninen valitsinvipumoduli (EWM) - ✓			
MB-numero laitteisto	204 901 49 01	MB-numero ohjelmalle	204 902 42 01
Diagnosituunnistus	000009	Laitteistoversio	09/22 00
Ohjelmapäiväys	09/21 00	Boot-ohjelmaversio	09/21 00
Laittoimittaja	Cherry	Ohjelmatoimittaja	Cherry
Ohjainlaiteversio	Diag_000009		

N73 - Elektroninen virtalukko (EZS) - ✓			
MB-numero laitteisto	212 905 56 00	Diagnosituunnistus	001101
Laitteistoversio	09/44 00	Ohjelmapäiväys	09/44 01
Laittoimittaja	Kostal	Ohjelmatoimittaja	Kostal
Ohjainlaiteversio	W212_1101		

E1n1 - Ksenonvalo vasen (XALWA-L) - ✓			
MB-numero laitteisto	212 820 56 26	Diagnosituunnistus	0/10
Laitteistoversio	08/02	Ohjelmapäiväys	09/18 02
Toimittaja-ID	21	Toimittaja	Hella
Ohjainlaiteversio	000A	MB-numero ohjelma (koodi)	212 902 42 02

E2n1 - Ksenonvalo oikea (XALWA-R)			
MB-numero laitteisto	212 820 56 26	Diagnoositunnistus	0/10
Laitteistoversio	08/02	Ohjelmapäiväys	09/18 02
Toimittaja-ID	21	Toimittaja	Hella
Ohjainlaiteversio	000A	MB-numero ohjelma (koodi)	212 902 42 02

N26/9 - N26/14 - Monitoimiohjainlaite (MSS)			
MB-numero laitteisto	212 901 10 00	MB-numero ohjelmalle	212 902 97 02
Diagnoositunnistus	02010A	Laitteistoversio	08/31 00
Ohjelmapäiväys	09/39 07	Boot-ohjelmaversio	08/31 00
Laitetoimittaja	Alcoa Fujikura	Ohjelmatoimittaja	Alcoa Fujikura
Ohjainlaiteversio	MPM_Taxi_02 010A		

N2/10 - Supplemental Restraint System (SRS)			
MB-numero laitteisto	212 901 42 04	Diagnoositunnistus	2/1
Laitteistoversio	10/10	Ohjelmapäiväys	09/03 00
Toimittaja-ID	158	Toimittaja	Continental
Ohjainlaiteversio	Release_3B_0 201	MB-numero ohjelmalle	212 903 07 00
MB-numero ohjelmalle	212 903 06 00	Järjestelmäinformaatio	EI
Käyttöönotto	SUORITETTU		

A76 - Palautuva turvavyön kiristin vasen etu (RevGUS vasen etu)			
MB-numero laitteisto	212 827 05 45	MB-numero ohjelmalle	212 902 43 02
Diagnoositunnistus	00050B	Laitteistoversio	09/09 00
Ohjelmapäiväys	09/21 00	Boot-ohjelmaversio	08/18 00
Laitetoimittaja	Autooliv	Ohjelmatoimittaja	Autooliv
Ohjainlaiteversio	P164		

A76/1 - Palautuva turvavyön kiristin oikea etu (RevGUS oikea etu)			
MB-numero laitteisto	212 827 06 45	MB-numero ohjelmalle	212 902 43 02
Diagnoositunnistus	00050B	Laitteistoversio	09/09 00
Ohjelmapäiväys	09/21 00	Boot-ohjelmaversio	08/18 00
Laitetoimittaja	Autooliv	Ohjelmatoimittaja	Autooliv
Ohjainlaiteversio	P164		

N70 - Käyttöyksikkö katossa (DBE)			
MB-numero laitteisto	212 906 02 00	MB-numero ohjelmalle	212 902 95 02
Diagnoositunnistus	000109	Laitteistoversio	08/32 00
Ohjelmapäiväys	09/46 00	Boot-ohjelmaversio	08/32 00
Laitetoimittaja	Siemens VDO	Ohjelmatoimittaja	Siemens VDO
Ohjainlaiteversio	C5_Muster		

N10/1 - Signaalien muokkaus- ja ohjausmoduli etu (SAM-ETU)			
MB-numero laitteisto	212 901 69 02	MB-numero ohjelmalle	212 902 00 05
Diagnoositunnistus	00015B	Laitteistoversio	08/43 01
Ohjelmapäiväys	10/29 75	Boot-ohjelmaversio	10/29 75
Laitetoimittaja	Bosch	Ohjelmatoimittaja	Bosch
Ohjainlaiteversio	MOPF_204_2n dBugfix		

LIN: S6/1 - Katkaisin 'Varoitusvilkut' (Varoitusvilkut)			

LIN: B38/2 - Sade-/valotunnistin (RGLS)			

LIN: N72/1 - Ylempi käyttönäppäimistö (OBF)			

LIN: M6/1 - Tuulilasinyyhkimet (FSW)			

N10/2 - Signaalien muokkaus- ja ohjausmoduli taka (SAM-TAKA)			
MB-numero laitteisto	212 901 65 00	MB-numero ohjelmalle	212 902 43 01
Diagnoositunnistus	000204	Laitteistoversio	10/09 00
Ohjelmapäiväys	10/12 04	Boot-ohjelmaversio	10/12 00
Laitetoimittaja	Hella	Ohjelmatoimittaja	Hella
Ohjainlaiteversio	Diag_0204		

Virhe	Teksti	Tila
B109118	Istuimen vasen etu lämmitysvastuksessa on toimintahäiriö. Virran raja-arvo on alittunut.	S

S=TALLENNETTU

LIN: B95 - Akkutunnistin (BSN)				- ✓
N80 - Ohjauspyörämoduli (MRM)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 440 40 04	MB-numero ohjelmalle	212 902 09 02	
Diagnoositunnistus	000109	Laitteistoversio	09/07 00	
Ohjelmapäiväys	09/08 00	Boot-ohjelmaversio	09/07 00	
Laitetoimittaja	Kostal	Ohjelmatoimittaja	Kostal	
Ohjainlaiteversio	Kostal_0x010 9			
A40/11 - Monitoimikamera (MFK)				- ✓
MB-numero laitteisto	000 905 49 00	MB-numero ohjelmalle	000 902 48 04	
Diagnoositunnistus	000109	Laitteistoversio	09/23 00	
Ohjelmapäiväys	10/08 02	Boot-ohjelmaversio	09/27 00	
Laitetoimittaja	ADC	Ohjelmatoimittaja	ADC	
Ohjainlaiteversio	MPC212_0001 09_IHC_Solo			
N62 - Pysäköintijärjestelmä' (PTS)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 901 15 00	MB-numero ohjelmalle	212 902 79 02	
Diagnoositunnistus	002101	Laitteistoversio	08/50 00	
Ohjelmapäiväys	09/41 00	Boot-ohjelmaversio	08/17 01	
Laitetoimittaja	Bosch	Ohjelmatoimittaja	Bosch	
Ohjainlaiteversio	BR212_00210 1			
N30/4 - Ajovakauden hallinta (ESP®)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 901 54 01	MB-numero ohjelmalle	212 902 70 02	
MB-numero ohjelmalle	212 902 71 02	Diagnoositunnistus	020022	
Laitteistoversio	09/15 00	Ohjelmapäiväys	10/10 00	
Ohjelmapäiväys	10/10 00	Boot-ohjelmaversio	09/03 00	
Laitetoimittaja	Bosch	Ohjelmatoimittaja	Bosch	
Ohjelmatoimittaja	Bosch	Ohjainlaiteversio	020022	
A40/9 - Ohjainlaitteen 'Audio tai COMAND' käyttöyksikkö (ZBE)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 870 32 51	MB-numero ohjelmalle	204 902 05 01	
Diagnoositunnistus	000007	Laitteistoversio	09/13 00	
Ohjelmapäiväys	09/10 00	Boot-ohjelmaversio	09/07 01	
Laitetoimittaja	Marquardt	Ohjelmatoimittaja	Marquardt	
Ohjainlaiteversio	CTRL_C_Seri es_02			
A40/8 - Audio-/Comand-näyttö (ZAN)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 901 04 00	Diagnoositunnistus	5/0	
Laitteistoversio	08/30	Ohjelmapäiväys	08/37 00	
Toimittaja-ID	121	Toimittaja	Siemens VDO	
Ohjainlaiteversio	BR212_Series	MB-numero ohjelma (koodi)	212 902 83 00	
Valmistajakohtainen sarjanumero	62286			
A2 - Radio (Audio 20)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 901 81 02	Diagnoositunnistus	9/1	
Laitteistoversio	10/29	Ohjelmapäiväys	10/29 00	
Toimittaja-ID	56	Toimittaja	Panasonic	
Ohjainlaiteversio	Entry_ECE_21 2_01	MB-numero ohjelma (koodi)	212 902 41 04	
Valmistajakohtainen sarjanumero	PA1003B0070	MB-numero laitteisto ja ohjelma	2129004910	
Laitteiston kehitysversio	103 003			
A1 - Mittaristo (KI)				- ✓
MB-numero laitteisto	212 901 20 00	MB-numero ohjelmalle	204 902 41 02	
MB-numero ohjelmalle	204 902 42 02	Diagnoositunnistus	001407	
Laitteistoversio	09/44 00	Ohjelmapäiväys	10/32 00	
Ohjelmapäiväys	10/32 00	Boot-ohjelmaversio	09/31 00	
Laitetoimittaja	VDO	Ohjelmatoimittaja	VDO	
Ohjelmatoimittaja	VDO	Ohjainlaiteversio	IC212_IC_204 _Mid_Line_A J10	

N22/7 - Ilmastointilaitte (KLA)			
MB-numero laitteisto	212 830 12 85	MB-numero ohjelmalle	212 902 86 03
Diagnoositunnistus	000117	Laitteistoversio	09/07 00
Ohjelmapäiväys	10/16 03	Boot-ohjelmaversio	08/30 00
Laitetoimittaja	Hella	Ohjelmatoimittaja	Hella
Ohjainlaiteversio	ECE_Kanada_ 2_Zonen_B_M uster_23		

N69/1 - Etuovi vasen (TSG-VE)			
MB-numero laitteisto	212 820 37 26	MB-numero ohjelmalle	212 902 80 01
Diagnoositunnistus	000211	Laitteistoversio	07/50 00
Ohjelmapäiväys	09/40 00	Boot-ohjelmaversio	08/33 00
Laitetoimittaja	Temic	Ohjelmatoimittaja	Temic
Ohjainlaiteversio	DM_B_Fahrze ug_BR207_21 2_Baulos_3A		

N69/2 - Etuovi oikea (TSG-OE)			
MB-numero laitteisto	212 820 36 26	MB-numero ohjelmalle	212 902 81 01
Diagnoositunnistus	000211	Laitteistoversio	07/50 00
Ohjelmapäiväys	09/40 00	Boot-ohjelmaversio	08/33 00
Laitetoimittaja	Temic	Ohjelmatoimittaja	Temic
Ohjainlaiteversio	DM_B_Fahrze ug_BR207_21 2_Baulos_3A		

N69/3 - Takaovi vasen (TSG-VT)			
MB-numero laitteisto	212 820 85 26	MB-numero ohjelmalle	212 902 99 02
Diagnoositunnistus	000211	Laitteistoversio	07/50 00
Ohjelmapäiväys	09/26 00	Boot-ohjelmaversio	08/33 00
Laitetoimittaja	Temic	Ohjelmatoimittaja	Temic
Ohjainlaiteversio	DM_B_Fahrze ug_BR207_21 2_Baulos_3A		

N69/4 - Takaovi oikea (TSG-OT)			
MB-numero laitteisto	212 820 86 26	MB-numero ohjelmalle	212 902 99 02
Diagnoositunnistus	000211	Laitteistoversio	07/50 00
Ohjelmapäiväys	09/26 00	Boot-ohjelmaversio	08/33 00
Laitetoimittaja	Temic	Ohjelmatoimittaja	Temic
Ohjainlaiteversio	DM_B_Fahrze ug_BR207_21 2_Baulos_3A		

N121/1 - Takaluukun ohjaus (HKS)			
MB-numero laitteisto	204 870 65 26	MB-numero ohjelmalle	212 902 11 02
Diagnoositunnistus	000005	Laitteistoversio	08/43 00
Ohjelmapäiväys	09/06 00	Boot-ohjelmaversio	07/42 02
Laitetoimittaja	Temic	Ohjelmatoimittaja	Temic
Ohjainlaiteversio	ARWT204_ID0 005		