

Dijagnostika u održavanju automobila

Oletić, Alen

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:310674>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-22**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering
and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Alen Oletić

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Dragutin Lisjak, dipl. ing.

Student:

Alen Oletić

Zagreb, 2016.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem svom mentoru prof. dr.sc. Dragutinu Lisjaku na korisnim savjetima i usmjeravanju pri izradi ovog diplomskog rada te svima koji su bili voljni posuditi svoje automobile za provođenje dijagnostike.

Također zahvaljujem svima koji su mi bili potpora tokom cijelog mog školovanja.

Alen Oletić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **ALEN OLETIĆ** Mat. br.: 0036458104

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **DIJAGNOSTIKA U ODRŽAVANJU AUTOMOBILA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **DIAGNOSTICS OF CAR MAINTENANCE**

Opis zadatka:

Dijagnostika u održavanju treba utvrditi stanje opreme ili dijela opreme bez njenog demontiranja, a poželjno je i bez zaustavljanja. Okosnica dijagnostike je mjerenje stanja opreme odnosno mjerenje jednog ili više odabranih parametara. Kako bi ispunili sve složenije zadaće, suvremeni automobili sastavljeni su od velikog broja sastavnih dijelova podložnih kvarovima zbog čega njihova ukupna pouzdanost pada. U današnje automobile ugrađeni su automatizirani dijagnostički sustavi koji pomoću senzora mjere određene parametre s ciljem dijagnostike trenutnog voznog stanja vozila. U skladu s navedenim, u radu je potrebno:

1. Detaljno opisati strategije održavanja po stanju.
2. Opisati načine održavanja pojedinih komponenti automobila.
3. Detaljno opisati način rada dijagnostičkih sustava automobila.
4. Dati pregled softverskih alata za dijagnostiku.
5. Na konkretnom primjeru prikazati dijagnostiku automobila te načine otklanjanja kvarova na temelju dijagnostičkih rezultata.

Zadatak zadan:
5. svibnja 2016.

Rok predaje rada:
7. srpnja 2016.

Predvideni datum obrane:
13., 14. i 15. srpnja 2016.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Dragutin Lisjak

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Franjo Čajner

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	3
POPIS TABLICA.....	5
POPIS KRATICA	6
SAŽETAK.....	8
SUMMARY	9
1.UVOD	10
1.1. Preventivna metoda održavanja.....	10
1.1.1. Održavanje po stanju.....	10
1.1.2. Dijagnostika - osnova održavanja po stanju.....	12
1.2. Dijagnostika kao sastavni dio održavanja motornih vozila	13
2.DIJAGNOSTIČKI SUSTAVI.....	14
2.1. Autodijagnostički sustav OBD	15
2.2. Dijagnostičke stanice.....	23
2.3.Dijagnostika motornih vozila primjenom suvremenog dijagnostičkog sustava.....	26
2.4.Tehnički preduvjeti za obavljanje dijagnostike transportnog sredstva primjenom suvremenih dijagnostičkih sustava	27
3.UPRAVLJAČKE MREŽE MOTORNOG VOZILA	28
4.KOMPONENTE AUTOMOBILA I NAČINI ODRŽAVANJA	32
4.1. Sustav za gorivo.....	33
4.1.1. Nadzor rada sustava	34
4.1.2.Dijagnostičke instrukcije.....	35
4.2. Sustav ventilacije rezervoara (AKF sustav)	37
4.2.1. Nadzor rada sustava	38
4.2.2. Dijagnostičke instrukcije.....	39
4.3. Dijagnosticiranje propusnosti rezervoara za gorivo	40
4.3.1. Nadzor rada sustava	41
4.3.2. Dijagnostičke instrukcije.....	42
4.4. Sustav dodatnog zraka	42
4.4.1. Nadzor rada sustava	43
4.4.2 .Mogući kodovi grešak (sa dijagnostičkim instrukcijama)	44
4.4.3. Dijagnostičke instrukcije.....	46

4.5. Recirkulacija ispušnih plinova (EGR).....	49
4.5.1. Nadzor rada sustava	51
4.5.2. Mogući kodovi grešaka (sa dijagnostičkim instrukcijama)	52
4.5.3. Dijagnostičke instrukcije.....	54
4.6. Napajanje zrakom	55
4.6.1. Nadzor rada sustava	58
4.6.2. Dijagnostičke instrukcije.....	58
4.7. Ostali sustavi i njihova dijagnostika	61
4.7.1. Katalizator.....	61
4.7.1.1. Nadzor rada sustava	62
4.7.1.2. Dijagnostičke instrukcije.....	63
4.7.2. Lambda sonde	64
4.7.2.1. Nadzor rada sustava	66
4.7.2.2. Dijagnostičke instrukcije.....	68
4.7.3. Izostanak sagorijevanja (detekcija neravnomjernog rada).....	69
4.7.3.1. Nadzor rada	69
4.7.3.2. Nadzor rada	71
4.7.3.3. Dijagnostičke instrukcije.....	72
5. PREGLED SOFTVERSKIH ALATA ZA DIJAGNOSTIKU.....	75
5.1. AutoEnginuity's ScanTool.....	75
5.2. ProScan.....	76
5.3. PCMScan.....	77
5.4. EOBD Facile.....	77
5.5. OBD Auto Doctor.....	78
5.6. Movi and Movi Pro.....	79
6. PRIMJERI DIJAGNOSTIKE AUTOMOBILA.....	81
6.1. Postupak dijagnostike	82
6.2. Načini otklanjanja kvarova.....	89
7. ZAKLJUČAK	94
8. LITERATURA.....	95
9. PRILOG	96

POPIS SLIKA

Slika 1. Ilustracija principa održavanja prema stanju [2]	11
Slika 2. Postupak autodijagnostike [2]	16
Slika 3.ECU sustav.....	17
Slika 4.Dijagnostički priključak (raspored spajanja) [2].....	17
Slika 5.Koncepcija OBD sustava u vozilu [6].....	21
Slika 6.Lampica – indikator greške (MIL) [6]	22
Slika 7.Zvjezdasta struktura sustava upravljanja [4].....	29
Slika 8.Mrežna struktura sustava upravljanja [4].....	29
Slika 9.Primjer moderne arhitekture automobilske mreže [4]	31
Slika 10. Shema sustava za gorivo [6]	33
Slika 11. Različite izvedbe pumpi za gorivo i modula za napajanje gorivom [6].....	33
Slika 12. Automatsko podešavanje sustava za napajanje gorivom (podešavanje sastava smjese) [6]	35
Slika 13. Shema sustava ventilacije rezervoara [6].....	38
Slika 14. Dijagnosticiranje propusnosti rezervoara za gorivo [6]	40
Slika 15. Različiti ventili sustava filtra od aktivnog ugljena (AKF sustav) [6]	41
Slika 16. Shematski prikaz sustava dodatnog zraka [6]	43
Slika 17. Kondenzat i korodirani električni priključci na pumpi dodatnog zraka [6]	47
Slika 18. Naslage u nepovratnom ventilu [6]	47
Slika 19. Shema recirkulacije ispušnih plinova kod benzinskog motora (sa pneumatskim ventilom EGR) [6].....	50
Slika 20. Konstrukcije EGR ventila kod dizel motora [6]	50
Slika 21. Konstrukcije EGR ventila kod benzinskih motora [6].....	51
Slika 22. Usporedba EGR ventila sa obilnim naslagama i novog EGR ventila [6]	55
Slika 23. Shema sustava za napajanje gorivom [6]	56
Slika 24. Različite izvedbe senzora masenog protoka zraka [6]	56
Slika 25. Različite izvedbe kućišta leptira [6]	57
Slika 26. Otkaz leptira u usisnoj grani zbog debelih naslaga [6]	61
Slika 27. Kontrola efikasnosti katalizatora [6].....	63
Slika 28. Upravljački ciklus uskopojasne lambda sonde (sonda sa odskočnim odzivom) [6].	64
Slika 29. Karakteristike uskopojasne i širokopojasne sonde [6]	65

Slika 30. Provjera frekvencije regulacije (inertnost upravljačke uskopojasne sonde) [6]	66
Slika 31. Vrijeme reakcije upravljačke sonde (širokopojasna sonda) [6]	67
Slika 32. Dijagnostika granica kontrole monitor sonde [6]	67
Slika 33. Detekcija izostanka paljenja u sektoru S2 (šesterocilindrični motor) [6]	70
Slika 34. Brojanje izostanka paljenja [6]	71
Slika 35. Sučelje ProScan-a [7].....	76
Slika 36. Sučelje PCMScan-a [7]	77
Slika 37. Sučelje EOBD Facile-a [7]	78
Slika 38. Sučelje OBD Auto Doctor-a [7].....	79
Slika 39. Sučelje Movie and Movie Pro-a [7]	80
Slika 40. Dijagnostički uređaj i prijenosno računalo s softverskim alatom	81
Slika 41. Postupak dijagnostike	82
Slika 42. Dijagnostički priključak na vozilu	83
Slika 43. Detekcija uspostavljanja komunikacije.....	83
Slika 44. Odabir tipa vozila.....	84
Slika 45. Prijem podataka sa ECU	85
Slika 46. Uspostavljanje veze s ECU	85
Slika 47. Greške u centralnoj elektroničkoj jedinici	86
Slika 48. Procjena greške	86
Slika 49. Učitavanje senzora	87
Slika 50. Grafički prikaz rada senzora	87
Slika 51. Testiranje aktuatora.....	88
Slika 52. Lambda vrijednosti i kod spremnosti.....	88
Slika 53. Trenutni kodovi spremnosti	89
Slika 54. Opis greške (korisnik).....	90
Slika 55. Način otklanjanja (djelatnik autoaid-a).....	90
Slika 56. Greške na vozilu PEUGEOT 208	91
Slika 57. Greške na vozilu MAZDA 3	92
Slika 58. Rezultati dijagnostike na vozilu VOKSWAGEN POLO.....	93

POPIS TABLICA

Tablica 1. Klase mreža na vozilima [4].....	30
Tablica 2. Dijagnostičke instrukcije sustava za gorivo [6]	35
Tablica 3. Dijagnostičke instrukcije sustava ventilacije rezervoara (AKF sustav) [6]	39
Tablica 4. Dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 1 [6].....	44
Tablica 5. Dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 2 [6].....	47
Tablica 6. Dijagnostičke instrukcije sustava recirkulacije ispušnih plinova [6]	52
Tablica 7. Dijagnostičke instrukcije – katalizator [6]	63
Tablica 8. Dijagnostičke instrukcije – Lambda sonda [6].....	68
Tablica 9. Dijagnostičke instrukcije – uzroci izostanka paljenja [6]	72
Tablica 10. Greške i načini otklanjanja (PEUGEOT 208)	91
Tablica 11. Greške i načini otklanjanja (MAZDA 3).....	92

POPIS KRATICA

CBM (*engl. Condition Based Maintenance*) – održavanje po stanju

SPM (*engl. Shock Pulse Method*) – metoda udara pulsa

ADS (*hrv. Automatizirani Dijagnostički sustav*)

OBD (*engl. On-Board Diagnostics*) – autodijagnostika

ABS (*njem. Antiblockiersystem*) – sigurnosni sustav za sprječavanje blokiranja kotača

CKP (*engl. Crankshaft Position Sensor*) – senzor položaja koljenastog vratila

CMP (*engl. Camshaft Position Sensor*) – senzor položaja bregaste osovine

MAF (*engl. Mass Airflow Sensor*) – senzor masenog protoka zraka

MAP (*engl. Manifold Absolute Pressure*) – senzor apsolutnog tlaka u cjevi

IAT (*engl. Intake Air Temperature*) – senzor temperature dovodnog zraka

CTS (*engl. Coolant Temperature Sensor*) – senzor temperature rashladne tekućine

TPS (*engl. Throttle Position Sensor*) – senzor položaja leptira za gas

MIL (*engl. Malfunction Indicator Lamp*) – lampica indikatora greške

SDS (*hrv. Samodijagnostički Sustav*)

DCL (*engl. Data Communication Link*) – veza za prenošenje podataka

PVA (*engl. Portable Vehicle Analyser*) – prijenosni analizator vozila

VAN (*engl. Vehicle Area Network*) – mrežno područje u vozilu

BEAN (*engl. Body Electronics Area Network*) – mrežno područje elektronike

VPW (*engl. Variable Pulse With Modulation*) – promjenljiv puls s podešavanjem

PWM (*engl. Pulse With Modulation*) – puls s podešavanjem

CAN (*engl. Controll Area Network*) – mreža za prijenos podataka u vozilu

ISO (*engl. International Standard Organization*) – međunarodna organizacija za normizaciju

SAE (*engl. Society of Automotive Engineers*) – društvo automobilskih inženjera

ECU (*engl. Engine Control Unit*)- elektronička kontrolna jedinica

LIN (*engl. Local Interconnection Network*) – lokalna mreža za međupovezivanje

TTP (*engl. Time Trigered Protocol*) – vremenski aktiviran protokol

GPS (*engl. Global Positioning System*) – sustav za globalno pozicioniranje

GSM (*engl. Global System for Mobile Comunnication*) – globalni sustav za mobilnu komunikaciju

MOST (*engl. Media – Oriented Systems Transport*) – visokobrzinska multimedijaska tehnološka mreža automobilske industrije

ARV (*engl. Automatic Recirculation Valve*) – ventil za dodatni zrak

EUV (*engl. Exhaust Gas Recirculaton*) – ventil za regulaciju ispušnih plinova

LMS (*engl. Liquid Moldin System*) – senzor masenog protoka

SAŽETAK

U radu je prikazan postupak dijagnostike automobila kao strategija održavanja po stanju. U prvom dijelu rada opisana je teorija održavanja automobila, a u drugom dijelu na praktičnom primjeru opisana je i sama provedba dijagnostičkog postupka. U uvodnom dijelu opisane su strategije održavanja po stanju u općem slučaju. U nastavku su navedeni i opisani pojedini dijagnostički sustavi te načini održavanja pojedinih komponenti automobila. Nakon toga slijedi prikaz najkorištenijih dijagnostičkih softverskih alata koji se koriste kao pomoć kod provođenja same dijagnostike. U zadnjem dijelu na konkretnom primjeru tj. na tri različita tipa automobila prikazan je postupak dijagnostike automobila pomoću softverskog alata autoaid Internet Diagnose+, dijagnostičkog uređaja i prijenosnog računala te su navedene greške koje su se javile i načini njihovog otklanjanja.

SUMMARY

This work shows procedure of condition based maintenance (CBM) car diagnostics. The first part of his paper describes basic theory of car maintenance while in the second part is implemented diagnostics procedure on specific vehicles. In introduction are described strategies of condition based maintenance in general. In continuation are listed and described some diagnostics systems and maintenance methods of some car components. After that is given a list of the most widely used diagnostics softwares who are huge help in diagnostics procedure. In the last part on the real example (three different types of car) is shown diagnostics procedure, the resulting errors and corective actions with help of software package autoiad Internet Diagnose+, diagnostic tool and laptop.

1.UVOD

[2]

Osnovna zadaća održavanja je održavanje radne sposobnosti tehničkih sustava kako bi isti obavljali svoju osnovnu funkciju. Termin održavanje (engl. maintenance) koristi se u različitim situacijama u svakidašnjem životu. Tako se može govoriti o održavanju industrijskih postrojenja (strojeva i uređaja), o servisiranju vlastitih proizvoda (proizvodi organizacije), o održavanju radne sredine, održavanju infrastrukture, održavanju javne higijene, održavanju zdravlja, o održavanju javnih objekata itd.

U postupcima održavanja koriste se različite metode i pristupi. S obzirom na to da se tehnički sustavi mogu naći u dva stanja, stanje "u radu" i stanje "u kvaru", odnosno tehnički sustav je ispravan ili neispravan, a svi kvarovi koji se mogu pojaviti, po prirodi su stohastički. Iz ovakvog prilaza održavanju definiraju se tri osnovne metode održavanja tehničkih sustava:

- Metode preventivnog održavanja gdje se smatra da je stvarno stanje sastavnih elemenata i sustava u većini slučajeva poznato
- Metode korektivnog održavanja gdje se smatra da stanje sastavnih elemenata ili sustava u cjelini nije poznato dok se ne poduzme konkretno održavanje ili dok se ne pojavi kvar
- Kombinirana metoda (preventivno-korektivna metoda)

1.1.Preventivna metoda održavanja

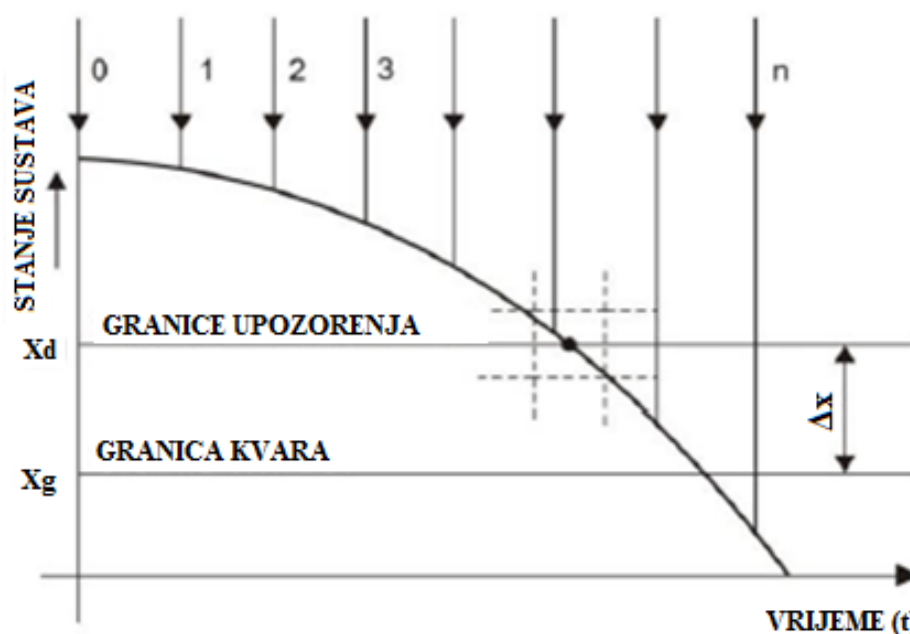
Pod pojmom preventivnog održavanja podrazumijeva se niz postupaka za sprečavanje stanja "u kvaru", odnosno za održavanje tehničkog sustava u granicama funkcionalne ispravnosti i to u određenom vremenskom intervalu.

1.1.1. *Održavanje po stanju*

Održavanje po stanju je oblik preventivnih aktivnosti jer se izvodi prije nastanka kvara, ali je inicirano kao rezultat poznavanja stanja postrojenja ili njegovih komponenata – stanja koje nam je poznato kroz određeni vid kontrole. Znači, kod održavanja po stanju kontinuirano se prate definirani parametri i intervenira se samo onda ako je određena mjera izvan određenih granica. U slučajevima gdje je stopa kvara konstantna i kad se želi izvoditi preventivno održavanje, treba odabrati održavanje po stanju.

Teoretska postavka metoda održavanja po stanju zasniva se na "pregledu stanja", odnosno na diskretnom ili kontinuiranom "praćenju stanja" sastavnih elemenata sustava, te na uočavanju ili prognoziranju vremenskog trenutka dostizanja graničnih vrijednosti parametara stanja. Prema rezultatima pregleda, odnosno "provjere stanja", poduzimaju se postupci održavanja s odgodom.

Princip održavanja po stanju ilustriran je na slijedećoj slici (Slika 1). Stanje promatranog elementa se pogoršava u odnosu na početno stanje i potrebno je "provjeriti stanje". Može se provoditi kontinuirano praćenje promjene parametara stanja ili diskretna "provjera stanja" s verifikacijom stanja, pri čemu je bitna identifikacija nulte "provjere stanja" i određivanje "početnog stanja".



Slika 1. Ilustracija principa održavanja prema stanju [2]

Slika 1. prikazuje jedan od mogućih slučajeva zakonitosti promjene parametara stanja s dinamikom "provjere stanja", gdje su definirane i granice upozorenja (X_d) i granice kvara (X_g) koje se utvrđuju pokusima i prezentiraju se u normativno-tehničkoj dokumentaciji sustava. Granica upozorenja predstavlja tzv. dopuštenu vrijednost parametara stanja (X_d), a određuje se kao jedna od relevantnih pokazatelja modela održavanja po stanju s provjerom parametara. Granice upozorenja i kvara definiraju "signalizirajuću toleranciju" (Δx) koja određuje stupanj osjetljivosti odabrane dijagnostičke metode na parametar stanja i njegovu identifikaciju u skladu sa zakonom promjene stanja promatranog elementa.

Postupci održavanja po stanju se provode kada se prijeđe dopuštena razina parametara stanja (X_d). Vremenski period (Δt) mora biti dovoljno dug da bi se poduzelo održavanje po stanju i spriječila pojava stanja "u kvaru", ali ne i predug jer bi to povećalo održavanje te bi dovelo u pitanje primijenjeni model održavanja po stanju.

Osnovni princip održavanja po stanju je "stabilizacija" parametara stanja, tj. sprječavanje njegovog izlaska iz dopuštenih granica, odnosno iz "signalizacijske tolerancije".

Kriterij za primjenu održavanja po stanju može se odrediti iz odnosa dinamike "provjera stanja" (Δt) i srednjeg vremena rada sastavnog dijela sustava do kvara (t_m) (engleski MTBF). Ima smisla primijeniti održavanje po stanju kada raspored povoljnih tokova stanja ima široko rasipanje. U toj situaciji dužina intervala "provjere stanja" (Δt) znatno je manja od MTBF (t_m).

Tehnički sustavi u gospodarstvu pružaju mogućnost primjene većeg broja modela održavanja prema stanju. U optičaju su najčešća dva modela:

- održavanje prema stanju s kontrolom parametara
- održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti

Održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti sastoji se u prikupljanju, obradi i analizi podataka o razini pouzdanosti sastavnih komponenata ili sustava i razradi o potrebnim planskim aktivnostima održavanja. Kod održavanja po stanju s kontrolom razine pouzdanosti, kriterij stanja sastavnih dijelova i sustava u cjelini je dopuštena razina pouzdanosti (R_d), koja se najpotpunije izražava intenzitetom kvara, a utvrđuje na bazi ispitivanja upotrebe sustava od 3 do 5 godina. Sustav se koristi bez ograničenja resursa za održavanje sve dok je stvarna razina pouzdanosti (R_s) veća od dopuštene razine pouzdanosti. U slučaju kada postane $R_s < R_d$, mora se ispitati uzrok kvara ili uvesti model održavanja po stanju s provjerom parametara. [2]

Održavanje po stanju s kontrolom parametara predviđa stalnu ili periodičnu kontrolu i mjerenje parametara kojima se određuje funkcionalno stanje sastavnih dijelova ili sustava. Rješenje o aktivnostima održavanja donosi se kada vrijednost kontroliranih parametara dostigne "granicu upotrebljivosti", odnosno pred kritičnu razinu.

1.1.2. Dijagnostika - osnova održavanja po stanju

Termin dijagnostika, odnosno, dijagnoza, se javio najprije u medicinskim znanostima, gdje ima široko značenje. Potječe od grčke riječi diagnosis, koja znači prepoznavanje (zaključivanje) i ocjenjivanje. Dijagnostika u održavanju treba ustvrditi stanje sustava ili dijela sustava bez njegovog demontiranja, a poželjno je i bez zaustavljanja. Okosnica dijagnostike je mjerenje stanja sustava, odnosno mjerenje odabranog parametra. S

usporedbom dijagnostičkih parametara (mjerni rezultati), s unaprijed definiranim graničnim vrijednostima, donosi se odluka o stanju sustava te je li potrebna zamjena ili popravak nekih komponenti. Ako nije, pokušava se predvidjeti koliko će dugo sustav raditi ispravno.

Provjera stanja može biti kontinuirana ili periodička. Kontinuirana provjera se radi stalno i obavlja ju neki uređaj. Periodička provjera se obavlja u pravilnim vremenskim razmacima, a može ju obavljati uređaj ili čovjek.

Neke od osnovnih dijagnostičkih metoda: ispitivanje šuma i buke, vizualne metode, penetrantske metode, magnetske metode, ultrazvučne metode, kapacitivne metode, mjerenje vibracija, SPM – Shock Pulse Method te ostale metode.

1.2. Dijagnostika kao sastavni dio održavanja motornih vozila

[1]

Dijagnostika vozila predstavlja objektivnu metodu utvrđivanja stanja u kojem se ono nalazi. Postavljanje dijagnoze je postupak koji prethodi svakoj operaciji održavanja, tj. predstavlja njenu prvu fazu. Dijagnostikom se uglavnom obuhvaćaju postupci utvrđivanja stanja i njegovih uzroka, koji se temelje na primjeni sredstva dijagnostike. U toku procesa korektivnog održavanja zahvalno je koristiti tzv. dijagnostičke algoritme. Oni ukazuju na moguće načine otklanjanja uočenih neispravnosti (otkaza). Postavljanje dijagnoze služi da se utvrdi da li je vozilo ispravno ili ne i da se utvrde uzroci eventualne njegove neispravnosti. Znači, postavljanje dijagnoze vozila se, u suštini, svodi na uspostavljanje veze između vozila i njegovog otkaza i utvrđivanje stanja u kome se vozilo nalazi, a na osnovu unaprijed utvrđene funkcije kriterija. U toku procesa dijagnosticiranja neophodno je napraviti spisak simptoma i spisak otkaza koji se mogu manifestirati preko navedenih simptoma. Pri tome neophodno je utvrditi uzročno-posljedične veze između simptoma i otkaza. Nazivi i načini otkrivanja otkaza moraju također biti precizno definirani. Kada su sve ove aktivnosti uspješno završene pristupa se formiranju dijagnostičkog algoritma. Ukoliko se prethodno definirani proces dijagnosticiranja automatizira, onda se radi o tzv. automatiziranom dijagnostičkom sustavu (ADS). Jedna od najvažnijih komponenata logističke podrške korištenja vozila je njegovo održavanje. Ako se to ima u vidu, onda je jasna upotreba usavršavanja postupka održavanja.

Osoba koje provodi postupak dijagnosticiranja vozila mora poznavati strukturu vozila i značenje mnogobrojnih simptoma da bi uspješno utvrdilo stanje u kojemu se vozilo nalazi. Konceptija održavanja vozila prema stanju je jedina ispravna, ali i ne uvijek primjenjiva. Suvišno je govoriti o neophodnosti upotrebe najsuvremenijih dijagnostičkih tehnologija i informatičkih sustava, jer njihovom primjenom se povećava kvaliteta korištenja vozila i smanjuju ukupni troškovi njegovog životnog ciklusa.

Da bi se utvrdilo stanje motornog vozila neophodno je vršiti mjerenja dijagnostičkih parametara. Rezultati mjerenja mogu biti izraženi u vidu diskretnih brojeva, analognih signala ili u nekom drugom obliku koji je pogodan za usporedbu sa zadatim dijagnostičkim normativom. Nazivna vrijednost predstavlja idealnu vrijednost dijagnostičkog parametra. Dozvoljena odstupanja predstavljaju dijagnostički normativ. Kada vrijednost dijagnostičkog parametra padne ispod vrijednosti dijagnostičkog normativa riječ je o pojavi neispravnosti, ali vozilo može biti još uvijek radno sposobno sve dok vrijednost dijagnostičkog parametra ne padne ispod granične vrijednosti, kada prestaje radna sposobnost. Dijagnostički parametri su parametri izlaznog procesa vozila (fizički i kemijski procesi koji se javljaju u toku rada vozila) koji nose dovoljno kvalitetnu informaciju o stanju vozila. [4]

2. DIJAGNOSTIČKI SUSTAVI

Kako je promjena stanja uzročnik pojave otkaza, to je veoma značajno utvrđivanje stanja i predviđanje perioda rada promatranog sustava do pojave otkaza. Visoko zahtijevana razina pouzdanosti transportnih sredstava uvjetuje kvalitetne pravovremene intervencije u cilju otklanjanja mogućih uzroka otkaza, a u slučaju pojave, putem točnog definiranja otkaza, i njihovo efikasno otklanjanje. Na prvom mjestu, neophodne su kvalitetne metode za utvrđivanje stanja. Mjerenje putem rasklapanja sklopova i uređaja, s obzirom na složenost konstrukcije suvremenih transportnih sredstava, zahtijeva znatne troškove i povezano je sa problemom narušavanja prvobitne sprege, čime se znatno smanjuje vijek trajanja. To je uvjetovalo razvoj metoda i uređaja kojima se određuje stanje nekog tehničkog sustava „bez rasklapanja“, na osnovu indirektnih obilježja. Tako je razvijena dijagnostika. Pod dijagnostikom se podrazumijevaju pregledi motornog vozila u toku redovnog održavanja, kojima se utvrđuje njegovo stanje ili, u slučaju pojave otkaza, uzroci otkaza, pomoću uređaja koji su stalno ugrađeni na transportnom sredstvu ili se na njega postavljaju u toku tog ispitivanja, a povezani su sa uređajem za dijagnostiku. Proces dijagnostike motornog vozila sastoji se iz obavljanja niza operacija u cilju utvrđivanja stanja objekta dijagnostike u danom momentu, određivanja njegovog stanja u budućnosti, kao i određivanje stanja u kome se nalazio u prošlosti. U zavisnosti od tehničkog stanja, koje je potrebno utvrditi dijagnostika omogućuje: Provjeru ispravnosti sustava ili sastavnih dijelova; Provjeru radne sposobnosti sustava; Provjeru funkcioniranja sustava; Istraživanja otkaza. Osnovne pretpostavke dijagnostike su: Poznavanje fenomena procesa koji se dijagnosticira; Poznavanje metoda, tehnika i mogućnosti koje se koriste za mjerenje raznih mehaničkih veličina; Poznavanje metoda obrade izmjerenih veličina; Priprema poslova, odnosno prikupljanje informacija o objektima koji se dijagnosticiraju; Izbor neophodne opreme; Izrada plana mjerenja i obrade rezultata. [4]

Broj različitih tipova i modela automobila je u porastu. Udio elektronike raste također. Zato je dijagnostika postala vrlo važna u cilju ostvarivanja pouzdanosti i efikasnosti novih modela

vozila. Tako je nastao novi vid samo-dijagnostike sustava vozila, koji tijekom eksploatacije, vrši mjerenja i bilježenja određenih pokazatelja, i u slučajevima otkaza signalizira vozaču preko sijalice na instrument ploči da je došlo do otkaza. Zbog toga je taj vid dijagnostike dobio naziv dijagnostika u vozilu (OBD). Kod takve dijagnostike vozila serviser treba samo, uz pomoć odgovarajućih uređaja, pročitati listu dijagnosticiranih neispravnosti. Ovdje treba biti oprezan, jer korisnik može dobiti informaciju da je određeni sustav neispravan i ako to nije slučaj. U tom slučaju uvijek je neophodno točno utvrditi da li je nastala neispravnost analiziranog sustava ili je nastala neispravnost senzora kojim se mjeri kvaliteta rada analiziranog sustava. [4]

2.1. Autodijagnostički sustav OBD

[2][3][6]

U posljednjih dvadesetak godina u automobilske industriji izvršena je masovna primjena elektronskih sustava na vozilima u cilju smanjenja emisije ispušnih plinova, smanjenja potrošnje goriva, poboljšanja performansi vozila, povećanja stabilnosti, sigurnost i komfora. S jedne strane sve stroža zakonska regulativa o smanjenju emisije štetnih ispušnih plinova, a s druge strane zahtjevi kupaca vezani za karakteristike i dodatnu elektronsku opremu u vozilima, doveli su do tehničke opremljenosti vozila koja zahtjeva stručan servisni kadar.

Osnovni cilj uvođenja elektronskih sustava na vozila bio je vezan za zahtjev smanjenja emisije ispušnih plinova i pojednostavljenje popravke vozila. Automobilska industrija nazvala je taj sustav „**On Board Diagnostic-OBD**” (autodijagnostika).

Osnovni princip auto-dijagnostike se zasniva na tome da svaki modul u automobilu (motor, ABS, climatronic itd.) ima memoriju u koju se zapisuju sve greške ili kvarove koji su nastali tijekom vožnje. Uz pomoć dijagnostičkog programa mogu se očitati podaci iz te memorije pa je kvar na taj način vrlo lako pronaći, a da se ne ide u detaljniju demontažu ili rastavljanje motora.

Za primjenu dijagnostike potrebno je računalo kojim se povezuje na tehnički sustav. Kodove pogrešaka računalo nekog sustava zapisuje u svoju memoriju kada primijeti neku nelogičnost u radu. Kod se sastoji od slovne oznake i broja, te od vrlo kratkog i šturog opisa u obliku nekoliko riječi. Ono upućuje korisnika (npr. automehaničara) na pogrešku u točno određenom dijelu sustava, ali to ne znači da pokazuje koji rezervni dio treba zamijeniti ili gdje je možda greška u ožičenju.

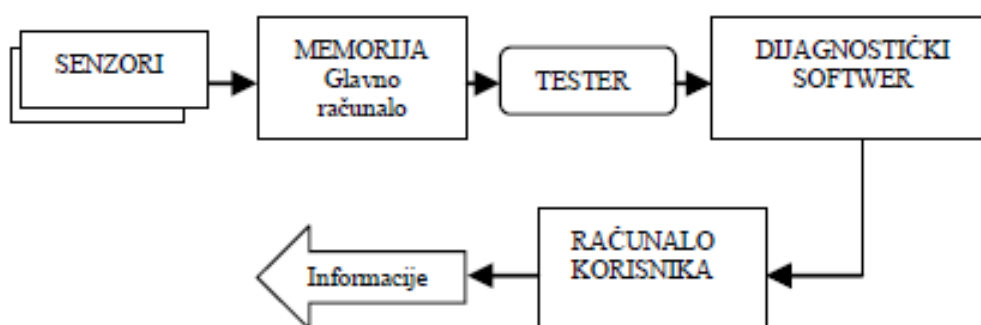
Korisnik počinje s dijagnostikom i traži pogrešku na onom dijelu sustava na kojem mu je ukazao kôd greške. Koristeći tehničke informacije koje se odnose samo na točno određeni sustav i model automobila na kojem se radi dijagnoza, korisnik počinje s nizom mjerenja

(obično su to mjerenja napona i otpora u pojedinom strujnom krugu). Uspoređivanjem podataka iz tehničkih informacija dolazi se do rješenja i utvrđivanja mjesta kvara na sustavu.

Dijagnostika na elektronski reguliranim sustavima današnjih automobila je nemoguća bez pomoći prijenosnog računala i tehničke informacije proizvođača automobila (uz poznavanje principa rada sustava). Kod računalom reguliranih sustava česte su povremene pogreške. To su pogreške koje nisu konstantne, nego se ponekad ili povremeno pojavljuju. Ako se radi standardna procedura dijagnoze dok greška nije prisutna, tehničke informacije mogu uputiti serviseru na krivo rješenje. Stoga prijenosna dijagnostička računala mogu snimati ulazne i izlazne parametre nekog sustava tijekom njegova rada, te se pregledom snimke (uspoređivanjem snimljenih podataka s onima iz tehničke informacije) može doći do zaključka i ispravne dijagnoze.

Osim očitavanja memorije grešaka, dijagnostički programi mogu prikazivati sve fizičke veličine tijekom rada motora ili vožnje, kao što su broj okretaja, temperatura motora, pritisak ulja, volumen usisnog zraka, tlak turbine, trenutna potrošnja goriva, fazni pomak itd. Osim praćenja stanja, dijagnostički programi mogu raditi i razne adaptacije kao što su namještanje „ler“ gasa, resetiranje servisnih intervala, uključivanje i isključivanje određenih komponenti, „fleširanje“ instrument ploče ili motornog kompjutera, kodiranje novih ključeva itd.

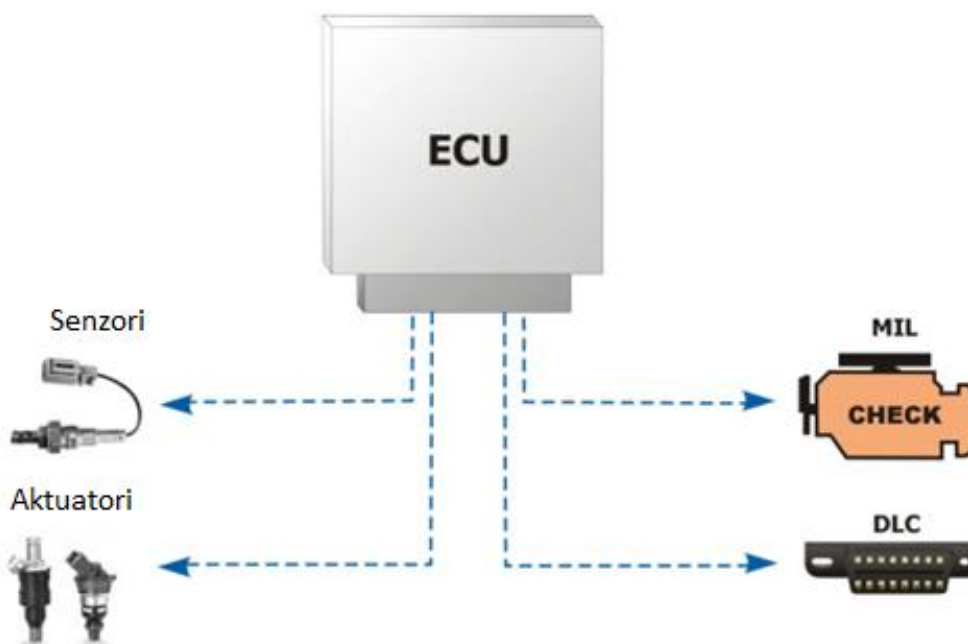
Osim na motoru i ABS-u, kod današnjih automobila dijagnostikom je moguće pristupiti automatskom mjenjaču, klimi, zračnim jastucima, centralnoj bravi, navigacijskom sustavu, sustavu za nadzor unutrašnjosti vozila, sustavu protiv proklizavanja, sustavu protiv krađe, xenon sustavu, instrument ploči, električnim uređajima itd. Postupak auto-dijagnostike prikazan je na slijedećoj slici (Slika 2). Bez dijagnostičkih uređaja i programa danas je teško, a sutra će biti nemoguće baviti se održavanjima i popravcima automobila.



Slika 2. Postupak autodijagnostike [2]

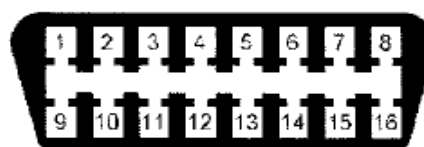
Neki noviji automobili imaju u sebi i desetak računala koji reguliraju i prate rad pojedinih uređaja i sustava. Kada dođe do kvara, potrebno je pročitati, pronaći kvar i kasnije poništiti greške koje su ostale spremljene u memoriji elektronskog uređaja automobila (ECU) (Slika

3), a to se ne može bez adekvatnog auto-dijagnostičkog instrumenta. Da bi sustav funkcionirao, uz dijagnostički softver treba i računalo. Najpraktičnije je za ovu svrhu koristiti prijenosno računalo, ali nije neophodno.



Slika 3. ECU sustav

Može se koristiti i stolno računalo na udaljenosti od automobila do 10 metara. Na računalo treba instalirati program za dijagnostičku kompatibilnost s dijagnostičkim softverom. Dijagnostički softver je modul koji omogućava spajanje računala i automobila koji posjeduje OBD II (SAE J1962) dijagnostički priključak (Slika 4) i komunicira prema određenom protokolu. Uz instaliran dijagnostički program računalo postaje sofisticirani uređaj za dijagnostiku sa svim funkcijama namjenskog uređaja.



1 - Prazna	9 - Prazna
2 - J1850 bus	10 - J1850 bus
3 - Prazna	11 - Prazna
4 - Masa/Šasija	12 - Prazna
5 - Masa/Signal	13 - Masa/Signal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 K-Line	15 - ISO 9141-2 L-Line
8 - Prazna	16 - Bat. 12V

Slika 4. Dijagnostički priključak (raspored spajanja) [2]

Najvažniji senzori motora:

1. senzor radilice motora – CKP senzor (Crankshaft Position Sensor)
2. senzor bregaste osovine – CMP senzor (Camshaft Position Sensor)
3. senzor protoka zraka – MAF senzor (Mass Airflow Sensor)
4. senzor tlaka zraka – MAP senzor (Manifold Absolute Pressure)
5. senzor temperature zraka – IAT senzor (Intake Air Temperature)
6. senzor vibracija unutar motora – KNOCK senzor
7. senzor kisika – Lambda sonda (Oxygen sensor)
8. senzor temperature rashladne tekućine - CTS senzor (Coolant Temperature Sensor)
9. senzor pozicije leptira gasa – TPS senzor (Throttle Position Sensor)

OBD II utičnice isključivo su smještene unutar vozila, i to maksimalno 90 cm od vozača. Smješteni su s donje strane prednje armature, a mogu se vidjeti ili biti pokriveni plastičnim poklopcima. Rjeđe se nalaze u sredini konzole, pored ručne kočnice ili iza pepeljare.

OBD II dijagnostikom može se napraviti kompletan test elektroničkih komponenata motora, a pojedinim programima čak i više od toga. Već samo osnovni programi omogućuju čitanje vrijednosti svih senzora za vrijeme rada motora vozila.

OBD sustavi moraju izvršiti slijedeće zadatke:

- Nadzor svih komponenti od utjecaja na sastav ispušnih plinova i funkcioniranje pogona vozila
- Otkrivanje odstupanja i grešaka
- Memoriranje grešaka i informacija o stanju
- Prikazivanje grešaka

Ciljevi OBD sustava

- Stalni nadzor svih komponenti i sustava od utjecaja na sastav ispušnih plinova
- Trenutno otkrivanje i prijavljivanje bitnih grešaka zbog kojih bi se emisija pogoršala
- Postizanje male emisije štetnih plinova tijekom cijelog njenog radnog vijeka

Prate se slijedeći parametri:

- Jačina struje na priključku sa masom, veza sa pozitivnim polom i prekidi
- Ulazni i izlazni signali sa senzora i aktuatora
- Vjerodostojnost signala

Ono što je važno jesu moguće posljedice grešaka:

- Odstupanje od nominalne vrijednosti
- Greške koje značajnu povećavaju emisiju štetnih materija
- Greške koje mogu izazvati oštećenja motora ili katalizatora

Opseg funkcija se kreće od beznačajnih korekcija, preko primjene rezervnih vrijednosti, aktiviranje lampice – indikatora greške (MIL) i smanjenje performansi, do rada u pomoćnom režimu za slučaj neispravnosti (režim „limp home“).

Sustavi čiji je rad neprekidno pod nadzorom

Nadzor slijedećih parametara se vrši neprekidno:

- Neravnomjeran rad (izostanak paljenja ili sagorijevanja)
- Sustav za gorivo (prilagođavanje smjese, vremena ubrizgavanja)
- Električna vozila svih komponenti odgovornih za sastav ispušnih plinova
- Karakteristike signala lambda sonde

Rad sustava koji su neprekidno pod nadzorom prati se bez obzira na temperaturu i odmah nakon pokretanja motora. Greške u radu odmah dovode do aktiviranja lampice – indikatora greške.

Sustavi čiji je rad povremeno pod nadzorom

Sustavi i komponenti čiji rad zavisi od određenih radnih uvjeta kontroliraju se tek kada se postigne i premaši neki režim rada, određenih okretaja, opterećenje ili temperatura motora.

U komponente čiji se rad povremeno nadzire spadaju:

- Katalizator/grijanje katalizatora
- Lambda sonda/grijanje lambda sonde
- Sustav dodatnog zraka
- Ventilacija rezervoara za gorivo/filter od aktivnog ulja
- Recirkulacija ispušnih plinova (EGR)

Ciklus vožnje

Da bi se mogla izvršiti dijagnostika nekog sustava, u cilju točnih rezultata nadzor funkcioniranja se mora obaviti pod određenim uvjetima (ciklus vožnje). Na primjer, ako se vozilo koristi samo na kratkim relacijama u gradskom prometu, provjera svih sustava može potrajati.

Slučajevi kada je dijagnostička funkcija isključena

Pod određenim uvjetima bi moglo doći do pogrešne dijagnoze. Da bi se spriječili takvi slučajevi, dijagnostičke funkcije mogu biti automatski isključene, na primjer pod slijedećim okolnostima:

- Nivo goriva je ispod 20% ukupne zapremine rezervoara (samo kod OBDII)
- Velika nadmorska visina (preko 2500 m)
- Temperatura okoline niža od -7°C
- Nizak napon akumulatora
- Rad nekog pomoćnog uređaja (npr. hidraulički pogon vitla)
- Detekcija neravnomjernog rada može biti isključena od strane upravljačke jedinice motora u slučaju kretanja po neravnom putu, da to ne bi bilo interpretirano kao izostanak paljenja.

Kod spremnosti (Readiness code)

Kod spremnosti je namijenjen za provjeru

- Prisutnosti komponenti ili sustava, i
- Završetka dijagnostike

Ovaj kod je uveden da bi se otkrile manipulacije. Na primjer, njime se može otkriti da li je memorija grešaka izbrisana isključivanjem akumulatora. U zavisnosti od primijenjenog dijagnostičkog uređaja, kod spremnosti je uglavnom izražen sa dva niza brojeva od po dvanaest cifara. Jedan od takvih niza brojeva ukazuje na to da li su određene komponente ili funkcije na vozilu provjerene.

0 - Komponenta nije prisutna/nije obuhvaćena testom

1 - Komponenta je prisutna/obuhvaćena je testom

Drugi niz brojeva ukazuje na status procesa dijagnostike.

0 - Dijagnostika izvršena

1 – Dijagnostika nije izvršena ili je prekinuta

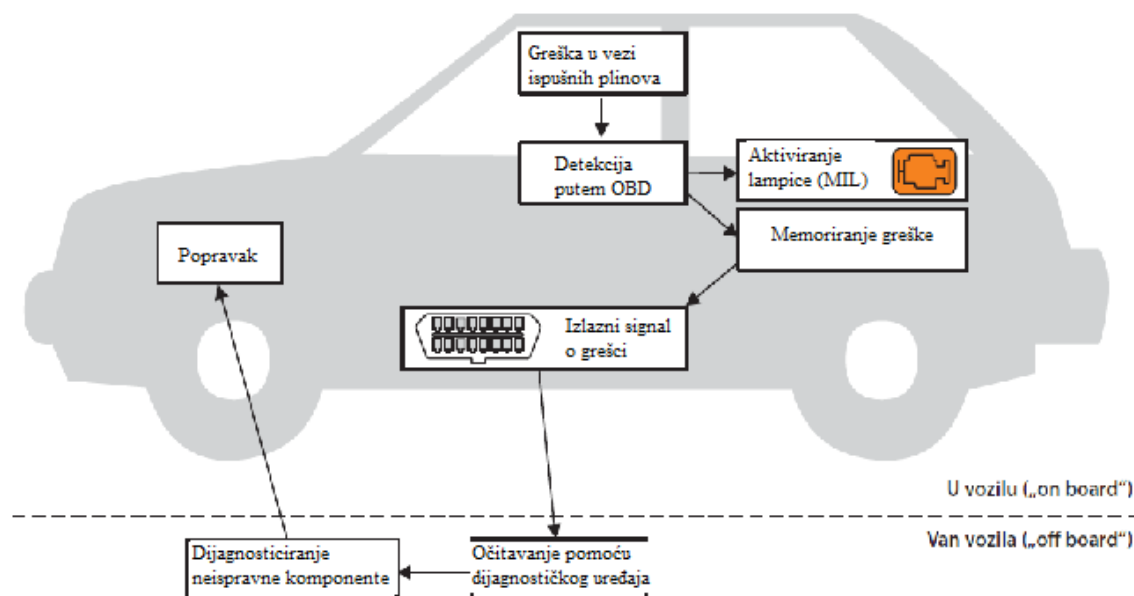
Kako, na primjer, nemaju sva vozila sustav dodatnog zraka ili sustav recirkulacije ispušnih plinova, opseg testiranja koda spremnosti zavisi od vozila. Kod spremnosti se očitava kada se primjenjuje provjera sastava ispušnih plinova. On daje informacije o tome da li je nakon posljednjeg brisanja memorije grešaka ili zamjene upravljačke jedinice bilo nekih dijagnostičkih rezultata kod svih tih sustava. Kod spremnosti ne daje podatke o tome da li postoje greške u sustavu. On ukazuje samo na to da li je proces dijagnostike pravilno završen (vrijednost je 0) ili nije izvršen (vrijednost je 1)

Dakle, da bi se mogla izvršiti dijagnostika nekog sustava, moraju vladati točno određeni uvjeti (ciklus vožnje). Na primjer, ako se vozilo koristi samo na kratkim relacijama u gradskom prometu, provjera svih sustava može duže potrajati. Da bi se kod spremnosti „izbrisao“, tj. da sve vrijednosti budu 0, mora se sprovesti taj ciklus vožnje. Granični uvjeti ciklusa vožnje razlikuju se od proizvođača do proizvođača.

Koncepcija dijagnostike vozila

OBD sustav ne kontrolira samo kvalitetu ispušnih plinova, nego se njegov rad zasniva na provjeri ispravnosti funkcioniranja komponenata koje utječu na sastav ispušnih plinova.

Na slijedećoj slici je prikazan princip rada dijagnostičke funkcije (Slika 5).



Slika 5. Koncepcija OBD sustava u vozilu [6]

- Upravljačka jedinica motora je proširena funkcijama koje obuhvaćaju OBD
- U zavisnosti od komponente, dijagnostika se vrši stalno ili ciklično
- Status izvršene dijagnostike se predstavlja preko koda spremnosti

- Greške koje utječu na emisiju ispušnih plinova se registriraju i memoriraju kao greške koje još nisu prihvaćene (odbačene greške)
- Ako se ista greška javi u narednom ciklusu vožnje pod istim uvjetima ili se ponavlja tijekom nekog vremenskog perioda, bit će označena kao potvrđena greška i memorirana i OBD- Lampica – indikator greške će se aktivirati.
- Pored tih grešaka, bit će memorirani i ostali podaci o radnim uvjetima i uvjetima okoline koji su vladali kada su se te greške pojavile (tzv. „freeze frame“).
- Ako se tijekom nadzora sustava ustanove odstupanja koja će izazvati prekoračenje dozvoljene vrijednosti emisije ispušnih plinova, ili zbog kojih može doći do oštećenja katalizatora, aktivirati će se lampica – indikator greške.
- Memorirani podaci se mogu očitavati pomoću dijagnostičkog uređaja (skenera), povezanog preko dijagnostičkog priključka. Memorirani podaci mogu biti, na primjer, kodovi grešaka, uvjeti koji su vladali u trenutku pojave neispravnosti, ostali podaci o neispravnostima i podaci o vozilu.

Lampica – indikator greške (MIL)

Lampica [Slika 6] – indikator greške (MIL) ukazuje na pojavu grešaka koje utječu na emisiju ispušnih plinova (Slika 6). Lampicu aktivira upravljačka jedinica. Postoje tri režima rada lampice: ISKLJUČENA, UKLJUČENA i TREPTANJE.



Slika 6. Lampica – indikator greške (MIL) [6]

Lampica se aktivira u skladu sa točno definiranim uvjetima:

Lampica – indikator greške će neprestano svijetliti

- Kada se uključi paljenje (provjera rada lampice)
- Ako se uoči greška prilikom autokontrole upravljačke jedinice
- U slučaju da se jave greške koje utječu na sastav ispušnih plinova, tako da se premaši 150 % dopuštene vrijednosti sastava ispušnih plinova u dva uzastopna ciklusa vožnje.

Lampica – indikator greške će treptati (1/s) ako se jave greške, kao što je izostanak paljenja, koje mogu voditi prema isključenju cilindra ili izazvati oštećenja katalizatora.

Lampica – indikator greške će se isključiti ako se greške koje utječu na sastav ispušnih plinova više ne jave u tri uzastopna ciklusa vožnje.

2.2. Dijagnostičke stanice

[1]

Složenost strukture suvremenih vozila predstavlja važan ograničavajući faktor u odnosu na univerzalnost dijagnostičke opreme, pogotovo ako se pod tim podrazumijeva mogućnost da se klasična dijagnostička oprema primjeni za utvrđivanje stanja najsuvremenijih vozila, koja su sve češće opremljena raznovrsnim kompliciranim elektronskim sustavima.

Pri razvoju dijagnostičke opreme, vodi se računa o potrebi da se osigura visoki nivo prikladnosti za upotrebu. Danas se u tehnologijama dijagnosticiranja koriste suvremeni, elektronski podržani dijagnostički sustavi, kao što su ADS ili SDS, koji su relativno usko specijalizirani, tj. prilagođeni potrebama vozila kome su namijenjeni. U upotrebi su i konvencijalna dijagnostička sredstva, koja se odlikuju visokom univerzalnošću, kao što su npr. dinamometarski valjci, sredstva za dijagnostiku sustava za upravljanje i oslanjanje itd.

Na području dijagnostike pogonskog motora vozila, primjenom suvremenih dijagnostičkih sustava, ostvareni su dobri rezultati. Kod drugih sustava vozila, primjena suvremene dijagnostičke opreme, je u manjem koraku. Intenzivno se radi na praktičnoj primjeni principa namjernog izazivanja (stimulacija) i simuliranja otkaza. Ovi principi omogućavaju širu primjenu dijagnostičkih sredstva ne samo kod pogonskog motora, već i pri utvrđivanju stanja ABS-a, sustava za klimatizaciju vozila, elektronskih komandnih uređaja kod automatskih transmisija, aktivnog oslanjanja itd. Sve više se radi na razvoju i primjeni novih dijagnostičkih sustava koji su posebno prilagođeni izvršavanje različitih dijagnostičkih funkcija kod motornih vozila. Ovakvi dijagnostički sustavi su često modularnog tipa, a poznati su pod nazivom dijagnostičke stanice. Dijagnostičke stanice su uglavnom upravljane računalom.

Dijagnostičke stanice imaju osnovnu jedinicu, koja omogućava dijagnostičaru praktičan rad na utvrđivanju stanja vozila. Kod ovih stanica postoje i dopunski moduli koji su specijalizirani za analizu ispušnih plinova kod benzinskih i dizel motora, čitanje dijagnostičkog mlaza kod auto-dijagnostičkih sustava itd. Ako je osnovna jedinica dijagnostičke stanice namijenjena za dijagnostiku kod putničkih vozila, onda postoje periferne jedinice koji omogućavaju i njeno prilagođavanje za potrebe dijagnostike kod privrednih vozila i suprotno.

Radi odgovora novim izazovima dijagnostike, koji su nametnuti primjenom na vozilima veoma različitih i kompleksnih elektronskih sustava, proizvođači dijagnostičke opreme stalno rade na usavršavanju dijagnostičkih metoda i odgovarajućih uređaja. Dijagnostičke stanice se, u tom pogledu, odlikuju zapaženom inteligencijom, odnosno visokom pogodnošću za rad. U

isto vrijeme, dijagnostičke stanice su jednostavne za rukovanje i odlikuju se velikom brzinom dobivanja vrijednih rezultata ispitivanja. Ove stanice su univerzalne i omogućavaju da se prikupljanje informacija zasniva na principima ugrađene ili priključene dijagnostičke mjerne opreme. One su prikladne za proširenje u cilju uvođenja inovacija. To se postiže bilo proširenjem osnovnog uređaja dodavanjem mikroprocesora ili drugim modifikacijama, bilo dodavanjem novih perifernih jedinica. Na taj način je omogućeno da se suvremene dijagnostičke stanice neprekidno adaptiraju prilagođavajući se budućem razvoju. Dijagnostičke stanice su opremljene monitorima, štampačima, kao i prikladnim tastaturama. Monitori služe za vizualnu komunikaciju sa dijagnostičarem, ukazujući mu na sve relevantne pokazatelje stanja, odnosno faze postupka koji se provode i neophodne instrukcije za njegovo izvršenje. Monitori često imaju ulogu osciloskopa, pomoću kojih se u digitaliziranom obliku prikazuju analizirani analogni procesi. Štampači služe za izradu izvještaja o obavljenom utvrđivanju stanja, sa podacima o podešavanjima i drugim relevantnim podacima. Sve više su u primjeni uređaji sa profesionalnim računalnim tastaturama, što omogućava dijalog višeg nivoa između dijagnostičara i opreme, jer se tako u sustavu mogu uvesti i one veličine koje u njemu nisu memorirane, odnosno vrši se selekcija informacija koje treba pisati u izvještaju.

Priključci za dijagnostički mjerni sustav predstavljaju poseban problem suvremene dijagnostike primijenjene na vozilima. Teži se standardizaciji elektronskih priključaka, koji se koriste na vozilima, uključujući i dijagnostičke priključke. Suvremene dijagnostičke stanice imaju niz prednosti u odnosu na SDS. One su u stanju protumačiti svaki dijagnostički mlaz, na osnovu čega automatski donose zaključak o stvarnom otkazu i ukazuju na način njegovog otklanjanja. Suvremene dijagnostičke stanice ne ograničavaju se samo na konstataciju o postojanju ili nepostojanju signala, predstavlja jednu od njihovih ključnih prednosti u odnosu na SDS. Dijagnostička stanica obavlja cijeli proces dijagnostike, prihvata na analizu dijagnostički mlaz, mjereći dijagnostičke parametre koji ga karakteriziraju i uspoređujući ih sa prethodno utvrđenim normativima. Posebno je značajna njihova visoka sposobnost jasnog ukazivanja na otkaz i njegove uzroke, odnosno način otklanjanja.

SDS pomaže prilikom otkrivanja nepravilnosti u radu, kao i pri alokaciji stvarnog otkaza, posebno kod sustava sa složenim funkcijama, kakvi su mnogi suvremeni elektronski uređaji na vozilima. Sve to zahtijeva postojanje mogućnosti za jasno uspostavljanje dijaloga između SDS i uređaja za očitavanje sadržaja njegove memorije. Naročito je važan dijalog sa mehaničarem, jer samo on može izvršiti potrebne postupke održavanja radi vraćanja sustava u stanje u radu. Postoje specijalni periferni uređaji za dijagnostičke stanice koji su namijenjeni baš za čitanje sadržaja memorije SDS. U isto vrijeme ovi uređaji imaju mogućnost simulacije stanja i ispitivanja simuliranog stanja, čime se vrši detekcija problema. Kada, npr. motor se ne može pokrenuti, onda se ide na takav vid simulacije kojom se simulira baš takav otkaz, a onda se traže objašnjenja za njegov nastanak. Značajno je da osnovne jedinice dijagnostičkih stanica u vidu izbornika govore dijagnostičaru moguće opcije radova koje treba poduzeti. U općem slučaju, tj. kod najvećeg broja dijagnostičkih stanica, osnovna jedinica omogućava različita mjerenja i kontrole stanja bez izgradnje konkretnih elemenata sa vozila. Još od nastanka prvih dijagnostičkih sustava pojavio se problem dijaloga između čovjeka i stroja, tj. upućivanja na prvi način izvršenja dijagnostike s obzirom na mnoštvo

različitih mogućnosti za akviziciju signala, kao i u pogledu valjanog tumačenja dobivenih rezultata. Kvaliteta dijagnosticiranja zavisi od stupnja obučenosti mehaničara-dijagnostičara.

Veliki je značaj postojanje baze podataka u okviru tzv. fleksibilnih servisnih sustava motornih vozila. U njima su smješteni podaci za podešavanje i druge relevantne brojne vrijednosti koje imaju karakter dijagnostičkih normativa ili proizvođačkih specifikacija. Banke podataka morati će sadržavati, ne samo opise pojedinih sastavnih dijelova vozila, nego i instrukcije o tome kako se otklanja određena neispravnost.

Kada je riječ o dijalogu između čovjeka i stroja, posebno treba ukazati i na dijalog između pojedinih elektronskih sustava koji se danas koriste u dijagnostici. Kod određenih dijagnostičkih sustava postoje različiti procesori koji se mogu upotrijebiti za upravljanje procesima paljenja, opskrba gorivom, kočenja, oslanjanja, upravljanja itd. Oni obično imaju dovoljno veliku memoriju, tako da mogu pamtit i podatke o raznim događajima u toku rada tih uređaja. Međutim ovi procesori nisu dovoljno inteligentni da bi bili u stanju tumačiti takve događaje. Zato postoji potreba da se omogući njihovo ispitivanje, kada se pregleda sadržaj memorije, radi utvrđivanja neispravnosti i uzroka njihove pojave. Ni jedan suvremeni elektronski dijagnostički sustav nije dovoljno univerzalan. Zbog toga je za njihovu širu primjenu neophodna viša razina znanja rukovaoca, kao i viša razina komunikacije između njega i dijagnostičkog sustava sa kojim radi. Sa stanovišta točnosti podataka koji se dobivaju primjenom suvremenih dijagnostičkih stanica naročito se ukazuje na činjenicu da svi elektronski dijagnostički sustavi imaju sposobnost autokontrole, odnosno samobaždenja prije početka rada. Ako se, pri tom, uoči bilo kakva neispravnost, uređaj će automatski na to upozoriti korisnika. Kod vozila koja nisu dovoljno prikladna za dijagnostiku, tj. koja nemaju dijagnostičke priključke, primjenjuje se prikopčavanje pomoću standardiziranih elemenata za prikopčavanje, uvodi se klasični program dijagnostike, a dobiveni rezultati se uspoređuju sa pisanim proizvođačkim specifikacijama iz odgovarajućih kataloga. Mehaničar-dijagnostičar neposredno odlučuje o tome koje ispitivanje treba primijeniti. Pri tome, izvršenje postupaka korektivnog karaktera radi otklanjanja uočenih neispravnosti obično se primjenjuje na licu mjesta. Uloga mehaničara je u tome nezamjenljiva. U vezi sa prethodno danim napomenama o primjeni ekspertnih sustava u području dijagnostike motornih vozila, može se navesti primjer dijagnostičkog sustava Sagem- Star 90, za vozila Renault. On je nastao na bazi jedne od prvih dijagnostičkih stanica sa mikroprocesorom iz 1976. godine. Kod ovog dijagnostičkog sustava se primjenjuju dijagnostički softveri, koji se oslanjaju na tehnike iz područja umjetne inteligencije i upravljanja bazama podataka koje razvija Renault. Time se znanje stručnjaka Renaulta stavlja na raspolaganje cijeloj mreži dijagnostičkih stanica. Sustav se stalno obnavlja novim tehničkim podacima. Interesantan je također dijagnostički sustav na bazi dijagnostičke stanice koji koristi firma Ford Motor Company. Riječ se o sustavu SBDS za dijagnostiku motora, karburaciju i elektruobrizgavanje. Ova dijagnostička stanica omogućava rješavanje onih problema koji se najčešće javljaju, a čija dijagnostika je obično vrlo otežana. Postoji mogućnost proširenja priključivanjem na specijalno sučelje DCL za čitanje dijagnostičkog mlaza. Sa druge strane, ovo sučelje omogućava direktno uključivanje na centralno računalo Ford-a, koji sadrži sve potrebne informacije. To je moćno dijagnostičko računalo, sa monitorom, tastaturom i čitačem kompaktnih diskova za dijagnostičke informacije. Pri tome

se na vozilo povremeno ugrađuje specijalni mjerni sustav PVA koji registrira sve nepravilnosti u toku rada vozila. Podatke sadržane u PVA obrađuje SBDS. U sustavu postoji i jednostavan uređaj CFR koji ugrađuje sam korisnik, pomoću koga se otkrivaju povremene neispravnosti, koje se inače teško dijagnosticiraju.

Dijagnostika kompletnog motornog vozila izvodi se u posebno opremljenoj dijagnostičkoj radionici. Dijagnostička radionica treba biti opremljena raznovrsnim dijagnostičkim sustavima, od kojih se neki koriste za opću provjeru stanja, kao što je npr. tzv. tehnički pregled. Sa povećanjem broja modela motornih vozila koji posjeduju ADS i SDS, kao i sa povećanjem njihove raznovrsnosti, treba omogućiti povezivanje dijagnostičkih stanica sa bazama podataka, po mogućnosti, svih proizvođača čiji su modeli zastupljeni na području koje koristi usluge dijagnostičke radionice. U tome je od velike pomoć i računalna informacijska mreža-internet.

2.3. Dijagnostika motornih vozila primjenom suvremenog dijagnostičkog sustava

[5]

U slučaju analize dijagnostike u procesu održavanja transportnih sredstava u literaturi se može naći pravilo pod nazivom „šest koraka“. Ovo pravilo se kratko može opisati kao organizirano rješavanje problema. Pravilo „šest koraka“ obuhvaća: prikupljanje podataka, analiza podataka, lociranje (otkaza) neispravnosti, pronalaženje uzroka nastanka neispravnosti i definiranje postupka za otklanjanje, otklanjanje neispravnosti, testiranje sustava u cilju provjere uspješnosti obavljanja postupka otklanjanja neispravnosti. Prikupljanje podataka obuhvaća skup aktivnosti koje su usmjerene prema prikupljanju svih relevantnih informacija koje je neophodno poznavati da bi se nastala neispravnost mogla uspješno otkloniti. Kao izvor danih informacija može poslužiti razgovor sa vozačem, pregled dotadašnjih aktivnosti koje su ostvarene u pogledu održavanja promatranog transportnog sredstva ili korištenje raspoloživog dijagnostičkog sustava.

Analiza podataka ima za cilj sistematizaciju prikupljenih informacija. Tu je potrebno odvojiti za dalju analizu one podatke koji mogu biti značajni za otklanjanje nastale neispravnosti. Sljedeći korak se sastoji u određivanju lokacije neispravnosti. Ovdje treba biti oprezan, jer u slučaju primjene nekog suvremenog dijagnostičkog sustava korisnik može dobiti informaciju da je određeni sustav neispravan i ako to nije slučaj. U tom slučaju uvijek je neophodno točno utvrditi da li je nastala neispravnost analiziranog sustava ili je nastala neispravnost senzora kojim se mjeri kvaliteta rada analiziranog sustava.

U praksi, veoma često, poslije lokaliziranja neispravnosti slijedi kao prvi sljedeći korak njeno otklanjanje. Prema pravilu „šest koraka“ otklanjanju neispravnosti neophodno mora prethoditi pronalaženje uzroka nastanka neispravnosti i definiranje postupka za otklanjanje. Na taj način se osim na posljedicu djeluje i na uzrok, čime se sprječava nastanak situacije u kojoj će u relativno kratkom vremenskom intervalu ponovo se pojaviti ista neispravnost na analiziranom

transportnom sredstvu. U cilju verifikacije prethodno ostvarenih koraka slijedi testiranje sustava u cilju provjere uspješnosti obavljanja postupka otklanjanja neispravnosti. Primjena pravila „šest koraka“ predstavlja neophodan preduvjet za ostvarivanje uspješne dijagnostike i uspješnog otklanjanja uočenih nedostataka na transportnom sredstvu. Na razinu uspješnosti prethodnih radnih operacija kao i na brzinu njihovog obavljanja utječe i kvaliteta primijenjenog dijagnostičkog sustava.

2.4. Tehnički preduvjeti za obavljanje dijagnostike transportnog sredstva primjenom suvremenih dijagnostičkih sustava

[5]

Uspješna primjena suvremenog dijagnostičkog sustava zahtijeva zadovoljenje određenih tehničkih uvjeta koji se baziraju na tehničkim karakteristikama korištene opreme i tehničkoj obrazovanosti radnika. Prethodni uvjeti se mogu grupirati u svoje tri osnovne grupe:

- Transportno sredstvo mora biti opremljeno sa svim potrebnim elektronskim elementima neophodnim za obavljanje dijagnostike (davači, senzori) i centralnim računalom koji se nalazi na vozilu i koji je na direktan ili indirektan način spojen sa svim elektronskim elementima,
- Neophodno je posjedovati dijagnostički uređaj koji se specijalnim kablovima spaja sa transportnim sredstvom,
- Potrebno je da radnik koji radi na poslovima dijagnostike bude kvalitetno obučen za obavljanje dijagnostike transportnog sredstva primjenom raspoloživog suvremenog dijagnostičkog sustava.

Usporedbom dijagnostičkih sustava različitih proizvođača transportnih sredstava može se uočiti strogo poštovanje prethodno definiranih uvjeta. Ono što pravi razliku između proizvođača je tehničko rješenje dijagnostičkog sustava, kao i softver koji se koristi za njegovo upravljanje. Detalji prethodnih rješenja su poznati samo proizvođaču i ovlaštenim servisima.

Proces dijagnostike podrazumijeva posjedovanje transportnog sredstva koje je opremljeno sa svim potrebnim elektronskim elementima neophodnim za obavljanje dijagnostike. Dijagnostičar prilazi vozilu sa dijagnostičkim uređajem kojeg povezuje sa centralnim računalom vozila. Povezivanje se izvodi specijalnim kablom. Dijagnostički uređaj je najčešće izrađen kao prijenosno računalo. Softver koji je instaliran u računalu dozvoljava ažuriranje, koje se može vršiti putem mreže ili instalacijom sa zaštićenog cd-a koji stiže od proizvođača. Ažuriranje je najčešće mjesečno ukoliko se radi putem cd-a, a ukoliko se radi putem mreže može biti i češće. Ažuriranje sadrži sve nove informacije vezane za eksploataciju vozila (karakteristike određenih sustava, preporuke, dosadašnja iskustva...), a sve u cilju pružanja većih mogućnosti korisniku. Prethodni podaci su opći i kao takvi se odnose na grupu vozila istih karakteristika jednog proizvođača. Osim njih tokom dijagnostike neophodno je koristiti i podatke koji su nastali kao rezultat ranijih operacija u procesu održavanja promatranog

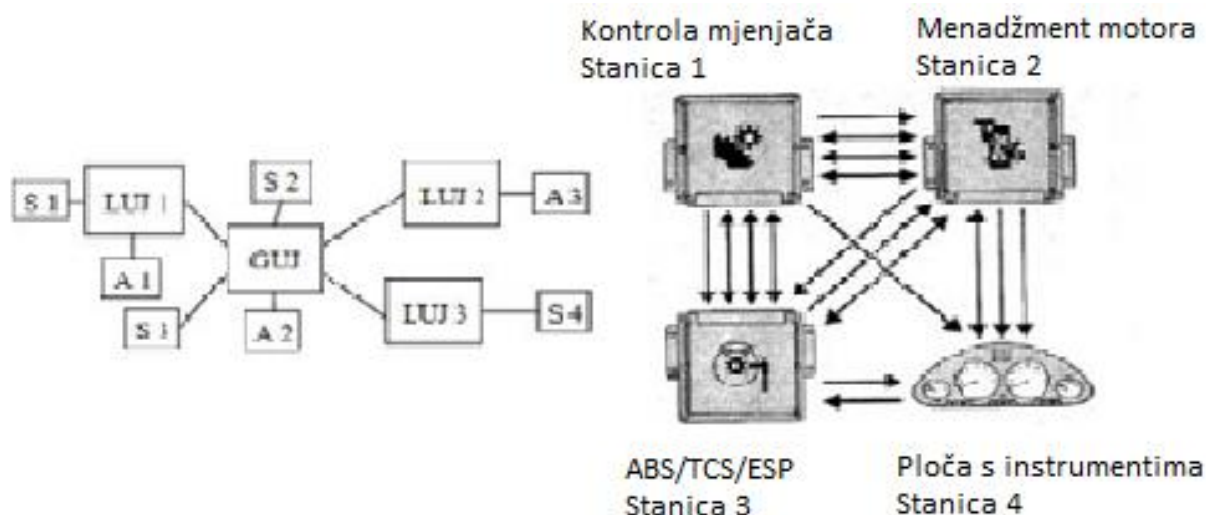
transportnog sredstva. U tom cilju potrebno je ostvariti ažuriranje sustava tijekom održavanja vozila. To znači da je neophodno zabilježiti bilo koju zamjenu ili intervenciju na vozilu.

Radnik koji radi na poslovima dijagnostike (dijagnostičar) mora posjedovati znatno veća znanja od radnika koji rade u klasičnim radionama. Kao i do sada mora posjedovati odgovarajuća znanja o karakteristikama sustava koji čine promatrano transportno sredstvo. Osim toga potrebno je i da posjeduje sposobnost korištenja računala. Također ne treba zaboraviti i potrebu osnovnog znanja najmanje engleskog jezika. Ta potreba je uvjetovana činjenicom da su izbornici dijagnostičkih softvera pisani na engleskom jeziku. Zavisno od proizvođača u ponudi su i drugi jezici.

3.UPRAVLJAČKE MREŽE MOTORNOG VOZILA

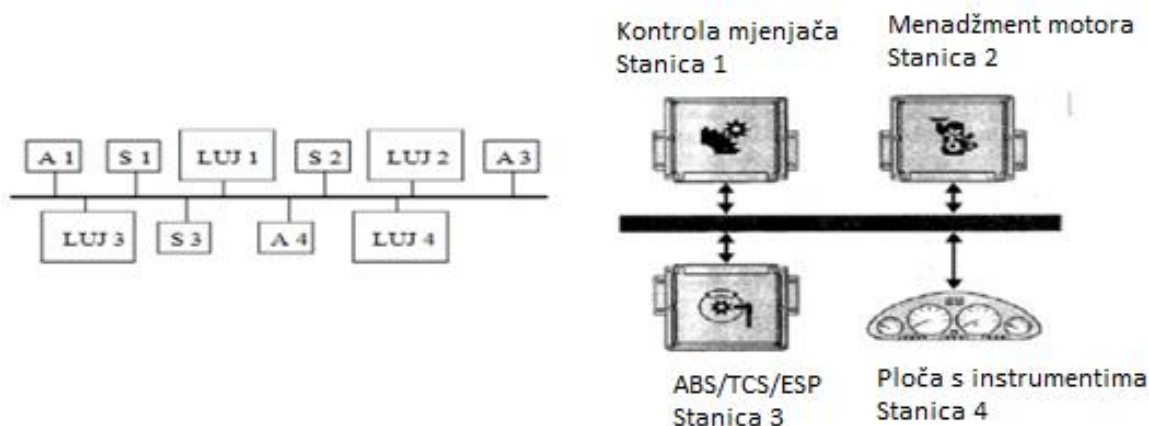
[4]

Da bi vozilo, koje ima sve veći broj različitih elektronskih sustava, funkcioniralo kao cjelina neophodno je da oni međusobno razmjenjuju informacije. To uvjetuje veoma složenu hardversku i softversku strukturu suvremenih i budućih vozila. Klasični sustav prijenosa podataka i upravljanja funkcijama vozila ima zvjezdastu strukturu, u kojoj postoji jedna centralna upravljačka jedinica, kao i više lokalnih upravljačkih jedinica, senzora i aktuatora, koje su sa centralnom jedinicom povezane preko lokalne serijske ili paralelne veze. Obrada signala senzora i komande aktuatorima može biti realizirana u glavnoj mikroprocesorskoj upravljačkoj jedinici ili u odgovarajućem lokalnom upravljačkom sustavu. Zvjezdasta konfiguracija upravljačkog sustava (Slika 7) zahtijeva da glavni upravljački sustav ima mikroprocesor velike brzine da bi obradio sve informacije koje se slijevaju u njega. Žičana instalacija za povezivanje senzora i aktuatora sa upravljačkim jedinicama je veoma složena, velike dužine, što otežava interakciju između različitih sustava, a istovremeno cijeli sustav je podložan smetnjama. Bolja kvaliteta upravljanja vozilom postiže se primjenom mreže (Slika 8), obično dvožične, na koju su priključene sve upravljačke jedinice sustava na vozilu, senzori i aktuatori, i kod koje se komunikacija odvija serijski. U njoj ne mora postojati glavna upravljačka jedinica. Vozilo se sastoji od više mrežno povezanih podsustava. Svaka grupa realizira jednu posebnu funkciju npr. elektronski sustav za upravljanje pogonskim agregatom i dinamikom vozila, elektronski sustav karoserije, navigacijski elektronski sustav... Svaki od ovih sustava sastoji se od više čvorova. Na primjer, sustav za upravljanje pogonskim agregatom i dinamikom vozila ima čvor sa elektronskim sustavom za upravljanje motorom, čvor sa elektronskim sustavom za upravljanje kočnim sustavom, čvor sa elektronskim sustavom za upravljanje vozilom, čvor sa elektronskim sustavom za upravljanje transmisijom, čvor za komandnu ploču vozača, čvor za povezivanje sa drugim podsustavima itd.



Slika 7. Zvezdasta struktura sustava upravljanja [4]

U cilju razmjene podataka svi čvorovi se povezuju komunikacijskim kanalima pomoću kojih se informacije razmjenjuju primjenjujući različite protokole. Komunikacijski kanali kod sustava koji su kritični sa stanovišta sigurnosti su duplirani pri čemu se ista informacija prijenosi po oba kanala.



Slika 8. Mrežna struktura sustava upravljanja [4]

Klasifikacija mreže se može izvršiti po različitim kriterijima. Američko društvo automobilskih inženjera (SAE) u zavisnosti od brzine prijenosa informacija kroz mrežu, podijelilo je u svojim standardima mreže na vozilima u tri klase A, B, C. Primjena multimedijских aplikacija, zahtijeva veće brzine prijenosa podataka što uvjetuje formiranje i

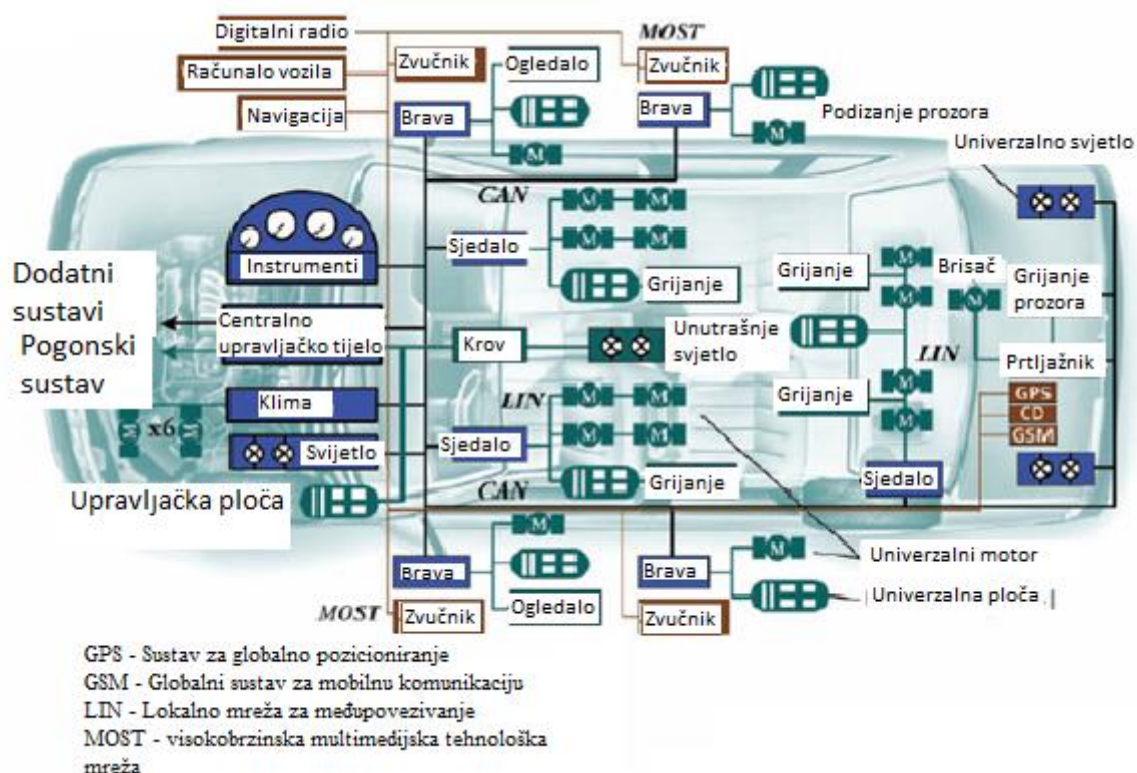
klase D. Osnovne karakteristike i namjena tih klasa dane su u slijedećoj tablici (Tablica 1). Primjena mreža u upravljanju sustavima vozila uvjetovala je potrebu za odgovarajućim protokolom za razmjenu informacija između čvorova u mreži. Pojavilo se više tipova protokola jer su proizvođači različito realizirali i nazvali protokole: Volkswagen je razvio ABUS protokol; Renault VAN protokol; Toyota BEAN protokol; General Motors J1850 VPW protokol; Ford J1850 PWM protokol itd. Lider na području mrežnih protokola za primjenu na vozilima je Bosch sa svojim CAN protokolom. Bosch je omogućio da njegov protokol bude otvoren za sve korisnike zbog čega je brzo prihvaćen i postao osnova za ISO i SAE standarde. Prema načinu na koji se pojavljuju informacije na mreži protokole možemo podijeliti na protokole upravljane događajem i vremenski upravljane protokole. Protokoli upravljani događajem rade na principu da se informacije iz nekog čvora u mreži generiraju kada dođe do promjene informacije koju šalje taj čvor tj. ako se informacija ne mijenja onda čvor ne šalje nikakvu informaciju da ne bi opterećivao mrežu. Svaki čvor u mreži ima odgovarajući prioritet i pri istovremenom slanju poruke iz dva čvora odbacuje se poruka nižeg prioriteta. Jedna od najvažnijih prednosti je zaštita od pojave grešaka u mreži i unutrašnjih grešaka posjedovanjem samokontrole. Problem kod protokola upravljanog događajem je što opterećenje mreže nije konstantno tako da se može dogoditi da poruke čvorova nižeg prioriteta budu potiskivane toliko dugo da postanu neaktualne. Protokoli upravljani događajem su CAN, LIN Byteflight...

Tablica 1. Klase mreža na vozilima [4]

Klasa mreže	Brzina prijenosa	Primjena
A	<10 kb/s	Udobnost vozača i putnika: podešavanje ogledala i sjedala, otvaranje prtljažnika, centralno zaključavanje
B	10 – 125 kb/s	Instrumenti u vozilu, brzina vozila, podaci o emisijama vozila
C	125 kb/s – 1Mb/s	Upravljanje u realnom vremenu funkcijama motora, dinamikom vozila, kočnim sustavom
D	>1 Mb/s	Upravljanje u realnim vremenom sustavom odgovornim za sigurnost putnika i vozača, multimedijske aplikacije

Mreža zasnovana na CAN protokolu ima sljedeće osobine: Svaka poruka koje se šalje pomoću mreže ima odgovarajući prioritet; Za poruke nižeg prioriteta garantira se slanje poslije određenog vremena čekanja; Mreža mora imati fleksibilnost pri dodavanju novih čvorova u mrežu; Vremenski sinkroniziran prijem i predaja svih čvorova u mreži; Promjenljiv format podataka koji se šalju mrežom; Više glavnih čvorova u mreži; Detekcija grešaka i njihovu signalizaciju; Automatsko ponavljanje neispravnih poruka čim je mreža slobodna; Razdvajanje privremenih od trajnih grešaka u čvorovima i Autonomno isključivanje neispravnih čvorova. Poruke kod vremenski upravljanih protokola, TTP šalju se u unaprijed definiranim vremenskim intervalima. Ukupno vrijeme u kome će se pojaviti sve poruke dijeli se na intervale, odjeljke, i svakom čvoru se određuje odjeljak u kome treba slati poruku. Svi

čvorovi u mreži pri tome imaju pristup mreži i mogu čitati sve ostale poruke pa i svoju poruku. Vremenski upravljani protokoli su TTP/C, FlexRay® itd. Njihova osnovna primjena je predviđena za sustave kritične sa stanovišta sigurnosti. Određenost vremenski upravljanih protokola stvara veliku pouzdanost u sustavima upravljanja uz ravnomjerno opterećenje mreže, ali otežava priključenje novih čvorova u mrežu. Dodavanje novih čvorova zahtijeva potpuno rekonfiguraciju cijele mreže. Slijedeća slika prikazuje modernu arhitekturu automobilske mreže (Slika 9).



Slika 9. Primjer moderne arhitekture automobilske mreže [4]

4.KOMPONENTE AUTOMOBILA I NAČINI ODRŽAVANJA

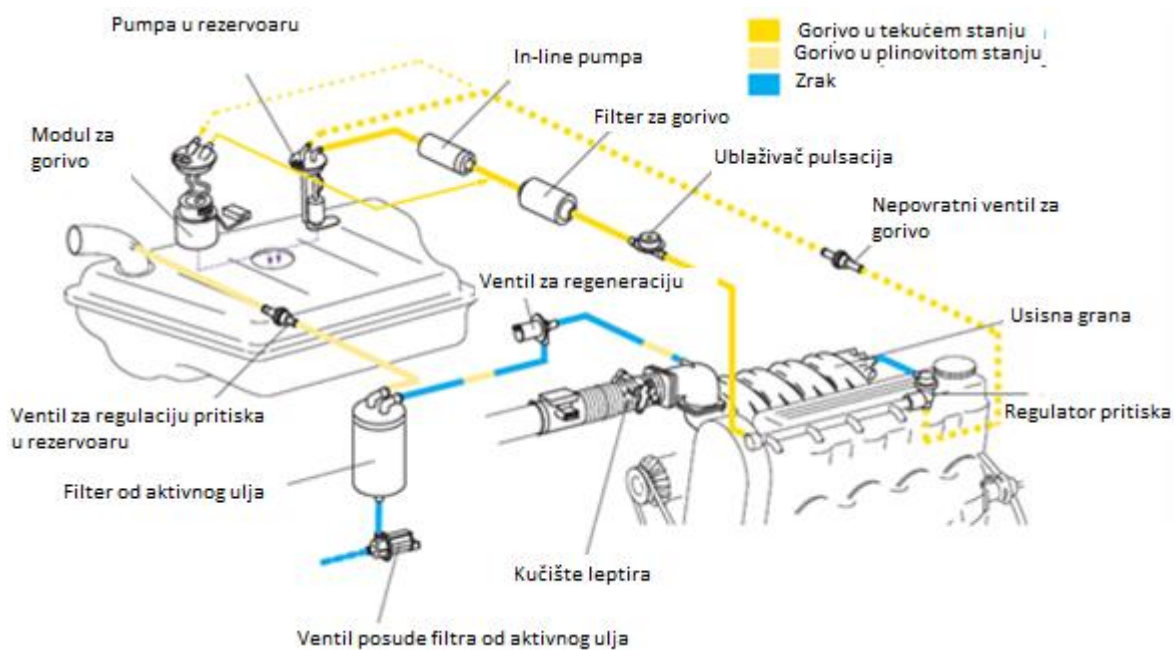
[6]

U ovom pogledu dan je pregled pojedinih sustava i načini njihove autodijagnostike (OBD). OBD je sustav koji uočava, pamti i prikazuje greške. Na taj način je moguće spriječiti teška oštećenja motora i tako izbjeći negativan utjecaj na okolinu. Dijagnostički sustav zaista može uočiti neispravnu komponentu ili nepravilno funkcioniranje, ali uglavnom ne i uzrok oštećenja niti komponentu koja je uzrok neispravnosti. Kada postoji neka neispravnost, njeno dijagnosticiranje je jednostavnije ako se očitaju kodovi grešaka i podaci vezani za tu grešku. Međutim, nije uvijek slučaj da je pravi uzrok neispravnosti komponenta na koju je dijagnostički uređaj kazao kao neispravnu. U takvim slučajevima je potrebno konzultirati se sa stručnom osobom koja dobro poznaje taj sustav. Kada se uoči greška, najprije je potrebno očitati kod greške pomoću dijagnostičkog uređaja i ispitati komponentu na koju uređaj ukazuje kao na neispravnu. Očitani kodovi grešaka pružaju važne informacije o potencijalno neispravnim modulima ili komponentama. Međutim, oni često uopće ne ukazuju na jednostavne uzroke kao što su prelomljena ili probušena crijeva vakuumu, zaglavljani ili neispravni ventili i sl.

U zavisnosti od proizvođača vozila i dijagnostičkog uređaja, moguće je izvršiti dijagnostiku aktuatora neke komponente. Preporučuje se da se prvo očita memorija grešaka, a zatim da se izvrši dijagnostika aktuatora u skladu sa preporukama proizvođača dijagnostičkog uređaja. Aktuator se aktivira u takvim intervalima da je njegov rad moguće pratiti sluhom ili dodiranjem. Ako postoji odziv koji se može čuti ili osjetiti, električna veza je u redu. Međutim, tako se ne može utvrditi nepropusnost ili zaprljanost. Električne greške u vodičima ili u samoj komponenti se u većini slučajeva pamte kao greške. Mehaničke neispravnosti kao što su nepropusnost ili zaglavljivanje ventila i slično, mogu se otkriti konvencionalnim uređajima za ispitivanje. Pri utvrđivanju neispravnosti treba posebnu pažnju obratiti na nepropusnost crijeva, loše kontakte na električnim priključcima i otpore u radu aktuatora. Nakon ispitivanja i eventualnih zamjena dijelova, memoriju grešaka treba izbrisati.

4.1. Sustav za gorivo

Da bi vozila ili strojevi pogonjeni motorom unutrašnjim izgaranjem mogli raditi potrebno im je gorivo. Komponente koje se koriste u tu svrhu spadaju u sustav za gorivo (Slika 10).



Slika 10. Shema sustava za gorivo [6]

Na slijedećoj slici su prikazane različite izvedbe pumpi za gorivo i modula za napajanje gorivom (Slika 11).



Slika 11. Različite izvedbe pumpi za gorivo i modula za napajanje gorivom [6]

4.1.1. Nadzor rada sustava

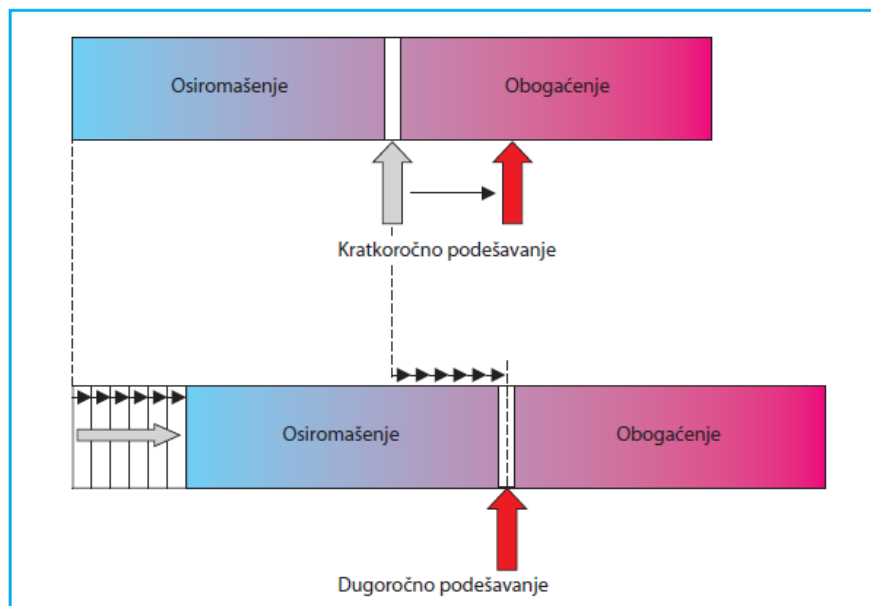
Kada su u sustavu za napajanje gorivom jave veća odstupanja, može doći do pojave sličnih neispravnosti kao u slučaju izostanka paljenja ili neravnomjernog rada: pad snage, izostanak paljenja sve dok se ne aktivira detekcija neravnomjernog rada i razrjeđivanje ulja. Neispravnost rada ili greška na nekoj komponenti koja utječe na sastav smjese i odatle na sastav ispušnih plinova, prati se putem lambda sonde. Kada se uoči greška, upravljačka jedinica će korigirati vremena ubrizgavanja. To je kratkoročno podešavanje koje se preračunava za svaku radnu točku. Automatsko podešavanje smjese omogućava nezavisno precizno podešavanje količine goriva.

Kratkoročno podešavanje

Pri promjenama vrijednosti koeficijenta viška zraka λ (npr. osiromašenje smjese), odmah se vrši korekcija smjese (u tom slučaju prema bogatijoj), tako da odnos zraka i goriva ponovno postigne traženu vrijednost.

Dugoročno podešavanje

Ako su iste korekcije neophodne za duži vremenski period, upravljačka jedinica će radnoj memoriji zadati trajnu korigiranu vrijednost. Dugoročno podešavanje se naziva i adaptivno predupravljanje. Primjeri takvog podešavanja su promjene izazvane promjenama protoka zraka u usisnom sustavu ili promjenama gustoće zraka prilikom izraženijih promjena nadmorske visine tijekom vožnje. Mapa radne karakteristike, time i njena srednja vrijednost, pomiču se na takav način da se u potpunosti zadrži opseg kratkoročne regulacije koeficijenta viška zraka λ , kako prema siromašnjoj tako i prema bogatijoj smjesi. Međutim pomicanje mape radne karakteristike je moguće samo u određenim granicama (u okviru granica podešavanja). Ako se granica podešavanja prekorači, bit će registrirana greška i lampica – indikator greške će se aktivirati. Slijedeća slika prikazuje automatsko podešavanje sustava za napajanje gorivom (Slika 12).



Slika 12. Automatsko podešavanje sustava za napajanje gorivom (podešavanje sastava smjese) [6]

4.1.2. Dijagnostičke instrukcije

Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije sustava za gorivo (Tablica 2).

Tablica 2. Dijagnostičke instrukcije sustava za gorivo [6]

Komponenta	Mogući uzroci/greške	Moguće korekcije
Sustav za gorivo/sustav za formiranje smjese		
Gorivo	- Neodgovarajuća kvaliteta goriva - Nečistoća u gorivu ili miješanje sa drugim materijama, kao što je dizel gorivo u benzinu	- Izvršiti vizualni pregled - Očistiti sustav za gorivo - Zamijeniti gorivo - Zamijeniti filter za gorivo i po potrebi ventile brizgaljki
Pumpe za gorivo	- Nedovoljan protok pumpe niskog pritiska - Nizak pritisak goriva	- Izmjeriti pritisak i protok goriva iz pumpe niskog pritiska - Zamijeniti neispravnu pumpu
Regulator tlaka	- Neispravan regulator tlaka, previsok ili prenizak tlak goriva-	- Provjeriti tlak goriva i rad regulatora - Zamijeniti neispravan

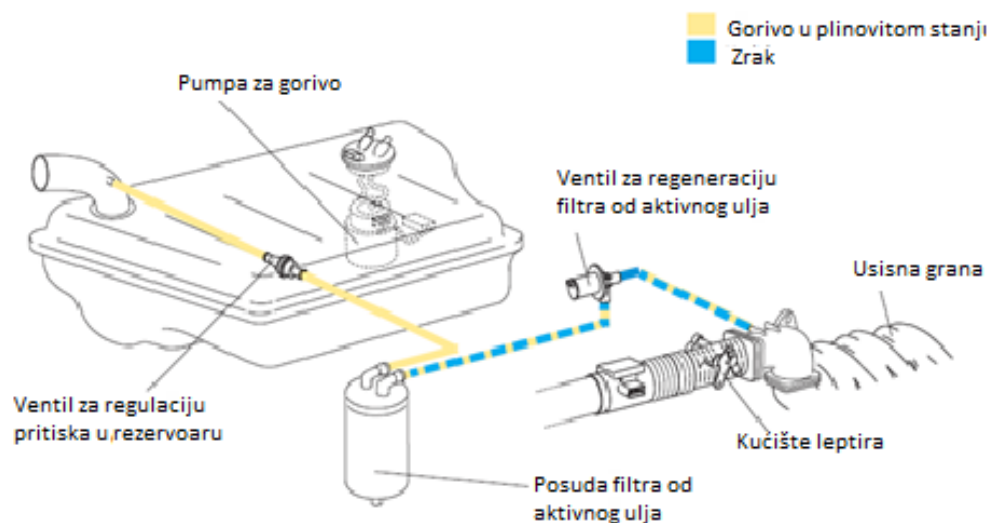
	zbog toga varira količina ubrizganog goriva	regulator tlaka - Provjeriti sustav za napajanje gorivom
Filtar za gorivo	- Zagušen filter za gorivo; nedovoljan protok	- Provjeriti protok goriva iza filtra - Zamijeniti filter za gorivo
Vodovi za gorivo	Presavijena crijeva za gorivo - Napojni vod-nedovoljna količina goriva - Povratni vod-previsok tlak goriva	- Vizualno pregledati u slučaju nedovoljnog protoka i odstupanja tlaka - Ispraviti crijeva i po potrebi ih zamijeniti
Ventili brizgaljki	- Neispravnost - Nepravilna vremena ubrizgavanja - Nepravilan pravac ubrizgavanja - Ventili brizgaljki ne brtve	- Odgovarajućim instrumentom izmjeriti sadržaj ugljikovodika u usisnoj grani kada motor ne radi - Provjeriti vremena ubrizgavanja, signal na brizgaljkama - Očistiti ili po potrebi zamijeniti ventile brizgaljki
Sustav filtra od aktivnog ugljena	- Sustav nije zabrtvljen ili ne radi - Zaglavljn ventil - Prepunjen rezervoar za gorivo	
Sustav dodatnog zraka		
Sustav dodatnog zraka	- Oštećenje pumpe dodatnog zraka, vodova ili ventila za dodatni zrak što prouzrokuje ulazanje zraka u ispušni sustav	
Upravljanje motorom		
Senzor masenog protoka zraka (mjerac protoka)	- Pogrešan signal - Zaprljan ili oštećen senzor	- Provjeriti dijagnostičkim uređajem (mjerenje naponskog signala) - Zamijeniti neispravan mjerac protoka
Senzor tlaka zraka	- Pogrešan signal - Sporadična greška (posebno na velikim nadmorskim visinama)	Provjeriti dijagnostičkim uređajem: - Kontrola provodnika i električnih priključaka - Zamijeniti neispravan senzor, po potrebi
Napajanje zrakom		
Kućište leptira i njegove komponente	- Ulaženje zraka u usisnu cijev - Pogrešan signal sa davača položaja leptira	- Provjeriti nepropusnost, zamijeniti oštećene brtve po potrebi - Provjeriti zatvaranje i

	- Prekidač krajnjeg položaja ne daje signal ili daje pogrešan signal	krajnje položaje leptira, po potrebi podesiti ili zamijeniti kućište leptira - Provjeriti signal sa potenciometra, po potrebi zamijeniti kućište leptira - Provjeriti pohabanost, po potrebi zamijeniti kućište leptira
Usisna grana	- Ulaženje zraka u usisnu granu - Ulaženje zraka iza senzora masenog protoka zraka - Ulaženje zraka u usis	- Provjeriti nepropusnost, zamijeniti oštećene brtve po potrebi - Provjeriti zatvaranje leptira, po potrebi podesiti ili zamijeniti pohabane elemente ili varijabilnu usisnu granu - Provjeriti pohabanost, po potrebi zamijeniti varijabilnu usisnu granu

Suvremene upravljačke jedinice moraju imati adaptivne memorijske module, tj. neki podaci radne karakteristike se moraju „naučiti“. Ako se isključi napajanje upravljačke jedinice motora, može se dogoditi da će se upravljačka jedinica ponovno „učiti“ te podatke. Podaci radne karakteristike će najprije biti snimljeni tijekom vožnje, a zatim će biti memorirani. To može trajati nekoliko minuta. Zbog toga treba napraviti probnu vožnju i tek tada izvršiti provjeru rada.

4.2. Sustav ventilacije rezervoara (AKF sustav)

Iznad površine goriva u rezervoaru nastaju isparenja goriva. Sustav ventilacije rezervoara sprječava da isparenja goriva koja sadrže ugljikovodike (HC) izlaze u okolinu. Zbog toga se ta isparenja sakupljaju u posudi od filtra od aktivnog ugljena. Pošto je kapacitet posude filtra od aktivnog ugljena ograničen, ona se mora redovno prazniti (regenerirati), a kondenzati moraju sagorjeti. To se radi tako što se vanjski zrak usisava u posudu filtra pomoću podtlaka u usisu. Doziranje vrši ventil za regeneraciju filtra od aktivnog ulja. Kod sustava sa nadtlakom u rezervoaru za gorivo, postoji i ventil za regulaciju pritiska u rezervoaru. Da bi se filter od aktivnog ulja „regenerirao“, to jest da bi se iz njega izbacili nakupljeni ugljikovodici, upravljačka jedinica motora pri određenim uvjetima rada otvara ventila regeneraciju filtra od aktivnog ugljena. Nakupljeni ugljikovodici se iz filtra odvede u usisnu granu i odatle u prostor za sagorijevanje. Slijedeća slika prikazuje shemu sustava ventilacije rezervoara (Slika 13).



Slika 13. Shema sustava ventilacije rezervoara [6]

4.2.1. Nadzor rada sustava

Najraširenija metoda nadzora rada sustava se zasniva na tome da se najprije provjeri kolika je lambda vrijednost kada je ventil za regeneraciju filtra od aktivnog ugljena zatvoren. Zatim se ventil za regeneraciju otvori. Ako je u filtru od aktivnog ulja vezano mnogo ugljikovodika, smjesa će jedan kratak period biti veoma bogata. Lambda regulacija vrši korekcije u pravcu siromašne smjese. Ako u filtru od aktivnog ulja nema vezanih ugljikovodika ili ih je malo, kada se otvori ventil za regeneraciju filtra sa aktivnim ugljenom, strujat će samo zrak ili zrak sa malim sadržajem goriva. Smjesa će se osiromašiti i lambda regulacija će izvršiti korekciju u pravcu bogate smjese. Ako u ta dva slučaja za neko kratko vrijeme ne dođe do navedenih podešavanja, prijavljuje se greška. Lambda regulacija neće reagirati ako pri otvaranju ventila za regeneraciju slučajno nastane smjesa sa $\lambda=1$. Tada će aktuator praznog hoda spriječiti povećanje broja okretaja motora. Također, pri ispravnom radu se mora za određeno vrijeme postići dijagnostički prag. Zato će se smatrati da postoji greška ako se podešavanje smjese ne obavi za određeno vrijeme. Druga metoda je dijagnostika regulacijom. Kod te metode upravljačka jedinica motora u kratkom vremenskom intervalu otvori i zatvori ventil za regeneraciju filtra sa aktivnim ugljenom. Tada nastaje promjena pritiska u usisnoj grani koju registrira senzor pritiska. Izmjerene vrijednosti se usporede sa zadatim i ako postoje odstupanja, prijavljuje se greška. Uvjeti pri kojima se nadzire rad: pri radu na praznom hodu; Kada motor dostigne radnu temperaturu.

4.2.2. Dijagnostičke instrukcije

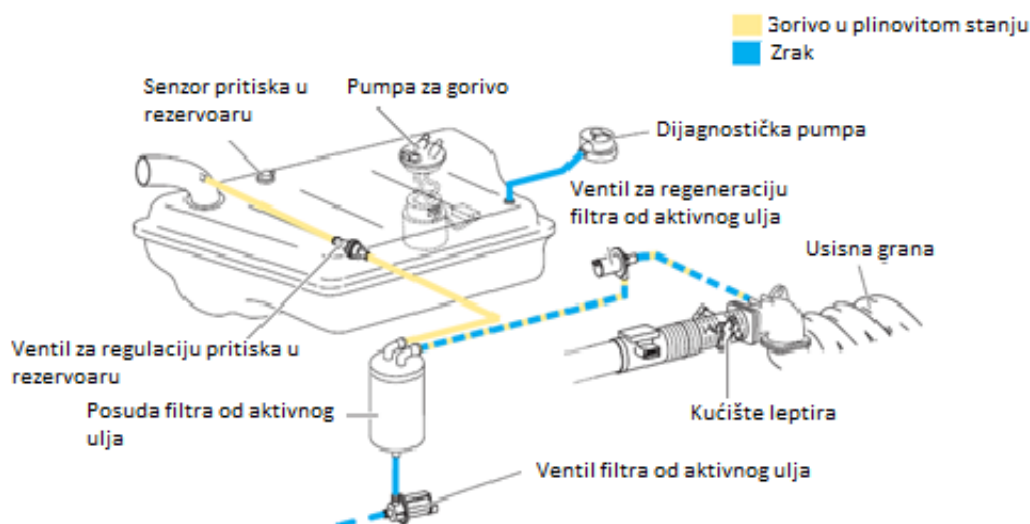
Pokraj električnih grešaka koje se u svakom slučaju registriraju i prikazuju preko kodova grešaka, postoje i druge greške koje mogu izazvati neispravnosti. U takvim slučajevima uzrok ne mora biti uvijek otkriven dijagnostikom. Slijedeća tablica prikazuje uzrok i moguće korekcije takvih grešaka (Tablica 3).

Tablica 3. Dijagnostičke instrukcije sustava ventilacije rezervoara (AKF sustav) [6]

Komponenta	Mogući uzroci/greške	Moguće korekcije
Filtar od aktivnog ugljena	- Loša ventilacija rezervoara za gorivo (zagušenje, nečistoće) - Filtar od aktivnog ugljena preplavljen gorivom zbog prepunjavanja rezervoara - Ispuna filtra od aktivnog ugljena neaktivna (granulat se raspao)	- Izvršiti vizualni pregled - Očistiti ili izmijeniti neispravne komponente - Provjeriti stanje ventila filtra od aktivnog ugljena i provjeriti da li ima naslaga (prašina, nečistoća) u vodovima. To može biti znak raspadanja granulata
Ventil za regeneraciju filtra od aktivnog ugljena	- Problem sa praznim hodom - Regulacija praznog hoda je dostigla granične vrijednosti - Zaglavljn ventil - Djelomično zaglavljn/otvoren ventil - Izražen miris benzina, posebno na višim temperaturama	- Provjeriti rad nepovratnog ventila ručnom vakuum pumpom - Izvršiti autodijagnostiku ili dijagnostiku aktuatora - Provjeriti električni otpor ventila - Očistiti ili, ako je potrebno, zamijeniti neispravan ventil
Vodovi (prema ventilu za regeneraciju filtra od aktivnog ugljena ili do usisne grane)	- Loša ventilacija rezervoara za gorivo (zagušenje, nečistoće) - Zagušeni, prekinuti ili odvojeni vodovi - Vodovi zagušeni s kondenzatom	- Očistiti ili zamijeniti neispravne komponente - Provjeriti vodove

4.3. Dijagnosticiranje propusnosti rezervoara za gorivo

Ako postoji nepropusnost u sustavu za gorivo ili nedostaje čep rezervoara, u okolinu se zbog isparavanja goriva emitiraju štetni ugljikovodici (HC). Sustav za dijagnosticiranje nepropusnosti rezervoara za gorivo ima zadatak nadzirati propusnost sustava za gorivo. Slijedeća slika prikazuje dijagnosticiranje propusnosti rezervoara za gorivo (Slika 14).



Slika 14. Dijagnosticiranje propusnosti rezervoara za gorivo [6]

Za dijagnosticiranje nepropusnosti rezervoara za gorivo, pored komponenti za ventilaciju rezervoara, neophodni su i ventili za ispiranje posude filtra od aktivnog ugljena i u zavisnosti od postupka ispitivanja, senzor tlaka u rezervoaru ili dijagnostička pumpa. Slijedeća slika prikazuje ventile sustava filtra od aktivnog ugljena (Slika 15).



Slika 15. Različiti ventili sustava filtra od aktivnog ugljena (AKF sustav) [6]

4.3.1. Nadzor rada sustava

Za ispitivanje se koriste dva različita postupka.

Ispitivanje podtlakom

Ventil za ispiranje posude sa filtrom od aktivnog ugljena je zatvoren. Ventil za regeneraciju filtra od aktivnog ugljena je otvoren. Tako nastaje podtlak u usisnoj grani. Ako za određeno vrijeme ne nastaje podtlak, bit će prijavljena greška koja ukazuje na nepropusnost (veća nepropusnost, do 1 mm). Ako se za određeni period vremena postigne propisani podtlak, ventil za regeneraciju filtra će se zatvoriti. Ako razlika tlaka u zatvorenom sustavu padne brže nego što je predviđeno, bit će prijavljena greška koja ukazuje na malu nepropusnost (do 0.5 mm).

Ispitivanje nadtlakom

Ventil za ispiranje posude sa filtrom od aktivnog ugljena i ventil za regeneraciju filtra od aktivnog ugljena su zatvoreni. Dijagnostička pumpa, stvara određeni tlak. Kada se dostigne taj tlak, pumpa se automatski isključuje. Ako pritisak padne ispod neke vrijednosti, pumpa se ponovno uključuje. U zavisnosti od veličine nepropusnosti, to će se javljati u kraćim ili dužim intervalima. Ako postoji velika nepropusnost, neće nastati poseban pritisak. U zavisnosti od načina ispitivanja, nepropusnost se ocjenjuje preko potrošnje energije ili preko vremena rada dijagnostičke pumpe.

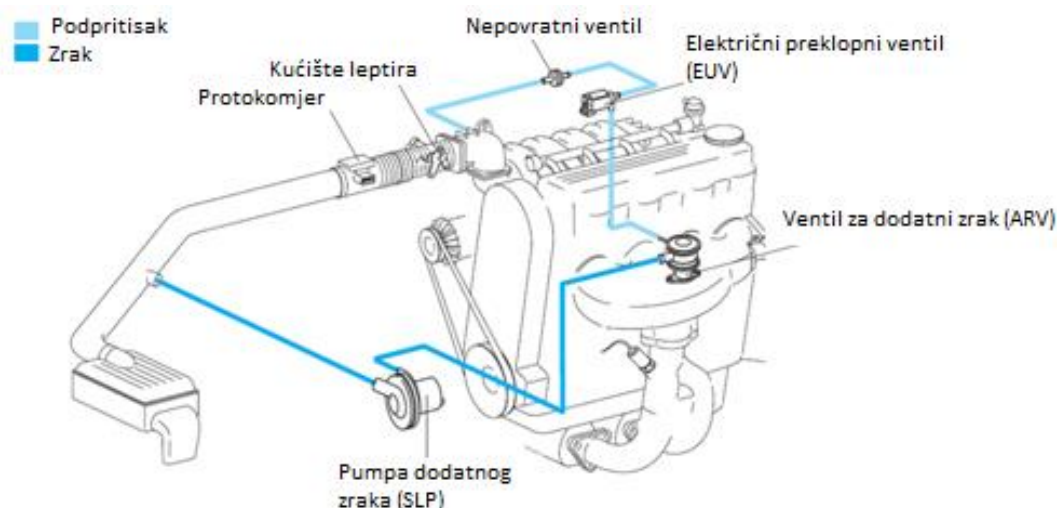
4.3.2. Dijagnostičke instrukcije

Pored električnih grtešaka koje se u svakom slučaju registriraju i prikazuju preko kodova grešaka, postoje i druge greške koje prouzrokuju neispravnosti. U slučaju takvih grešaka, uzrok ne mora uvijek biti otkriven dijagnostikom. Ako OBD otkrije nepropusnost:

- Provjeriti cijeli sustav rezervoara za gorivo i propusnost svih spojeva između pojedinih dijelova rezervoara (kod sedlastih rezervoara) i spojeva sa filtrom od aktivnog ugljena.
- Posebno provjeriti propusnost i ispravnost ventila za ispiranje.
- Druge moguće neispravnosti su zaglavljivanje ili zaprljanost ventila za regeneraciju i ventila za ispiranje posude filtra od aktivnog ugljena. Ako zaprljanost ventila potječe od filtra od aktivnog ugljena, on se mora zamijeniti. Ako se ventil stalno zaglavljuje, cijeli sustav je potrebno očistiti.

4.4. Sustav dodatnog zraka

Radi pouzdanosti starta hladnog motora neophodna je smjesa sa viškom goriva (bogata smjesa). Zbog bogatije smjese je tijekom hladnog starta u ispušnim plinovima prisutna veća količina neizgorivih ugljikovodika (HC) i ugljen-monoksida (CO). Upuhivanjem (dodatnog) zraka bogatog kisikom u ispušni kolektor se dobiva naknadna oksidacija (katalitičko naknadno sagorijevanje) zagađujućih materija. Iako se sustav dodatnog zraka uključuje u trajanju od najviše 90 sekundi poslije hladnoga starta, time se u velikoj mjeri smanjuje količina HC i CO u ispušnim plinovima. Istovremeno se i vrijeme zagrijavanja katalizatora značajno skraćuje, zbog topline razvijene naknadnom oksidacijom. Slijedeća slika prikazuje shemu sustava dodatnog zraka (Slika 16).



Slika 16. Shematski prikaz sustava dodatnog zraka [6]

Dodatni zrak osigurava električni ventilator (SLP) koji usisava zrak u ispušni kolektor. Odgovarajuće cijevi povezuju dio sa čistim zrakom (iza filtra za zrak) i ispušni kolektor. Ventil za dodatni zrak (ARV) se aktivira pneumatskim putem. Integrirani nepovratni ventil sprječava da ispušni zrak i skokovi pritiska dolaze u sustav dodatnog zraka i njegovu pumpu i izazovu oštećenje. Ventilom za dodatni zrak upravlja električni preklopni ventil (EUV), u zavisnosti od vremena proteklog od hladnog starta.

4.4.1. Nadzor rada sustava

OBD sustav nadzire rad sustava dodatnog zraka i njegove električne komponente.

- Ispravnost rada se nadzire pomoću lambda sonde, praćenjem količine dodatnog zraka u određenim režimima rada. Ako se prekorače zadane vrijednosti, bit će konstatirana greška.
- Na električnim komponentama sustava se prati da li je došlo do kratkog spoja sa masom ili napajanjem i da li postoji prekid u vodičima.

Kod EOBD se na sustavu dodatnog zraka nadzire samo električna veza pumpe dodatnog zraka, ali ne i rad sustava. Za provjeru rada sustava koriste se dva različita postupka.

Neposredno nakon hladnog starta

Električna pumpa dodatnog zraka će odmah nakon hladnog starta biti uključena u trajanju od oko 90 sekundi. Količina usisanog dodatnog zraka se ne kontrolira. Ako je lambda sonda

spremna za rad i ako šalje upotrebljiv signal, on će biti upotrijebljen sa zadanim vrijednostima.

Na radnoj temperaturi

Ovaj način nadzora se događa u toku rada na praznom hodu kada je motor dosegao radnu temperaturu. Da bi se izvršila provjera, uključuje se pumpa dodatnog zraka. To prouzrokuje registriranje siromašne smjese putem lambda sonde. Signal sa sonde se zatim usporedi sa zadanim vrijednostima u upravljačkoj jedinici.

4.4.2 .Mogući kodovi grešak (sa dijagnostičkim instrukcijama)

Greške na sustavu dodatnog zraka se označavaju kodovima P0410-P0419. Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 1 (Tablica 4).

Tablica 4. Dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 1 [6]

Kod greške	Mogući uzroci/greške	Moguće korekcije
P0410 Sustav dodatnog zraka		
Lambda sonda nije registrirala dodatni zrak (nema signala da je smjesa osiromašena)	Pumpa dodatnog zraka ne radi	- Ako su prikazani kodovi greške P0418/0419, radi provjere pumpe, treba dovesti vanjsko napajanje - Ako pumpa proradi, provjeriti sve releje, vodiče i električne priključke. - U slučaju oštećenja pumpe zbog kondenzata (uočeno na potisnoj strani pumpe), treba provjeriti da li postoji nepropusnost ventila za dodatni zrak sa strane dodatnog zraka. Također treba provjeriti i rad električnog preklopnog ventila. - Ako postoje nečistoće u ventilu dodatnog zraka

		sa strane dodatnog zraka, ventil se mora zamijeniti. - Provjeriti da li je pupa dodatnog zraka zakazala zbog vode (može se primijetiti preko tragova vode u pumpi). Provjeriti propusnosti u usisnoj cijevi.
P0411 Sustav dodatnog zraka – nedovoljna količina		
Nisu postignute zadane vrijednosti	Detektirana nedovoljna količina dodatnog zraka (nedovoljno osiromašenje smjese). Pumpa dodatnog zraka radi, ali zrak ne stiže u ispušni kolektor.	- Provjeriti ručnom vakuum pumpom rad ventila za dodatni zrak. Ako se ventil ne otvara pod djelovanjem vakuuma, treba ga zamijeniti. - Ako se ventil otvara pod djelovanjem vakuuma, provjeriti električni preklopni ventil i vakuumski vod. - Provjeriti napajanje električnog preklopnog ventila. Ako se električni preklopni ventil ne aktivira kada mu se dovede napajanje, treba ga zamijeniti. - Provjeriti prohodnost električnog preklopnog ventila i po potrebi ga zamijeniti. Provjeriti nepovratni ventil i prohodnost vodova za dodatni zrak. Da bi se to provjerilo, treba isključiti vodove sa ispušnog kolektora, uključiti pumpu dodatnog zraka i provjeriti da li zrak izlazi ili skinuti nepovratni ventil i provjeriti prohodnost propuhivanjem zraka kroz njega. Ne smije biti primjetnog otpora strujanja zraka.
P0412 Greška u električnom kolu preklopnog ventila „A“ sustava dodatnog zraka (EUV 1)		
P0415 Greška u električnom kolu preklopnog ventila „B“ sustava dodatnog zraka (EUV 2)		

Nepravilno aktiviranje	Električni preklopni ventil (EUV) se ne aktivira. - Električni preklopni ventil nema napajanje - Električna greška	- Provjeriti vodiče, priključke i električni preklopni ventil.
P0414 Kratki spoj u električnom kolu preklopnog ventila „A“ sustava dodatnog zraka (EUV 1)		
P0417 Kratki spoj u električnom kolu preklopnog ventila „B“ sustava dodatnog zraka (EUV 2)		
Električni preklopni ventil (EUV) se ne aktivira	Električni preklopni ventil (EUV) se ne aktivira. - Električni preklopni ventil nema napajanje - Nepravilno aktiviranje - Električna greška - Kratak spoj	- Provjeriti vodiče, priključke i električni preklopni ventil
P0418 Neispravnost releja električnog kola „A“ sustava dodatnog zraka		
P0419 Neispravnost releja električnog kola „B“ sustava dodatnog zraka		
Pumpa dodatnog zraka ne radi	Relej A ili B dodatnog zraka se ne aktivira - Nepravilno aktiviranje - Električna greška - Kratak spoj	- Provjeriti releje, vodiče, električne priključke i pumpu dodatnog zraka

4.4.3. Dijagnostičke instrukcije

Otkaz neke komponente u sustavu dodatnog zraka često prouzrokuje oštećenja nekoliko drugih komponenti. Jedna od čestih neispravnosti je otkaz pumpe dodatnog zraka. Skoro uvijek je uzrok oštećenja prisutnost kondenzata ispušnih plinova u pumpi. Prilikom popravka se uglavnom ne uoči pravi uzrok i samo se izvrši zamjena oštećene pumpe dodatnog zraka. Uzrok oštećenja nije uklonjen i može doći do ponovnog otkaza pumpe dodatnog zraka. Iz tog razloga se u slučaju nekog oštećenja moraju prekontrolirati sve relevantne komponente. Na primjer, OBD sustav će zaglavljen nepovratni ventil svrstati u otkaze pumpe dodatnog zraka, čak i kada ona ispravno funkcionira. Što više, oštećenja u sustavu dodatnog zraka mogu izazvati neispravnosti koje se prilikom dijagnostike grešaka propisuju komponentama drugih sustava. Na slikama su prikazani kondenzat i korozija na pumpi dodatnog zraka (Slika 17) te naslage u nepovratnom ventilu (Slika 18).



Slika 17. Kondenzat i korodirani električni priključci na pumpi dodatnog zraka [6]



Slika 18. Naslage u nepovratnom ventilu [6]

Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 2 (Tablica 5).

Tablica 5. Dijagnostičke instrukcije sustava dodatnog zraka 2 [6]

Neispravnost	Mogući uzroci/greške	Moguće korekcije
Glasno zviždanje poslije hladnog starta Bučna pumpa dodatnog zraka Pumpa uzastopno otkazuje	- Korodirani ležaj zbog djelovanja kondenzata - Vodovi i izolacija uništeni djelovanjem kondenzata - Nepravilno (električno) povezan električni preklopni ventil	- Ako je pumpa bučna, treba je zamijeniti i utvrditi uzrok otkaza, na način opisan za kodove greške P0410 i P0411. - Ako postoji više električnih preklopnih ventila na vozilu, provjeriti da nisu

Bučan ispuh ili miris ispušnih plinova u motorskom prostoru	- Nepropusnost ispušnog sustava ili sustava dodatnog zraka, između dodatnog kolektora i ventila za dodatni zrak ili nepovratnog ventila.	pogrešno spojeni.
		- Ostaviti pumpu da radi dok je još na vozilu (sa vanjskim napajanjem). - Utvrditi nepropusnost mjesta (pomoću spreja za detekciju curenja). - Zamijeniti neispravne vodove ili brtve. - Pažnja: Ako je vod između pumpe dodatnog zraka i ispušnog kolektora izgorio, postupiti kao u slučaju kodova grešaka P0410 i P0411.

Najčešći uzoci oštećenja:

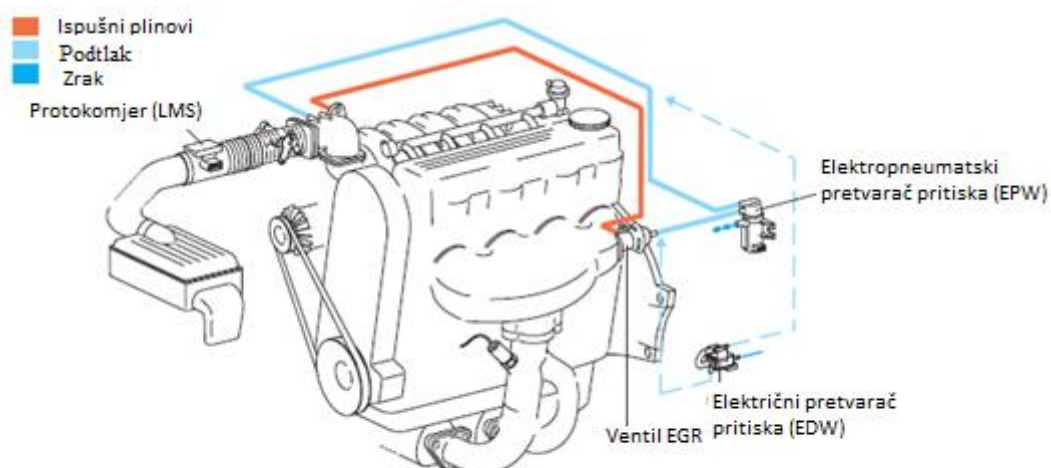
- **Nepovoljna lokacija električnog preklopnog ventila (EUV).** Električni preklopni ventili se često nalaze na mjestima gdje ih može zapljusnuti voda. Kada je taj ventil isključen, kroz odušku kroz njega može prodrijeti voda i izazvati koroziju. Ventil za dodatni zrak više neće moći funkcionirati i ostat će otvoren. Ispušni plinovi prodiru u sustav dodatnog zraka, kondenziraju se i izazivaju daljna oštećenja. Također u mnogim slučajevima voda može ući u dio ventila gdje vlada podtlak i može prouzrokovati oštećenja. Praćenjem rada električnih komponenti, EOBD ne može detektirati ovakve neispravnosti kao greške.
- **Pumpa dodatnog zraka se nalazi u području gdje je može zapljusnuti voda.** Riziku oštećenja su posebno izložene pumpe koje ne uzimaju zrak iz usisne grane nego iz motorskog prostora, te pumpa može usisati vodu.
- **Ventil za dodatni zrak se ne aktivira.** Vakuumski vod između električnog preklopnog ventila i ventila za dodatni zrak je odvojen, probušen ili prekinut.
- **Ventil za dodatni zrak je neispravan, ne aktivira se ili ne brtvi.** Nepropusnost dolazi do toga da ispušni plinovi ulaze u sustav dodatnog zraka i kondenziraju se. U svakom slučaju pumpa dodatnog zraka i ventil za dodatni zrak bivaju oštećeni agresivnim, ekstremno kiselim kondenzatima.
- **„Garažirana vozila“.** Vozila sa dužim periodima neaktivnosti su posebno izložena koroziji. U takvim slučajevima voda i kondenzati mogu izazvati oštećenja za kratko

vrijeme. Kod vozila koja se stalno koriste, dodatni zrak redovno prolazi kroz sustav, pa se oštećenja javljaju kasnije.

- **Nepropusnost usisne cijevi dodatnog zraka.** Voda koja prska također može prodrijeti između filtra za zrak i pumpe dodatnog zraka, prouzrokovati koroziju, a zatim i otkaz pumpe. Zato je potrebno posebno obratiti pažnju na pravilnu ugradnju cijevi i eventualna oštećenja. Na starijim cijevima treba provjeriti da li postoje pukotine, a treba provjeriti i brtve. Voda ne dovodi do oštećenja tako brzo kao kondenzati.
- **Mehanička oštećenja.** Mehanička oštećenja pumpe dodatnih zraka, cijevi i vodiča mogu biti posljedica oštećenja tijekom popravka.
- **Električne neispravnosti.** Električne neispravnosti mogu nastati uslijed kratkog spoja ili prekida.
- **Zglavljen nepovratni ventil.** Ako uljne pare (karterski plinovi) dospiju iz usisne cijevi u nepovratni ventil, ventil se može tako zaglaviti ostane zatvoren dok pumpa dodatnog zraka radi.

4.5. Recirkulacija ispušnih plinova (EGR)

Miješanje ispušnih plinova sa usisanim zrakom smanjuje sadržaj kisika u smjesi goriva i zraka. Na taj način se snižava temperatura sagorijevanja. U zavisnosti od uvjeta rada, sadržaj oksida dušika (NOx) u ispušnim plinovima se smanjuje i do 50%. U dizel motorima se sadržaj čestica smanjuje za oko 10%, kao i razina buke. Kod benzinskih motora je evidentna i manja potrošnja goriva. Zbog toga se kontroliranim dodavanjem ispušnih plinova može utjecati na ponašanje sastava ispušnih plinova u skladu sa uvjetima opterećenja. Recirkulacija ispušnih plinova je efikasan način za redukciju emisije oksida dušika. Iz tih razloga OBD II nadzire rad ovog sustava. Slijedeća slika prikazuje shemu recirkulacije ispušnih plinova kod benzinskog motora (Slika 19).



Slika 19. Shema recirkulacije ispušnih plinova kod benzinskog motora (sa pneumatskim ventilom EGR) [6]

Na slijedećim slikama su prikazani EGR ventili za dizel (Slika 20) i benzinske motore (Slika 21).



Slika 20. Konstrukcije EGR ventila kod dizel motora [6]



Slika 21. Konstrukcije EGR ventila kod benzinskih motora [6]

4.5.1. Nadzor rada sustava

OBD II (SAD) nadzire rad i učinak sustava recirkulacije ispušnih plinova. Za EOBD je dovoljno da se nadziru električne komponente i rad sustava. Kod EOBD se ne traži testiranje učinka sustava, ali mnogi proizvođači europskih vozila isporučuju vozila koja zadovoljavaju OBD II standard.

Za nadzor rada sustava recirkulacije ispušnih plinova mogu se koristiti različite metode:

- **Mjerenje tlaka u usisnoj grani.** Tijekom faze usporavanja ventil EGR se na kratko otvori i senzor tlaka u usisnoj grani registrira povećanje tlaka. Nepropusnost ventila EGR se provjerava njegovim kratkotrajnim zatvaranjem i provjerom odgovarajućeg smanjenja tlaka, pri radu na djelomičnim opterećenjima.
- **Mjerenje temperature u usisnoj grani.** Tijekom faze usporavanja ventil EGR se na kratko otvori i senzor temperature usisnog zraka registrira povećanje temperature zbog ulaska toplih ispušnih plinova.
- **Mjerenje temperature na hladnijoj strani ventila EGR.** Kada se ventil recirkulacije ispušnih plinova otvori, ispušnih plinovi čine da temperatura na hladnijoj strani ventila poraste, što senzor treba registrirati. Pored toga, registrira se i signal sa potenciometra.
- **Registriranje signala sa potenciometra ventila EGR.** Električna ventil EGR (EEGR) i neki mehanički ventil EGR imaju potenciometar koji prati položaj ventila. Postoje izvedbe sa dodatnim praćenjem pritiska ili temperature u usisnoj grani.

- **Provjera vjerodostojnosti (posebno kod dizel motora).** Postoji još jedan način nadzora rada sustava, posebno kod dizel motora, kod kojeg se, u zavisnosti od broja okretaja motora,
- **Praćenje masenog protoka zraka (posebno kod dizel motora).** Pri recirkulaciji ispušnih plinova se maseni protok zraka smanjuje za količinu recirkuliranih ispušnih plinova. To smanjenje registrira senzor masenog protoka. Usporedno se prati i signal sa potenciometra.
- **Praćenje neravnomjernosti rada motora.** Tijekom rada na praznom hodu ventil EGR se malo otvori, ispušni plinovi se miješaju sa svježom smjesom i prazan hod nastaje neravnomjeran. Registrirana neravnomjernost rada se koristi za dijagnosticiranje.

4.5.2. Mogući kodovi grešaka (sa dijagnostičkim instrukcijama)

Greške u sustavu recirkulacije ispušnih plinova označene su kodovima grešaka P0400-P0409. Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije sustava recirkulacije ispušnih plinova (Tablica 6).

Tablica 6. Dijagnostičke instrukcije sustava recirkulacije ispušnih plinova [6]

Kod greške	Mogući uzroci/greške	Moguće instrukcije
P0400 Sustav recirkulacije ispušnih plinova		
- Nema recirkulacije ispušnih plinova ili nije registrirana - Nije postignut očekivani učinak - Motor se prebacio u pomoćni režim rada za slučaj neispravnosti (limp home) - Loše ponašanje u vožnji - Neravnomjeran prazan hod	- Ventil EGR se ne otvara	- Provjeriti rad pneumatskog ventila EGR pomoću ručne vakuuma pumpe Ako se ventil EGR ne otvara pod djelovanjem podtlaka, provjeriti da li je ventil EGR zaglavljn ili zapečen ugljičnim naslagama. Ako ne drži podtlak, ventil treba zamijeniti. Ako se ventil ne aktivira, provjeriti crijeva vakuuma. - Ako je ventil zapečen, treba zamijeniti ventil EGR i provjeriti sustav za ubrizgavanje goriva i

		separator uljnih para u odušci motora - Provjeriti da li na ventilu EGR ima vidljivih oštećenja ili promjene boje. U tom slučaju je možda povratni tlak ispušnih plinova previsok ili je aktiviranje ventila nepravilno. Provjeriti protočnost ispušnih sustava, ventil za refulaciju tlaka prehranjivanja i rad električnih aktuatora. - Provjeriti električne priključke ventila EGR (spojeve, vodiče, priključke i električne aktuatora) i elektropneumatski pretvarač pritiska ili električni preklopni ventil. - Zamijeniti neispravne dijelove.
P0401 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – nedovoljan protok		
Mala količina recirkuliranih plinova	- Ventil EGR se ne otvara dovoljno - Smanjen presjek otvora zbog nečistoća (ugljičnih naslaga) - Suviše kratko vrijeme otvaranja ventila EGR - Neispravan ili zaprljan senzor masenog protoka zraka	- Provjeriti električno napajanje - Provjeriti vakuumske vodove - Skinuti ventil i provjeriti njegovo stanje - Ako se ventil EGR zapekao, treba ga zamijeniti i provjeriti sustav za ubrizgavanje i separator uljnih para u odušci motora - Provjeriti napajanje i senzor električnih ventila EGR - Provjeriti senzor masenog protoka zraka i po potrebi ga zamijeniti
P0402 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – preveliki protok		
Prevelika količina recirkuliranih plinova	- Otvaranje ventila EGR odstupa od zadanih vrijednosti - Ventil se ne zatvara potpuno - Neispravan ili zaprljan senzor masenog protoka	- Provjeriti senzore i napajanje - Skinuti ventil i provjeriti njegovo stanje - Ako se ventil EGR zapekao, treba ga zamijeniti i provjeriti

	zraka	sustav za ubrizgavanje i separator uljnih para u odušci motora - Provjeriti senzor masenog protoka zraka i po potrebi ga zamijeniti
P0403 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – neispravnost u sustavu upravljanja		
- Signali sustava EGR pogrešni ili nisu vjerodostojni	- Pohaban ili uprljan potencijometar ventila EGR - Neispravan senzor temperature	- Provjeriti signale i usporediti sa zadatim vrijednostima
P0404 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – mjerni opseg/performance		
- Recirkulacija ispušnih plinova van zadanih vrijednosti - Signali sustava EGR pogrešni ili nisu vjerodostojni	Pohabani ili zaprljani: - Potencijometar ventila EGR - Senzor tlaka - Senzor temperature - Senzor masenog protoka zraka - Električni priključnici i vodiči	- Provjeriti signale sa zadanim vrijednostima - Provjeriti električne priključnice i vodiče
P0405 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – prenizak signal sa senzora A upravljačkog kola		
P0406 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – previsok signal sa senzora A upravljačkog kola		
P0407 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – prenizak signal sa senzora B upravljačkog kola		
P0408 Sustav recirkulacije ispušnih plinova – previsok signal sa senzora B upravljačkog kola		
- Signali sustava EGR pogrešni ili nisu vjerodostojni	Pohabani ili zaprljani: - Potencijometar ventila EGR - Senzor tlaka - Senzor temperature - Senzor masenog protoka zraka - Električni priključci i vodiči	- Provjeriti signale i usporediti sa zadanim vrijednostima - Provjeriti električne priključke i vodiče

4.5.3. Dijagnostičke instrukcije

• Ventil EGR

Najčešći uzroci neispravnosti su naslage na tanjuriću ventila ili ventilskom sjedištu. Posljedice će biti:

- Zaglavljenje ventila i nemogućnost otvaranja
- Smanjeno otvaranje zbog naslaga
- Nepotpuno zatvaranje ventila

Neuobičajeno obilne naslage mogu biti posljedica grešaka u sustavu za ubrizgavanje ili mogu nastati zbog prevelikog sadržaja ulja u usisanom zraku. Kod dizel motora, naslage također nastaju zbog čađi. Na slijedećoj slici je prikazan EGR ventil sa obilnim naslagama i novi EGR ventil (Slika 22).



Slika 22. Usporedba EGR ventila sa obilnim naslagama i novog EGR ventila [6]

- **Elektromagnetni ventil (EUV, EDW, EPW)**

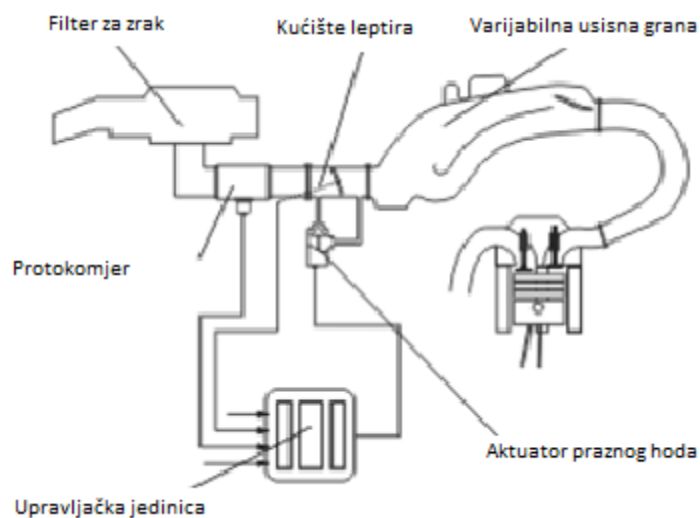
Najčešći uzroci neispravnosti su:

- Voda ili nečistoća, ili
- Propusnost crijeva

Ovi otkazi se ne mogu uvijek otkriti dijagnostikom komponenti. Visoka vanjska temperatura može izazvati pojavu mjestimičnih grešaka. Rađe se javljaju otkazi izazvani nepravilnim spajanjem crijeva.

4.6. Napajanje zrakom

Za formiranje smjese i njeno sagorijevanje neophodan je zrak. Zrak u motor ulazi kroz usisni sustav. U usisnom sustavu se nalaze senzor masenog protoka zraka (mjerac protoka), kućište leptira, usisna grana i leptir u usisnom kanalu (ventil za zatvaranje usisnog kanala). Slijedeća slika prikazuje shemu sustava za napajanje gorivom (Slika 23).



Slika 23. Shema sustava za napajanje gorivom [6]

- **Senzor masenog protoka zraka – mjerac protoka (LMS)**

Senzor masenog protoka zraka (LMS) neprekidno mjeri masu zraka koju motor usisava. Signal sa protokomera se koristi za izračunavanje količine ubrizganog goriva, a kod dizel motora i za kontrolu recirkulacije ispušnih plinova. Na sljedećoj slici su prikazane različite izvedbe senzora masenog protoka zraka (Slika 24).



Slika 24. Različite izvedbe senzora masenog protoka zraka [6]

- **Kućište leptira**

Količina usisanog zraka se kontrolira pomoću leptira i punjenje cilindara će zavisiti od prigušivanja u usisu. Ranije su leptiri korišteni samo u usisnom sustavu benzinskih motora. Danas se sve više primjenjuju i u dizel motorima, zajedno sa sustavima za kontrolu emisije štetnih plinova. U novijim dizel motorima razlika pritisaka između ispušnog i usisnog sustava nije dovoljna da bi se recirkulirale veće količine plinova (do 60%). Zbog toga se u usisnoj grani koriste regulirani leptiri kojima se povećava podtlak radi poboljšanja regulacije količine recirkuliranih ispušnih plinova. Leptiri za regulaciju se uglavnom ugrađuju u kućište ventila EGR. Dok su se negdje do 1995. za regulaciju praznog hoda koristili posebni aktuatori, u suvremenijim rješenjima je aktuator praznog hoda integriran sa kućištem. U zavisnosti od radnih uvjeta, aktuator praznog hoda preko bajpasa leptira regulira količinu zraka potrebnu za zagrijavanje i za održavanje broja okretaja na praznom hodu. Aktuatorom direktno upravlja upravljačka jedinica motora. U najnovijim izvedbama se regulacija praznog hoda i obogaćenje smjese pri startu vrši podešavanjem leptira. Zato se leptirom upravlja putem elektromotora, proces je brži i time se omogućuju mali protok zraka za prazan hod i upravljanje leptirom bez mehaničke veze sa pedalom gasa (elektronska komanda gasa, e-gas, tzv. Drive by wire). Na slijedećoj slici su prikazane različite izvedbe kućišta leptira (Slika 25).



Slika 25. Različite izvedbe kućišta leptira [6]

- **Varijabilna usisna grana**

U benzinskim motorima usisna grana predstavlja cjelinu sa kućištem leptira. Umjesto usisne grane konstantne dužine, također se sve više koriste i usisne grane promjenljive geometrije (varijabilne usisne grane). Kod varijabilne usisne grane je moguće mijenjati dužinu usisnog kanala. Na taj način se povećava okretni moment i povećava ekonomičnost motora. Za promjenu, tj. variranje dužine usisa koriste se pneumatski (vakuumski) ili elektromotorni

aktuatori (EAM). Pneumatskim aktuatorima upravljaju pneumatski ventili, a električne direktno kontrolira upravljačka jedinica motora. Osim toga, motori sa direktnim ubrizgavanjem često imaju dodatne ventile između usisne grane i usisnih kanala u glavi motora (leptir u usisnim kanalima). Tim leptirima se također može utjecati na punjenje cilindra (protok i pravac).

- **Elektropneumatski pretvarač tlaka (EPW) za upravljanje turbokompresorom**

Okretni moment koji motor može stvoriti zavisi od količine svježeg punjenja u cilindrima. Turbokompresori koriste energiju ispušnih plinova za poboljšanje punjenja cilindra. Kod turbokompresora promjenljive geometrije se potreban nadtlak punjenja mijenja podešavanjem usmjerivačkih lopatica u turbini. Podešavanje usmjerivačkih lopatica mora biti precizno. Upravljačka jedinica motora kontrolira rad elektropneumatskog pretvarača tlaka, u skladu s odgovarajućom mapom radne karakteristike. U zavisnosti od trenutnog signala, podešava se komadni pritisak u vakuumskoj jedinici koja upravlja lopaticama u turbini.

4.6.1. Nadzor rada sustava

Provjerava se povezanost električnih komponenti i kontrolira se da li je došlo do kratkog spoja ili kontakta sa masom. Kod aktuatora se prati njegova pozicija (krajnji položaj, otvoren/zatvoren). Položaj se registrira bez kontaktno ili pomoću potenciometra. Negdje se registrira i vrijeme podešavanja (npr. kod leptira u usisnim kanalima).

4.6.2. Dijagnostičke instrukcije

Neispravnosti su obično izazvane naslagama i zapeklim elementima.

- **Senzor masenog protoka zraka – protokomer (LMS)**

Najčešći uzrok otkaza mjerača protoka je zaprljanje. To se posebno odnosi na novije verzije mjerača protoka sa detekcijom povratnog toka. Ako ima ulja u zraku, na takvom senzoru se može formirati film ulja. Rezultat će biti pogrešan signal, sa posljedicama u vidu detonacije i pada snage. Habanje se po pravilu može uočiti tek nakon velikog broja kilometara.

- Kada usis nije zabrtvljen, sa zrakom može ući nečistoća, pa čestice koje se kreću velikom brzinom u senzor masenog protoka i oštećuju ga.
- Uzroci zaprljanja i oštećenja senzora masenog protoka zraka mogu biti greške pri servisiranju, zbog unošenja nečistoća pri zamjeni filtra ili ugradnje pogrešnog filtra.

Kod motora sa turbokompresorom je senzor posebno opterećen, zbog velikog protoka i brzine zraka.

- **Kućište leptira**

Najčešće neispravnosti kućišta leptira:

- Naslage nečistoće na leptiru mogu biti toliko velike da kontrola praznog hoda više nije moguća.
- Zaprljanje aktuatora praznog hoda može dovesti do zaglavljivanja ili smanjenja presjeka do te mjere da se motor „guši“ i gasi.

Navedene neispravnosti su često prouzrokovane prevelikom količinom ulja u usisu. Uzroci prevelike količine ulja u usisu mogu biti:

- Neispravnost oduške kartera (npr. separator ulja, ventila oduške).
- Povećano propuhivanje zbog pohabanih klipova i cilindara.
- Neispravnost turbokompresora (npr. pohabani ležajevi, začepljen povratni vod za ulje).
- Prekoračenje intervala održavanja (neredovna zamjena ulja i filtra).
- Upotreba nedovoljno kvalitetnog ulja za danu primjenu.
- Učestale vožnje na kratkim relacijama (posebno u hladnom periodu, kada emulzija ulja i vode prodire u sustav oduške motora).
- Previsok nivo ulja u motoru.
- Pohabane brtve stabla ventila ili ventilske vodilice, omogućavaju prodor ulja u usisne kanale.

Drugi uzroci neispravnosti, posebno u slučajevima vozila koja su prešla velik broj kilometara su:

- Pohabanost ili naslage na potencijometru (mjestimične neispravnosti).
- Habanje leptira.
- Otkaz aktuatora leptira (motor ima neravnomjeran prazan hod).
- Neispravan mikroprekidač na kućištu leptira (dodatni dio).

Ako na potencijometru ili mikroprekidaču postoje znaci habanja, kućište leptira treba zamijeniti. Zbog nemogućnosti da se izvrši podešavanje, popravka u servisu nije moguća. Nakon ugradnje novog kućišta leptira, upravljačka jedinica treba „naučiti“ nove podatke. Suvremene upravljačke jedinice motora imaju adaptivne memorijske module, tj. neki podaci radne karakteristike se moraju „naučiti“. Podaci radne karakteristike će najprije biti snimljeni

tijekom vožnje, a zatim će biti memorirani. To može potrajati nekoliko minuta. Zbog toga je potrebno izvršiti probnu vožnju i tek onda ponovno izvršiti provjeru rada.

- **Usisna grana**

Greške na usisnoj grani su:

- Polomljena ili napukla usisna grana. Oštećenje usisne grane su uglavnom posljedice teških oštećenja zbog nepravilnog rada oko motora ili zbog snažnih udarnih opterećenja.
- Aktuator ne radi ili daje pogrešan signal.

Pneumatski aktuatori:

Provjeriti da li postoji podtlak, da li se električni preklopni ventil aktivira i da li je ispravan.

Električni aktuatori:

Provjeriti električno napajanje i signal sa potenciometra. U oba slučaja također treba provjeriti da li postoje naslage u usisnoj grani koje bi mogle izazvati zaglavljivanje.

- Usisna grana stvara buku.
U tom slučaju se usisna grana mora izgraditi radi detaljnije dijagnostike. Mogući uzroci su strana tijela, kao što su dijelovi koji su dospjeli u usisnu granu, maknuti brtvu (koji se u nekim uvjetima ne mogu uočiti) i crijeva koja nedostaju ili su oštećena.

- **Leptir u usisnoj grani**

Najčešći uzrok otkaza leptira u usisnoj grani je zaglavljivanje zbog naslaga, posebno u slučaju dizel motora. Jedan od dijagnostičkih parametara je vrijeme podešavanja. Ako se leptir zaglavi, neće moći biti podešen kako treba ili će vrijeme njegovog podešavanja biti prekoračeno. Na osnovu dijagnostike bi aktuator, obično EAM- i, bio proglašen kao neispravan. Ova greška se ne može ispraviti zamjenom aktuatora. Na slijedećoj slici je prikazan otkaz leptira u usisnoj grani zbog debelih naslaga (Slika 26).



Slika 26. Otkaz leptira u usisnoj grani zbog debelih naslaga [6]

- **Elektropneumatski pretvarač pritiska (EPW)**

Najčešći uzroci otkaza su:

- Voda ili nečistoće,
- Propusni spojevi crijeva.

Te greške se ne mogu uvijek otkriti putem dijagnostike. Visoka vanjska temperatura može izazvati sporadičnu neispravnost. Greške se ponekad dešavaju zbog nepravilno spojenih crijeva.

4.7. Ostali sustavi i njihova dijagnostika

4.7.1. Katalizator

Katalizator su kemijske supstance koji utječu na kemijsku reakciju, a da pri tome sami ostanu nepromijenjene. U vozilima se katalizator koristi za prečišćivanje ispušnih plinova:

- Oksidi dušika (NO_x) se pretvaraju u ugljični dioksid (CO_2) i dušik (N_2).
- Ugljični monoksid (CO) oksidacijom prelazi u ugljični dioksid (CO_2).
- Ugljikovodici (HC) oksidacijom prelaze u ugljični dioksid (CO_2) i vodu (H_2O).

Zbog toga je katalizator jedna od najvažnijih komponenti u smislu kontrole emisije ispušnih plinova. Sadašnja tehnologija podrazumijeva primjenu reguliranih katalizatora. U tom sustavu se motor napaja kontroliranom smjesom goriva i zraka čiji sastav varira oko vrijednosti

$\lambda=1$. Sastav smjese regulira upravljačka jedinica motora. Lambda sonda postavljena ispred katalizatora mjeri zaostali kisik u ispušnim plinovima. Odgovarajući naponski signal služi kao kontrolna vrijednost za upravljačku jedinicu motora. Katalizator svoju punu radnu sposobnost postiže u rasponu temperatura od 350 do 750 °C. Gorivo koje sadrži olovo i temperature preko 1000 °C mogu uništiti katalizator. Zbog toga što katalizator ima veliki utjecaj na kontrolu emisije štetnih plinova, OBD sustav nadzire njegov rad.

4.7.1.1. Nadzor rada sustava

Kod katalizatora se prate efikasnost rada i njegovo starenje. Da bi se pratilo stanje katalizatora, druga lambda sonda, koja se nalazi iza katalizatora, mjeri sadržaj zaostalog kisika u ispušnim plinovima. Naponski signal sa prve sonde (upravljačka sonda) se uspoređi sa signalom koji daje sekundarna (monitor) lambda sonda, iza katalizatora. Signal sa upravljačke lambda sonde znatno oscilira zbog promjena u sadržaju zaostalog kisika u ispušnim plinovima, što je posljedica lambda regulacije (bogata smjesa/siromašna smjesa). Ispravan katalizator akumulira velike količine kisika. Zbog toga će izmjereni sadržaj kisika iza katalizatora veoma malo varirati, pa će i naponski signal druge lambda sonde biti relativno konstantan, bez velikih oscilacija.

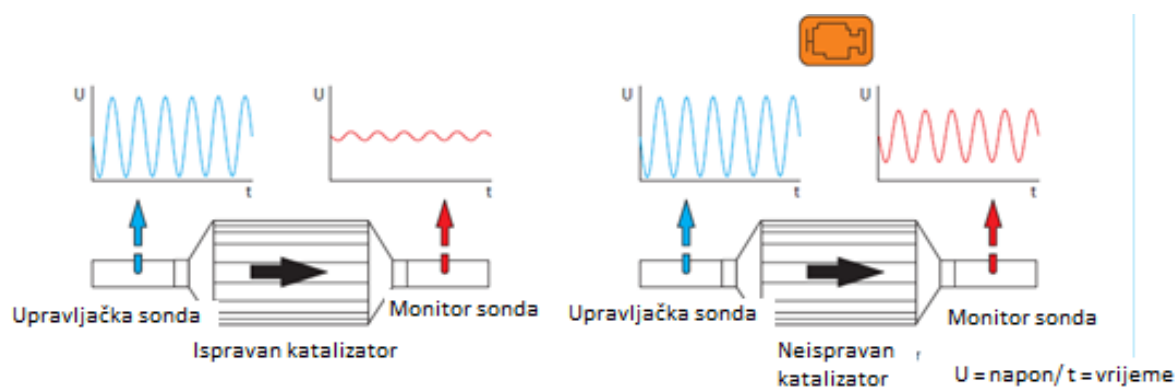
Procjena stanja:

Male oscilacije naponskih signala sonde iza katalizatora = katalizator je ispravan. Velike oscilacije naponskog signala sonde iza katalizatora = katalizator je neispravan. Kod neispravnog katalizatora su signali sa obe sonde gotovi identični

Potrebni radni uvjeti

- Brzina kretanja vozila je između 5 i 80 km/h.
- Motor je dosegao radnu temperaturu.
- Katalizator je dosegao radnu temperaturu (od 350 do 650 °C).
- Broj okretaja motora i položaj gasa su konstantni.

Katalizator se smatra neispravnim ako se premaši 150 % granične vrijednosti sadržaja štetnih materija u ispušnim plinovima. Slijedeća slika prikazuje kontrolu efikasnosti katalizatora (Slika 27).



Slika 27. Kontrola efikasnosti katalizatora [6]

4.7.1.2. Dijagnostičke instrukcije

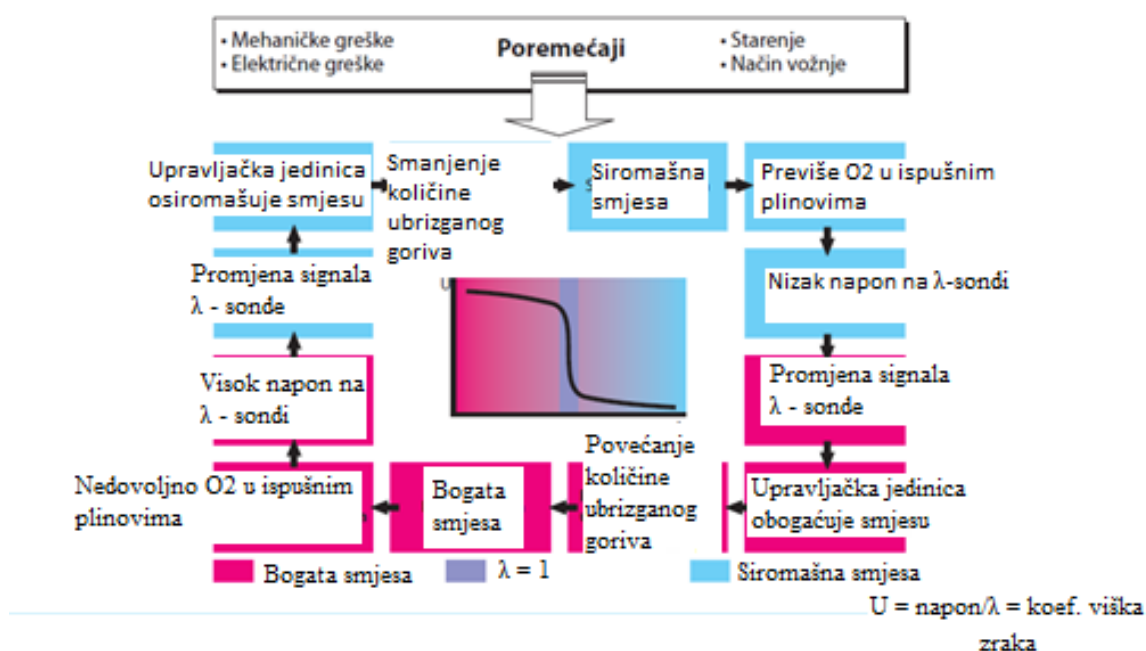
Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije – katalizator (Tablica 7).

Tablica 7. Dijagnostičke instrukcije – katalizator [6]

Greška	Uzroci
Nedozvoljavajući rad izazvan naslagama na radnoj površini katalizatora.	- Kontaminacija katalizatora gorivom u kojem ima olova, tj došlo je do zagušenja radne površine - Talog ulja na radnoj površini - Prijevremeno starenje zbog previsoke temperature - U tim slučajevima će efikasnost katalizatora biti narušena.
Pad snage motora (izazvan povećanim povratnim pritiskom ispušnih plinova). Detektiran je neravnomjeran rad (izazvan povećanim povratnim tlakom ispušnih plinova).	- Monolit je polomljen zbog prevelikog mehaničkog pritiska (to se može uočiti ako se katalizator pomakne ili potrese) - Monolit se u cjelini ili djelomično otopio zbog veoma visokih temperatura - Monolit je uništen vodenim udarom U ovim slučajevima katalizator može biti toliko oštećen da mu je slobodna površina postala nedovoljna, dolazi do povećanja povratnog pritiska ispušnih plinova i do značajnog smanjenja snage. Kod dijagnosticiranja greške treba provjeriti da li se povratni tlak ispušnih plinova povećao. Da bi se to uradilo, treba skinuti prednju sondu i izmjeriti tlak pomoću preciznog manometra. Povratni tlak ispušnih plinova je obično oko 0,2 bara.

4.7.2. Lambda sonda

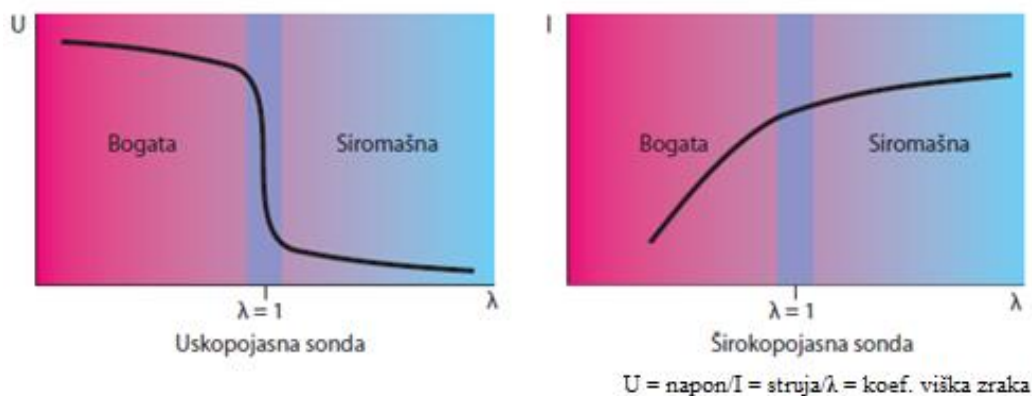
Lambda sonda mjeri sadržaj kisika u ispušnim plinovima. Ona je dio regulacijskog sustava koji treba osigurati odgovarajući sastav smjese goriva i zraka. Odnos zraka i goriva pri kojem u katalizatoru postiže maksimalna prerada štetnih materija je stehiometrijski odnos, $\lambda=1$ (14,7 kg zraka za sagorijevanje 1 kg goriva, što je oko 9500 litara zraka za jednu litru goriva). Upravljačka jedinica motora uzima u obzir promjene u sastavu ispušnih plinova i to je obično prvi znak da postoji neka neispravnost. Slijedeća slika prikazuje upravljački ciklus uskopojasne lambda sonde (Slika 28).



Slika 28. Upravljački ciklus uskopojasne lambda sonde (sonda sa odskočnim odzivom) [6]

Upravljačka jedinica motora koristi signal sa lambda sonde za regulaciju vremena ubrizgavanja. Za upravljanje je potrebna samo jedna sonda ispred katalizatora (upravljačka sonda). Kod OBD II postoji i dodatna sonda iza katalizatora (sekundarna ili monitor sonda). Ona služi za provjeru rada katalizatora i po konstrukciji može biti identična upravljačkoj sondi. Slučajno pogrešno priključenje kablova između te dvije sonde je obično spriječeno različitim oblicima i bojama priključaka. Lambda sonda počinje funkcionirati na temperaturi od 350 °C. Radna temperatura je oko 600 °C, a ne smije prijeći temperaturu od 850 °C, jer na temperaturama preko 930 °C dolazi do njenog oštećenja.

Lambda sonde se dijele na širokopojasne i uskopojasne sonde (Slika 29).



Slika 29. Karakteristike uskopojasne i širokopojasne sonde [6]

- **Uskopojasne sonde (sonde sa odskočnim odzivom)**

Izlazni signal sa lambda sonde zavisi od odnosa goriva i zraka. U slučaju uskopojasne sonde, naponski signal se naglo mijenja na $\lambda = 1$. Zbog toga je signal upotrebljiv samo u granicama $\lambda = 1 \pm 0,03$. Kada je u motoru smjesa siromašna, tako da je $\lambda > 1,03$, obrada signala nije moguća. Zato se ovakva sonda može koristiti samo za regulaciju u dvije točke. Upravljačka sonda je iste konstrukcije kao i monitor sonda.

- Bogata smjesa ($\lambda < 1$) stvara napon na sondi od oko 800 mV. U cilju regulacije, vremena ubrizgavanja se skraćuje.
- Siromašna smjesa ($\lambda > 1$) stvara napon na sondi od oko 20 mV. U cilju regulacije, vremena ubrizgavanja se produžuju.

- **Širokopojasna lambda sonda**

Nasuprot uskopojasnoj sondi, širokopojasna sonda vrši kontinuirano mjerenje u širokom opsegu koeficijenata viška zraka, od siromašne do bogate smjese i nema magle promjene na $\lambda = 1$. Na ovaj način je upravljanje moguće i kod bogate i kod siromašne smjese, u opsegu vrijednosti koeficijenta viška zraka od 0,7 do 3,10. Širokopojasne sonde se mogu koristiti u sustavima sa direktnim ubrizgavanjem u budućim konceptima motora koji rade sa siromašnom smjesom („Lean concepts“). Elektrode ove sonde se u struji ispušnih plinova opskrbljuju sa dovoljno kisika pomoću minijaturne pumpe, da bi se između obje elektrode stalno održavao napon od 450 mV. Jačina struje kojom se napaja pumpa se u upravljačkoj jedinici pretvara u vrijednost lambda.

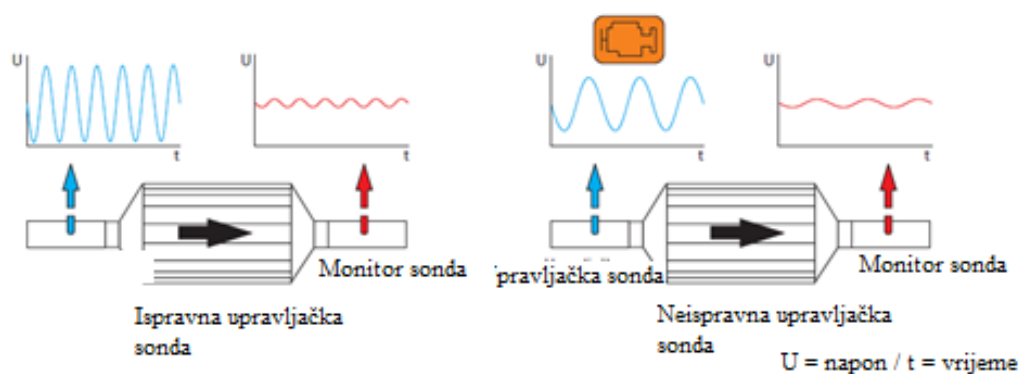
4.7.2.1. Nadzor rada sustava

Radni uvjeti za nadzor lambda sonde:

- Regulacija koeficijenta viška zraka je u svom radnom opsegu.
- Brzina kretanja vozila je između 5 i 80 km/h.
- Motor je dostigao radnu temperaturu.
- Katalizator radnu temperaturu (od 350 do 650 °C).
- Broj okretaja motora i položaj gasa su konstantni.
- Nadzor se vrši čim su radni uvjeti konstantni duže od 20 sekundi.

• Upravljačka sonda (uskopojasna)

Starenje i kontaminacija imaju utjecaja na rad lambda sonde. Narušavanje stanja sonde se može manifestirati u vidu povećanja vremena reakcije (trajanje perioda) ili u vidu pomaka mjernog opsega. I jedan u drugi poremećaj dovode do toga da raspon lambda regulacije bude uži. Što će utjecati na pogoršanje obrade ispušnih plinova u katalizatoru. Procjena rada se zasniva na praćenju signala sa sonde postavljene iza katalizatora. Slijedeća slika prikazuje provjeru frekvencije regulacije (Slika 30).

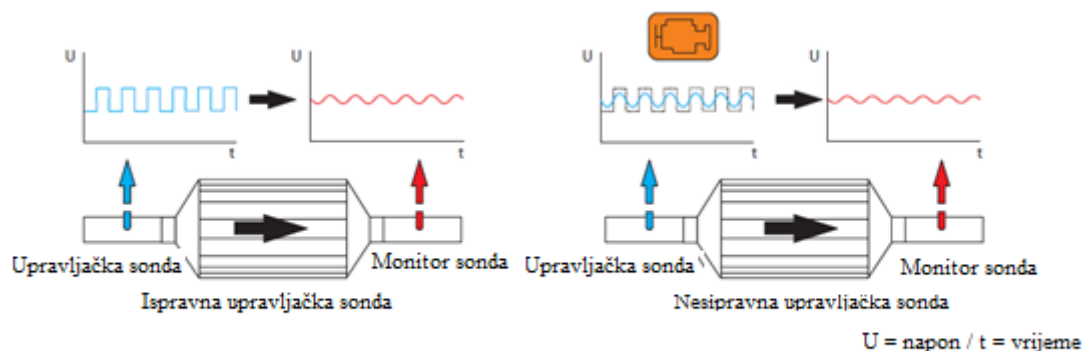


Slika 30. Provjera frekvencije regulacije (inertnost upravljačke uskopojasne sonde) [6]

• Upravljačka sonda (širokopojasna)

Kako signal sa širokopojasne sonde ne reagira naglo na $\lambda = 1$, neophodna je modulacija sastava smjese goriva i zraka. Promjena između siromašne i bogate smjese izaziva se na umjetni način. Pri tome se prati vrijeme reakcije na nastalu promjenu sastava smjese.

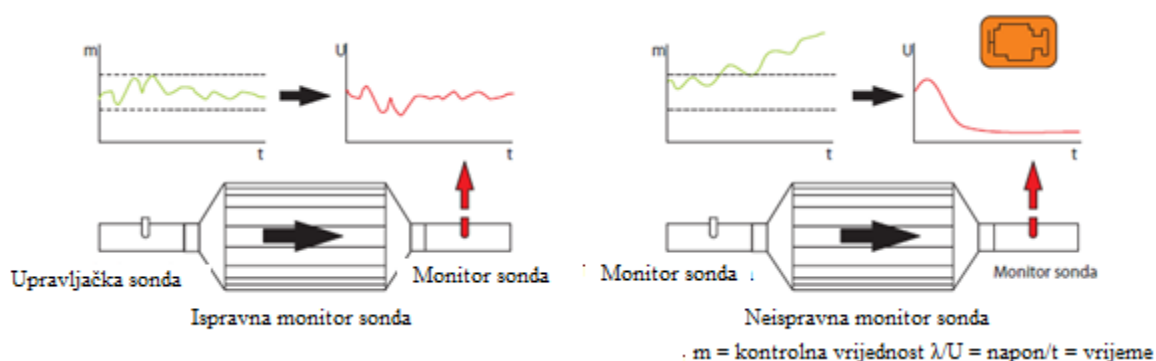
Trenutne vrijednosti se usporede sa zadanim vrijednostima. Na slijedećoj slici je prikazano vrijeme reakcije upravljačke sonde (širokopojasne) (Slika 31).



Slika 31. Vrijeme reakcije upravljačke sonde (širokopojasna sonda) [6]

• Sekundarna (monitor) sonda

Nadzor se zasniva na provjeri da li se vrijednosti regulacije koeficijentata viška zraka kreću u okviru zadanih vrijednosti. Na primjer, ako se odnos zraka i goriva u toku rada pomakne ka višoj siromašnjoj smjesi, monitor sonda će putem smanjenja napona javiti upravljačkoj jedinici povećanje sadržaja kisika u ispušnim plinovima. Lambda regulacija će zato obogatiti smjesu. Napon na monitor sondi će se povećati i upravljačka jedinica će opet težiti osiromašiti smjesu. Ako napon na monitor sondi ostaje nizak usprkos činjenici da je smjesa bogatija, ona će se nastaviti obogaćivati sve dok se ne prekorači opseg regulacije, što će biti registrirano kao greška. Ovakav način regulacije se odvija u toku dužeg perioda. Slijedeća slika prikazuje dijagnostiku granica kontrole monitor sonde (Slika 32).



Slika 32. Dijagnostika granica kontrole monitor sonde [6]

Druga mogućnost dijagnosticiranja je praćenje ponašanja regulacije prilikom ubrzavanja i usporavanja. U tom slučaju se za ocjenu stanja sonde u obzir uzimaju utjecaji obogaćenja smjese prilikom ubrzavanja i osiromašjenja smjese prilikom usporavanja (kočenja motora).

4.7.2.2. Dijagnostičke instrukcije

Radi dijagnostike grešaka, provjerite

- Naponski signal,
- Vezu sa masom,
- Grijач (ako postoji).

Zatim treba očitati memoriju kodova grešaka i usporediti stvarne vrijednosti sa zadanim vrijednostima. Ako zadane vrijednosti nisu na raspolaganju, poslužit će očitavanje vrijednosti sa sličnog vozila kod kojeg nisu detektirane greške. Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije – Lambda sonda (Tablica 8).

Tablica 8. Dijagnostičke instrukcije – Lambda sonda [6]

Greška	Uzroci
- Povećanje potrošnje goriva - Trzanje pri kočenju motora - Prazan hod varira	- Lambda sonda je zaprljana ili na njoj postoje naslage zbog lošeg sagorijevanja ili goriva koje sadrži olovo - Lambda sonda reagira previše interno, tj. lambda regulacija teži prema bogatijoj smjesi - Lambda sonda je oštećena previsokim temperaturama ispušnih plinova, zbog nepravilnog formiranja smjese ili zbog grešaka u paljenju - Električni kontakt sa masom nije dobar

4.7.3. Izostanak sagorijevanja (detekcija neravnomjernog rada)

Smanjene performanse ili neravnomjeran rad potječu od neispravnosti u radu motora. Takve neispravnosti su prouzrokovane greškama u sustavu za paljenje i sustavu za napajanje gorivom, ali mogu biti prouzrokovane i mehaničkim oštećenjima u motoru. Posljedice poremećaja sagorijevanja i izostanka paljenja su:

- Pad snage motora
- Narušavanje kvalitete ispušnih plinova
- Prodor nesagorijelog goriva u ispušni sustav pregrijavanje i oštećenje katalizatora
- Narušavanje i potpuno ispiranje uljnog filma u cilindru zbog nesagorijelog goriva. Nastaje mješovito trenje, povećano habanje, te dolazi do oštećenja klipova, klipnih prstenova i cilindara.

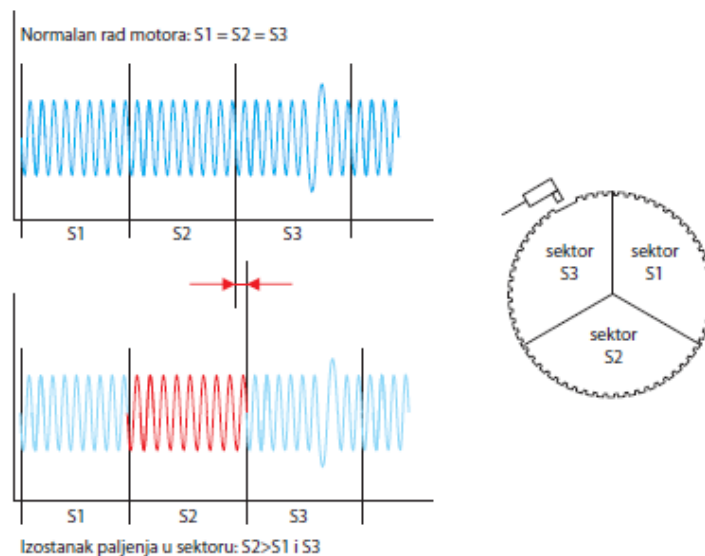
Iz tih razloga se tijekom rada motora neprekidno kontrolira da li je došlo do neravnomjernog rada ili do izostanka paljenja.

4.7.3.1. Nadzor rada

Detekcija prekida u radu se zasniva na registriranju neravnomjernosti rada motora putem praćenja broja okretaja koljenastog vratila. Pomoću ozubljenog prstena na koljenastom vratilu i na osnovu položaja bregastog vratila moguće je detektirati u kojem cilindru postoji izostanak paljenja. Ozubljenje je podijeljeno u sektore, a ta podjela odgovara broju radnih taktova po jednom okretaju koljenastog vratila. Kod četverocilindričnog motora postoje dva sektora, kod šesterocilindričnog tri, a kod osmocilindričnog četiri sektora. Na osnovu broja okretaja i trenutka paljenja smjese, za svaki sektor se bilježi vrijeme ciklusa.

- Ako nema izostanka paljenja, vrijeme će biti isto za svaki sektor.
- Ako se izostanak paljenja pojavi u nekom cilindru, brzina u odgovarajućem sektoru će se smanjiti, a vrijeme ciklusa povećati.

Kompenzacija malih grešaka i tolerancija ozubljenog prstena vrši se adaptacijom senzora tijekom faze kočenja motorom. Uočene i potvrđene greške se memoriraju i zatim prijavljuju aktiviranjem lampice – indikatora greške. Slijedeća slika prikazuje detekciju izostanka paljenja u sektoru S2 (Slika 33).



Slika 33. Detekcija izostanka paljenja u sektoru S2 (šesterocilindrični motor) [6]

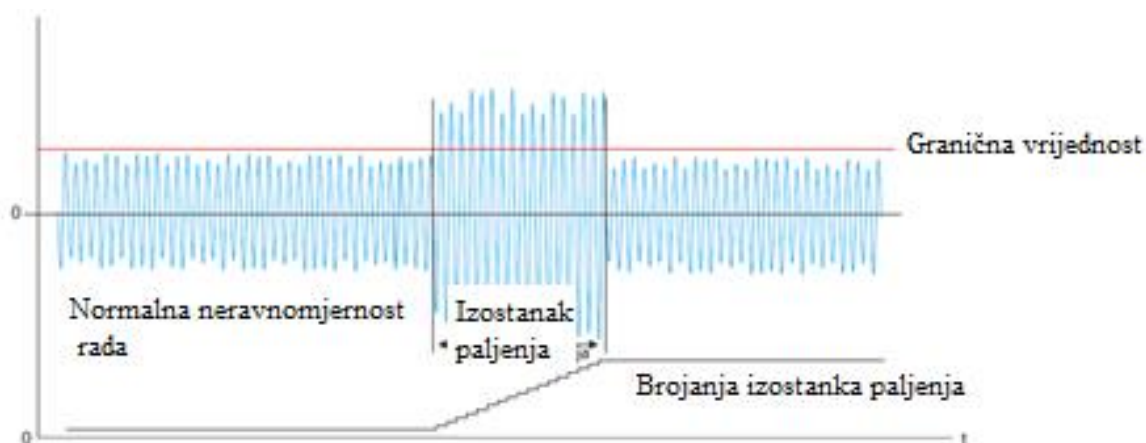
Neće se pri svakom izostanku paljenja odmah aktivirati lampica – indikator greške. Procjena mogućnosti da dođe do nekog oštećenja se vrši na osnovu brojanja uzastopnih izostanka paljenja.

- **Izostanak paljenja koje će oštetiti katalizator**

U tom slučaju se zbrajaju sve pojave izostanka paljenja koje su se pojavile tijekom 200 okretaja koljenastog vratila. Lampica indikatora greške će početi treptati. Vozilo se može odvesti do najbližeg servisa, sa ograničenom snagom.

- **Izostanak paljenja koji će se dovesti do toga da sastav ispušnih plinova prijeđe 150 % dozvoljene granice**

Ovo je slučaj koji se javlja kod intenziteta izostanka paljenja od 2 %. Ovdje se zbrajaju sve pojave izostanka paljenja koje su se pojavile tijekom 1000 okretaja koljenastog vratila. Lampica će se aktivirati (svijetlit će neprekidno) samo ako se greška registrira ponovno i u narednom ciklusu vožnje. Time će greška biti potvrđena. Sljedeća slika prikazuje brojanje izostanka paljenja (Slika 34).



Slika 34. Brojanje izostanka paljenja [6]

Kod jedne varijante dijagnosticiranja, stvarna brzinska karakteristika se uspoređi sa memoriranom karakteristikom motora. Iznenadna promjena tih karakteristika i prekoračenje vrijednosti vezanih za sastav ispušnih plinova se registrira i prijavljuje kao izostanak paljenja.

4.7.3.2. Nadzor rada

Nadzor rada se odvija neprekidno. Da bi se spriječilo da neki vanjski utjecaji budu protumačeni kao izostanak sagorijevanja, u obzir se uzimaju i brzina vozila i ubrzanja karoserije. Na taj način se registriraju promjene u broju okretaja koljenastog vratila koje dolaze od strane transmisije i one se uzimaju kao greška. Iz tog razloga upravljačka jedinica motora može izostaviti praćenje izostanka paljenja u slijedećim uvjetima:

- Kretanje ispod ili iznad određene granične brzine (zaustavljanje motora, ograničenje brzine, usporavanje)
- Nagli skokovi broja okretaja (promjena stupnja prijenosa)
- Period starta motora (do 5 sekundi)
- Period nakon uključenja klima uređaja (do 5 sekundi)
- Opterećenje je ispod donje granice (otpor kretanja)
- Detekcija kretanja po lošem putu (rupe na putu, proklizivanje kotača)
- Vanjske intervencije na paljenju pojedinih cilindara (kontrola detonacije)

4.7.3.3. Dijagnostičke instrukcije

Uzroci izostanka paljenja mogu biti različiti. Zbog toga, kod utvrđivanja uzroka prvo treba očitati memoriju grešaka. Slijedeća tablica prikazuje dijagnostičke instrukcije – uzroci izostanka paljenja (Tablica 9).

Tablica 9. Dijagnostičke instrukcije – uzroci izostanka paljenja [6]

Komponenta	Mogući uzroci/greške	Moguće korekcije
Sustav za napajanje/sustav za formiranje smjese		
Gorivo	- Neodgovarajuća kvaliteta goriva, nedostatak goriva - Nečistoća u gorivu ili miješanje sa drugim materijama, kao što je dizel gorivo u benzinu	- Izvršiti vizualni pregled, provjeriti miris - Očistiti sustav za gorivo - Zamijeniti gorivo - Zamijeniti filter za gorivo i po potrebi ventile brizgaljki
Pumpe za gorivo	- Nedovoljan protok pumpe (pumpa niskog tlaka i glavna pumpa) - Nizak tlak goriva	- Izmjeriti tlak i protok goriva iz pumpe niskog tlaka - Zamijeniti neispravnu pumpu
Regulator tlaka	- Neispravan regulator tlaka, previsok ili prenizak tlak goriva – zbog toga varira količina ubrizganog goriva	- Provjeriti tlak i rad regulatora - Zamijeniti neispravan regulator tlaka - Provjeriti sustav za napajanje gorivom
Filtar za gorivo	- Zagušen filter za gorivo; nedovoljan protok	- Provjeriti protok goriva iza filtra - Zamijeniti filter za gorivo
Vodovi za gorivo	Prelomljena crijeva za gorivo - U napojnom vodu – nedovoljan protok - U povratnom vodu – previsok tlak goriva	- Ako je napajanje nedovoljno i ako tlak varira, izvršiti vizualni pregled - Ispraviti crijeva i po potrebi ih zamijeniti
Ventili brizgaljki	- Neispravnost - Pogrešna vremena ubrizgavanja - Nepravilan pravac ubrizgavanja - Propusnost, curenje ventila brizgaljki	- Odgovarajućim instrumentom izmjeriti sadržaj ugljikovodika (HC) u usisnoj grani kada motor ne radi - Provjeriti vremena ubrizgavanja, signal na brizgaljkama i nepropusnost - Očistiti ili po potrebi zamijeniti ventile

		brizgaljki
Sustav dodatnog zraka		
Sustav dodatnog zraka	- Oštećenje pumpe, vodova ili ventila za dodatni zrak, što omogućava ulaženje zraka u ispuh	
Upravljanje motorom		
Senzori - Broja okretaja - Bregastog vratila	- Nedovoljan signal ili pogrešna udaljenost, senzor nije pričvršćen ili je zaprljan	- Ispitati dijagnostičkim uređajem - Očistiti i pravilno podesiti senzor ako je potrebno - Zamijeniti неисправan senzor
Ozubljeni prsten	- Prsten nije pričvršćen ili je oštećen	- Pričvrstiti ga, ili ako je oštećen, zamijeniti ga - Provjeriti položaj ozubljenog prstena i senzora na koljenastom/bregastom vratilu i faze razvoda. Odrediti GMT 1. cilindra
Katalizator	- Zagušenje - Previsok pritisak u ispušnom sustavu (nagomilavanje ispušnih plinova)	- Ispitati dijagnostičkim uređajem (provjeriti napon) - Izmjeriti povratni tlak u ispušnom sustavu - Zamijeniti katalizator ako je неисправan
Lambda sonda	- Starenje, kratak spoj; pogrešan signal	- Ispitati dijagnostičkim uređajem - Ispraviti grešku u vodičima ili u spoju sa masom - Zamijeniti sondu ako je neispravna
Senzori temperature	- Povremeno pogrešan signal	- Ispitati dijagnostičkim uređajem - Provjeriti vodiče i kontakte - Zamijeniti senzor ako je neispravan
Upravljačka jedinica motora	- Interna greška	- Ispitati dijagnostičkim uređajem - Provjeriti status podataka, reprogramirati ih u ovlaštenom servisu
Motor		
Klipovi, klipni prsteni	- Oštećenja, habanje	- Izmjeriti kompresiju - Provjeriti gubljenje tlaka iz prostora za

		sagorijevanje - Zamijeniti neispravne dijelove
Usisni/ispušni ventili	- Oštećeni, ne zatvaraju se - Pogrešno podešeni - Razvod nije u fazi	- Izmjeriti kompresiju - Provjeriti gubljenje pritiska iz prostora za sagorijevanje - Provjeriti podešenost ventila - Provjeriti fazu razvoda - Izvršiti pravilno podešavanje - Zamijeniti neispravne dijelove
Sustav za paljenje		
Svjećice	Greška u paljenju zbog - Pogrešnih svjećica - Nepravilnog razmaka elektroda - Pregaranja - Zauljenih svjećica, ugljičnih naslaga - Pukotine u izolatoru - Oksidacija na kontaktima	- Ispitati primarno i sekundarno kolo dijagnostičkim uređajem, mototesterom ili osciloskopom - Izvršiti vizualni pregled i mjerenje otpora - Otkloniti neispravnosti - Zamijeniti neispravne dijelove
Komponente sekundarnog kola	Greške u paljenju zbog - Vlaga - Korozijske - Grešaka na kontaktima i izolaciji	- Ispitati primarno i sekundarno kolo dijagnostičkim uređajem, mototesterom ili osciloskopom - Izvršiti vizualni pregled i mjerenje otpora - Otkloniti neispravnosti - Zamijeniti neispravne dijelove
Inducirane zavojnice, svjećice i vodiči	- Neispravno električno napajanje - Kratak spoj pozitivnog kola i mase - Greške u kontaktima - Oštećenja izolacija - Pohabani ili prekinuti vodiči	- Ispitati primarno i sekundarno kolo dijagnostičkim uređajem, mototesterom ili osciloskopom - Izvršiti vizualni pregled i mjerenje otpora - Otkloniti neispravnosti - Zamijeniti neispravne dijelove

5. PREGLED SOFTVERSKIH ALATA ZA DIJAGNOSTIKU

[7]

Automobilska industrija je jedna od industriji koja se najbrže razvija i koja privlači najveći broj investitora. Pametno vozilo je sposobno prilagoditi svoju produktivnost manjoj potrošnji goriva, pokazuje najbolji put uzimajući u obzir prometne i vremenske uvjete, detektira greške u motoru itd.

Većina vozila je opremljena sa autodijagnostikom ili OBD2 priključkom koji osigurava pristup podacima kontrolne jedinice motora (ECU). Kako bi se dobile informacije potrebno je priključiti vanjski uređaj.

Auto čitač OBD se koristi kako bi primio kodove podataka i ostale informacije vezane za opće stanje automobila. Može se kupiti dijagnostički softver koji će omogućiti spajanje PC i OBD sustava vozila, ali ipak je potrebno znanje o popravcima automobila.

Uobičajena autodijagnostika ima dvije komponente: uređaj – hardverska konfiguracija sučelja koja se spaja na OBD2 priključak automobila i sami softver na računalu.

Autodijagnostika analizira snimljene materijale i radi kao pametni pomoćnik kada vlasnik vozi automobil. Analiza se vrši tijekom putovanja i osigurava korisniku korisne savjete: kako voziti pažljivije, kako smanjiti potrošnju goriva i kako povećati životni vijek automobila. Glavni cilj softvera jest da omogući korisniku pogled u unutrašnjost automobila.

Ovdje su nabrojane 6 najboljih automobilskih dijagnostičkih softvera koji osiguravaju jednostavan i prihvatljiv način kontrole „zdravlja“ automobila te njihove prednosti i nedostaci.

5.1. AutoEnginuity's ScanTool

Može se koristiti za 48 marki vozila. Omogućava pristup BS-u, zračnim jastucima, ploči s instrumentima, transmisiji i mnogim drugim kontrolerima karoserije i šasijske. Ima korisničko sučelje koje se lako koristi: pomicanje, zumiranje i prikaz grafova.

Ostale značajke uključuju:

- Print DTC i IM/Mode 6 podaci u obliku individualnog izvješća.
- Softver omogućava prikaz podataka u složenoj formi umjesto sirovih podataka.
- Podaci mogu biti u dva formata: XML koriste se u preglednicima; i SCV za proračunske tablice sa kapacitetom promjene formata
- Prilagodljivi podaci senzora

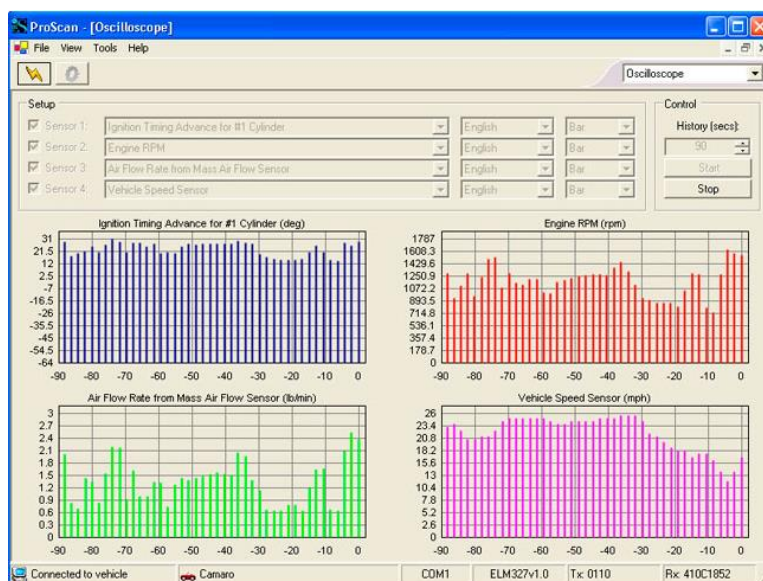
5.2. ProScan

ProScan se često prodaje kao kombinacija hardvera i softvera i sadrži sve potrebne kablove, opremu i softver koji svako računalo pretvara u čitač OBD2 kodova.

Najznačajnije značajke softvera:

- Alat potrošnje goriva. Ovaj dijagnostički alat pomaže prilagodbu ponašanja u vožnji manjem potrošnju goriva vozila. Analiza je dostupna nakon brze vožnje i mogu se vidjeti podaci stvarne potrošnje automobila temeljenih na vozačevim navikama.
- Veza menadžer-vozilo. Veza menadžer-vozilo je sučelje koje se vidi tijekom pokretanja programa. Kako bi se dobilo računalo-vozilo veza korisnik treba izabrati profil vozila i spojiti ga preko programa. Pokazuje se status povezanosti i izvješće ako je došlo do pogreške.
- Zamrznuti podaci zaslona. Ovaj alat omogućava nadgledavanje bilo kojih podataka u bilo kojem periodu spremanjem svih prethodnih informacija. Također prikazuje sve detektirane probleme i pomaže ih rješavati.
- Test senzora kisika. Ako automobil ima problem, ovaj alat će ga uočiti ako se senzor kisika pokvario i detektirat će točno taj senzor.
- Dijagnostičko izvješće generatora. ProScan omogućava generiranje dijagnostičkog izvješća za automobil s jednim klikom.
- Provjera MIL sijalice. Kada MIL sijalica zasvijetli, vozilo sprema kod koji prepoznaje uočeni problem (DTC). Te alat osigurava listu spremljenih DTC-ova sa opisom tako da korisnik može detektirati problem.

Na slijedećoj slici je prikazano sučelje ProScan-a (Slika 35).



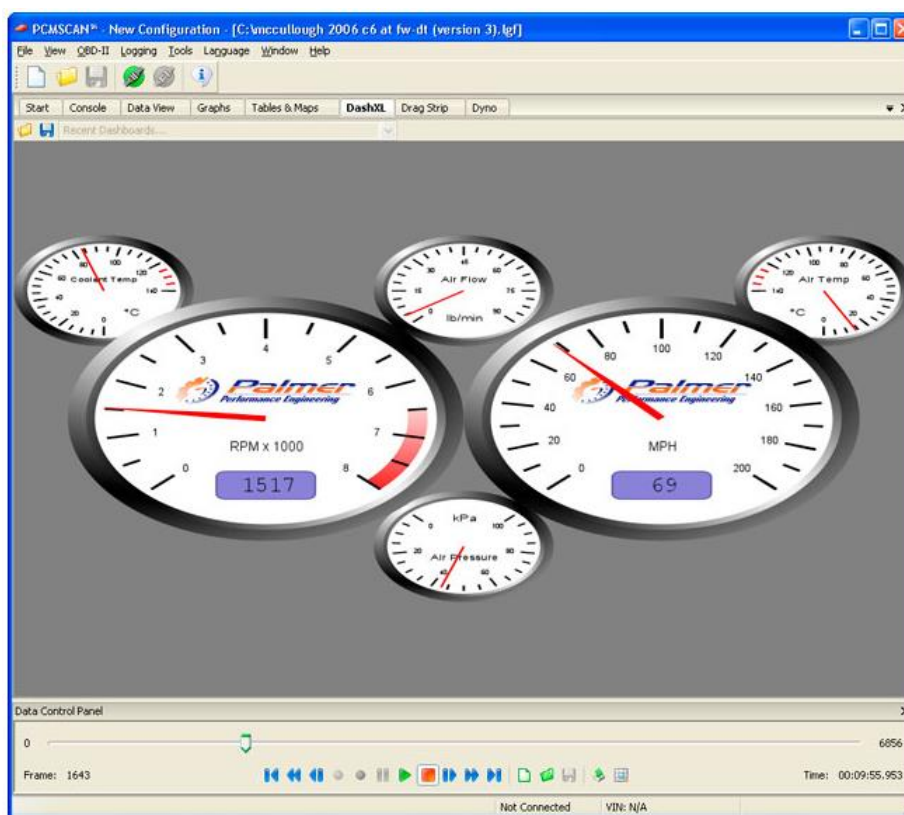
Slika 35. Sučelje ProScan-a [7]

5.3. PCMScan

Ovaj alat je opći automobilski dijagnostički skener i dijagnostički alat koji održava široku mnogostrukost OBD2 hardverskog sučelja. Omogućava izradu dijagrama, prikaz DTC-a, zamrznuti okvir podataka i druge informacije automobila.

Ključne prednosti su: prilagođene kontrolne ploče, bilježenje podataka, DTC, rezultati testa i ostale korisne značajke kao puna podrška ispisanih izvješća, prilagodljiva upozorenja itd.

Slijedeća slika prikazuje sučelje PCMScan-a (Slika 36).



Slika 36. Sučelje PCMScan-a [7]

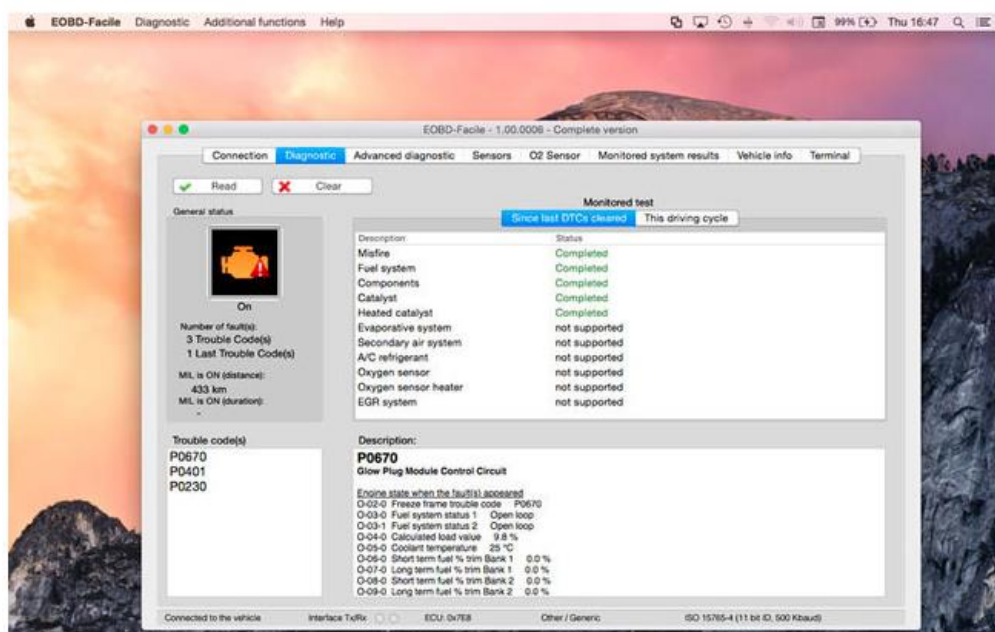
5.4. EOBD Facile

Veza je jednostavna i nakon toga korisnik može dijagnosticirati i vidjeti rezultate u realnom vremenu. Glavne funkcije EOBD Facile OBD softvera za programiranje su:

- Prikaz kodova grešaka motora i pronalazak njihovih značenja
- Brisanje MIL sijalice

- Kontrola specijalnih proizvodnih kodova grešaka
- Snimanje putovanja i spremanje preko iPhone/iPad-a,
- Kreiranje i prikaz snimljenih GPS podataka

Slijedeća slika prikazuje sučelje EOBD Facile –a (Slika 37).



Slika 37. Sučelje EOBD Facile-a [7]

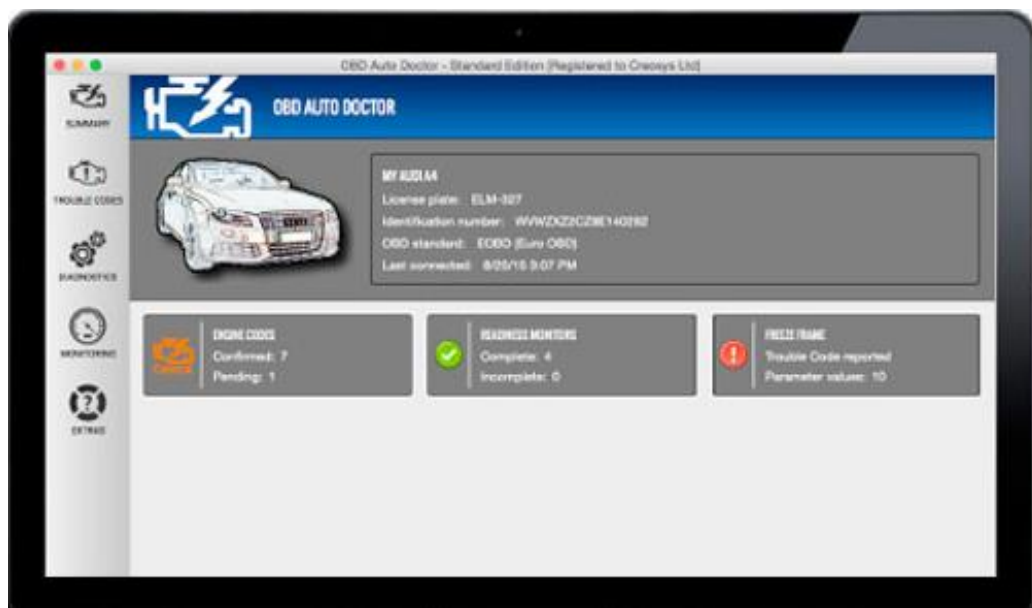
5.5. OBD Auto Doctor

OBD II Auto Doctor je napredni OBD2 dijagnostički alat. Auto Doctor pruža korisniku pregled i resetiranje kodova upozorenja. Korištenjem OBD2 dijagnostičkog softvera korisnik može komunicirati s automobilskim OBD2 sustavom i učiniti prijenosno računalo pametnim automobilskim skenerom.

Ključne prednosti ovog OBD2 softvera:

- Korisnik može vidjeti da li je vozilo spremno za test emisije i prijepis DTC-a, smrznutog okvira, MIL-a...
- Prikaz potrošnje goriva i emisije plinova
- Prikaz OBD2 indikatora u realnom vremenu
- Korisnik može birati između numeričkog ili grafičkog prikaza svih OBD2 podataka
- Mogućnost slanja podataka preko email-a

Slijedeća slika prikazuje OBD Auto Doctor- a (Slika 38).



Slika 38. Sučelje OBD Auto Doctor-a [7]

5.6. Movi and Movi Pro

Svaki kvar vozila spremljen je u modul za kontrolu motora (ECM). Čitanje tih informacija može pomoći kod identificiranja problema i popravka automobila. Movi automobilski dijagnostički softver pomaže pri uočavanju tih kodova kvarova, izvlačenje podataka iz smrznutog okvira i brisanje kako bi se MIL sijalica mogla isključiti.

Značajke Movie softvera:

- Korisnik može vidjeti podatke u realnom vremenu za pomoć pri dijagnozi kvarova motora
- Čitanje i brisanje DTC-a
- Prikaz i brisanje podataka smrznutog okvira
- Korisnik može kontrolirati prosječnu potrošnju goriva
- Vozač može vidjeti napon baterije i stanje sustava za punjenje
- Kontrola virtualnih konjskih snaga
- Kontrola virtualnog momenta
- Kontrola i izrada grafova za 4 indikatora motora u isto vrijeme

Na sljedećoj slici je prikazano sučelje Movie and Movie Pro –a (Slika 39).

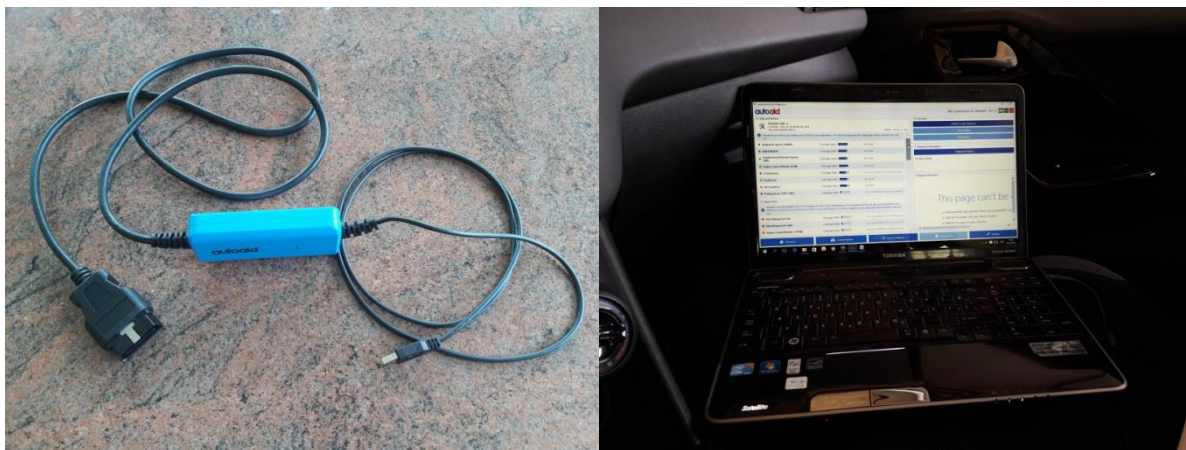


Slika 39. Sučelje Movie and Movie Pro-a [7]

6. PRIMJERI DIJAGNOSTIKE AUTOMOBILA

U ovom poglavlju prikazan je postupak dijagnostike automobila te načini otklanjanja kvarova na tri različita tipa vozila, konkretno u ovom slučaju radi se o vozilima PEUGEOT 208, MAZDA 3 i VOLKSWAGEN POLO.

Postupak dijagnostike automobila izvršen je pomoću softverskog alata autoaid Internet Diagnose+, dijagnostičkog uređaja (USB kabel, adapter i OBD priključak) te prijenosnog računala Toshiba prikazanih na slijedećoj slici (Slika 40).



Slika 40. Dijagnostički uređaj i prijenosno računalo s softverskim alatom

6.1. Postupak dijagnostike

Postupak dijagnostike automobila prikazan ja na vozilu:

PEUGEOT 208 1.2 VIN: VF3CCHMZ0ET194712, 3 cilindra, 1199 ccm, 60kW (82PS) 2014

1. *Priključenje dijagnostičkog uređaja na dijagnostički priključak na vozilo te drugi kraj dijagnostičkog uređaja (USB priključak) na prijenosno računalo (paljenje isključeno) (Slika 41).*

Dijagnostički priključak je postavljen unutar vozila na mjestu koje je pristupačno, ali i zaštićeno od slučajnog oštećenja (Slika 42).



Slika 41. Postupak dijagnostike

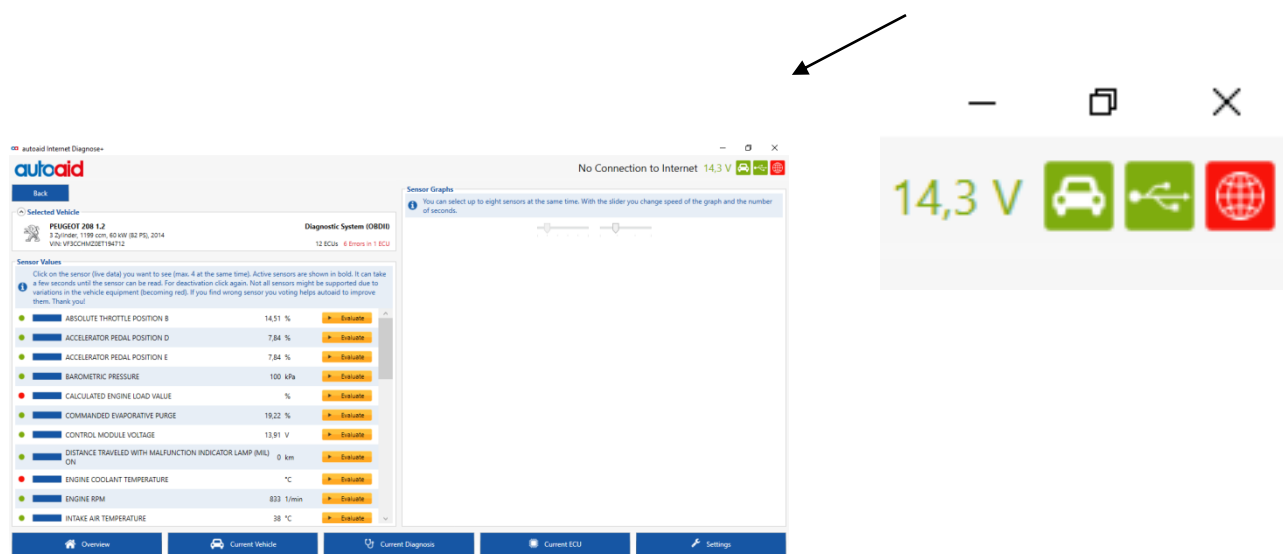


Slika 42. Dijagnostički priključak na vozilu

2. Pokretanje softverskog alata i uključivanje paljenja vozila

3. Uspostavljanje komunikacije

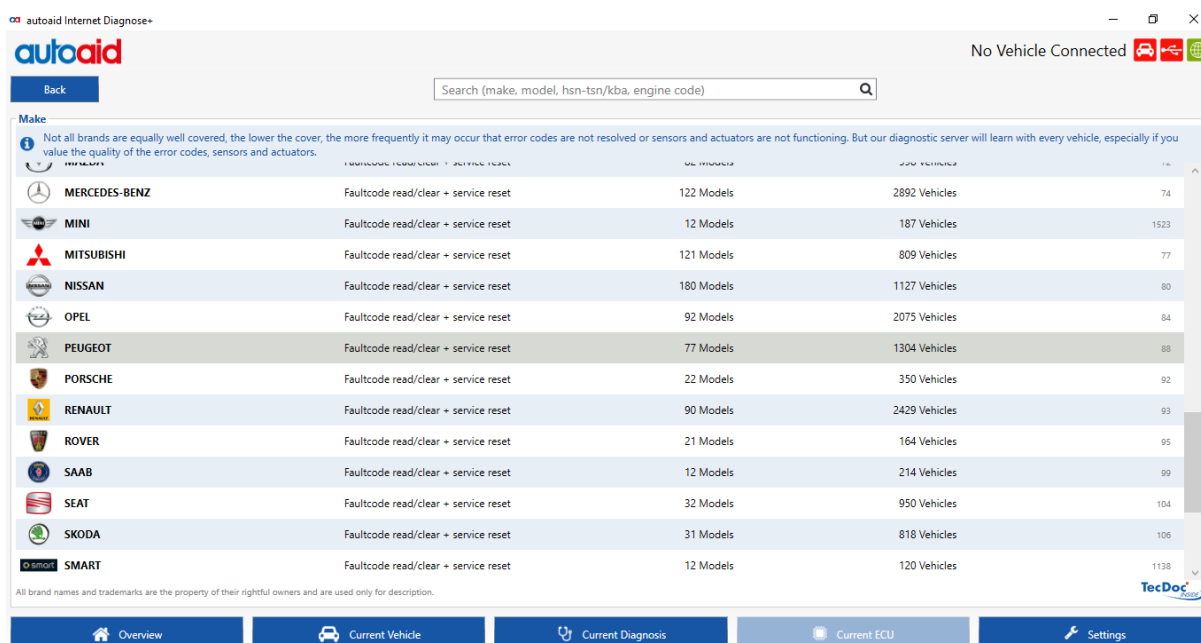
Nakon uspješnog uspostavljanja komunikacije prikazuje se oznaka povezivanja automobila i prijenosnog računala (Slika 43).



Slika 43. Detekcija uspostavljanja komunikacije

4. Odabir tipa vozila

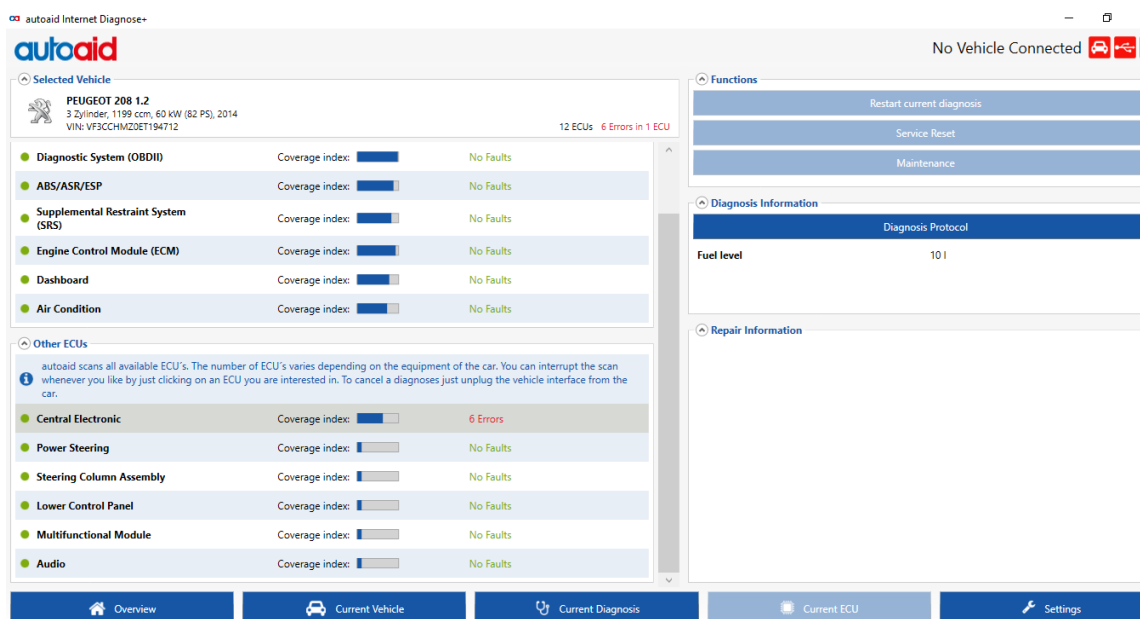
Nakon uspješnog uspostavljanja komunikacije potrebno je u softverskom alatu kreirati novo vozilo tj. odabrati tip vozila što je prikazano na sljedećoj slici (Slika 44).



Slika 44. Odabir tipa vozila

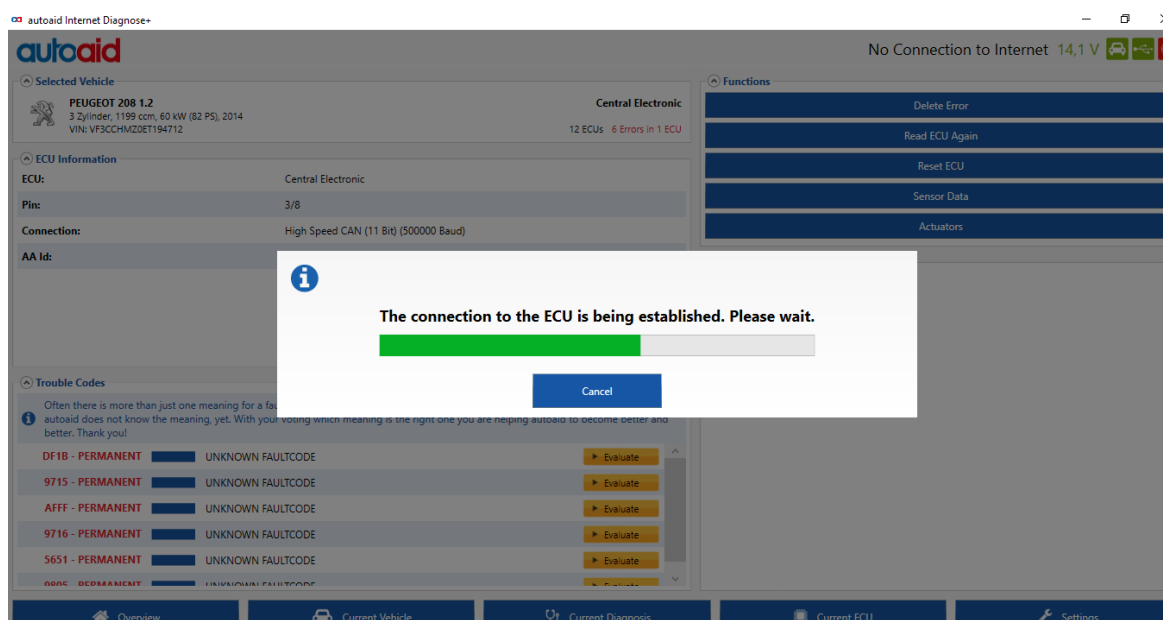
5. Pokretanje (startanje) dijagnostike

Kod pokretanja dijagnostike vrši se prijem podataka s elektroničkim jedinicama u vozilu (ECU) tj. vrši se čitanje grešaka spremljenih u memoriju ECU-a (Slika 45). Greške u ECU javljaju senzori.



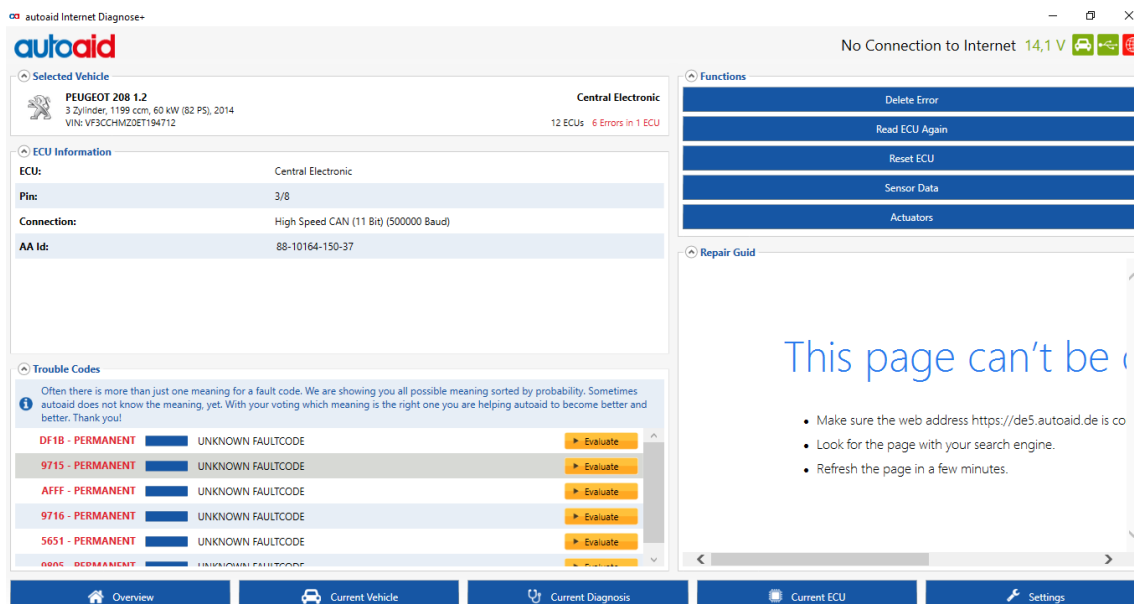
Slika 45. Prijem podataka sa ECU

Nakon što je skeniranje cijelog vozila završeno moguće je pristupiti tj. uspostaviti vezu sa svakim instaliranim ECU-om (Slika 46). Centralna elektronička jedinica pokazuje kako se u njezinoj memoriji nalazi 6 grešaka, pa se uspostavlja veza s tim ECU-om.



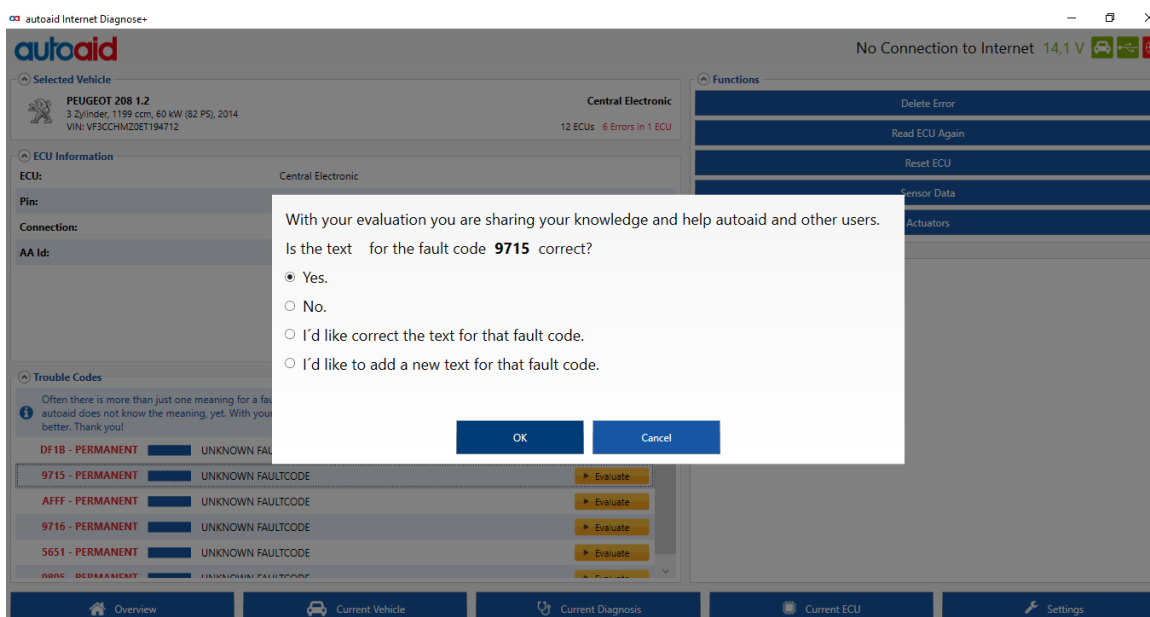
Slika 46. Uspostavljanje veze s ECU

Uspostavljanje veze s ECU moguće je vidjeti koje greške su se pojavile (kod i mjesto) te je moguće brisati greške nakon što se one uklone, resetirati i ponovno učitati ECU, pristupiti svakom aktuatoru i senzoru koje je vezan uz pripadni ECU (Slika 47).



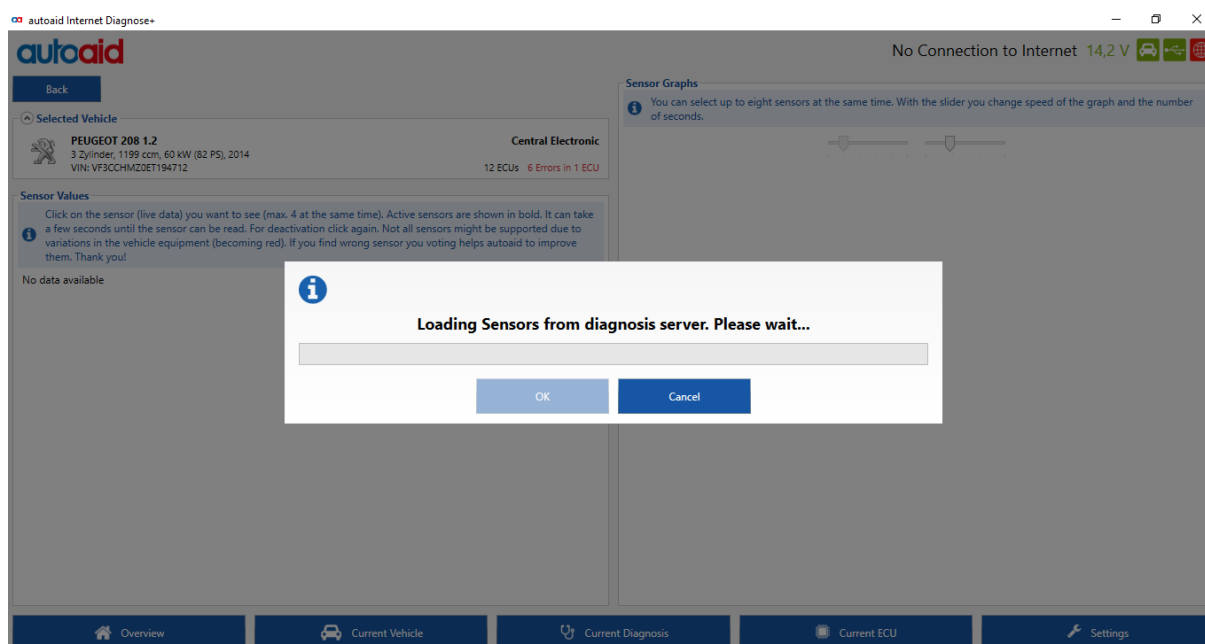
Slika 47. Greške u centralnoj elektroničkoj jedinici

Svaku grešku ili rad senzora/aktuatora moguće je procijeniti na temelju vlastitog znanja i iskustva što može biti pomoć drugim djelatnicima autoaid-a i drugim korisnicima (Slika 48).



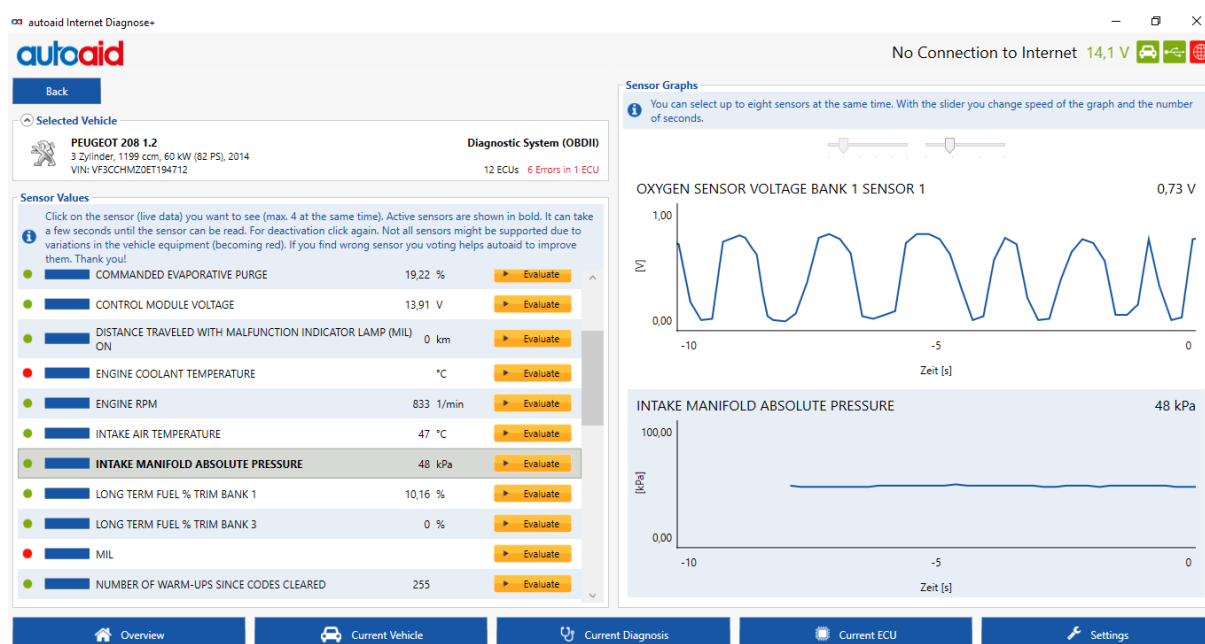
Slika 48. Procjena greške

Učitavanje senzora s dijagnostičkog servera (Slika 49).

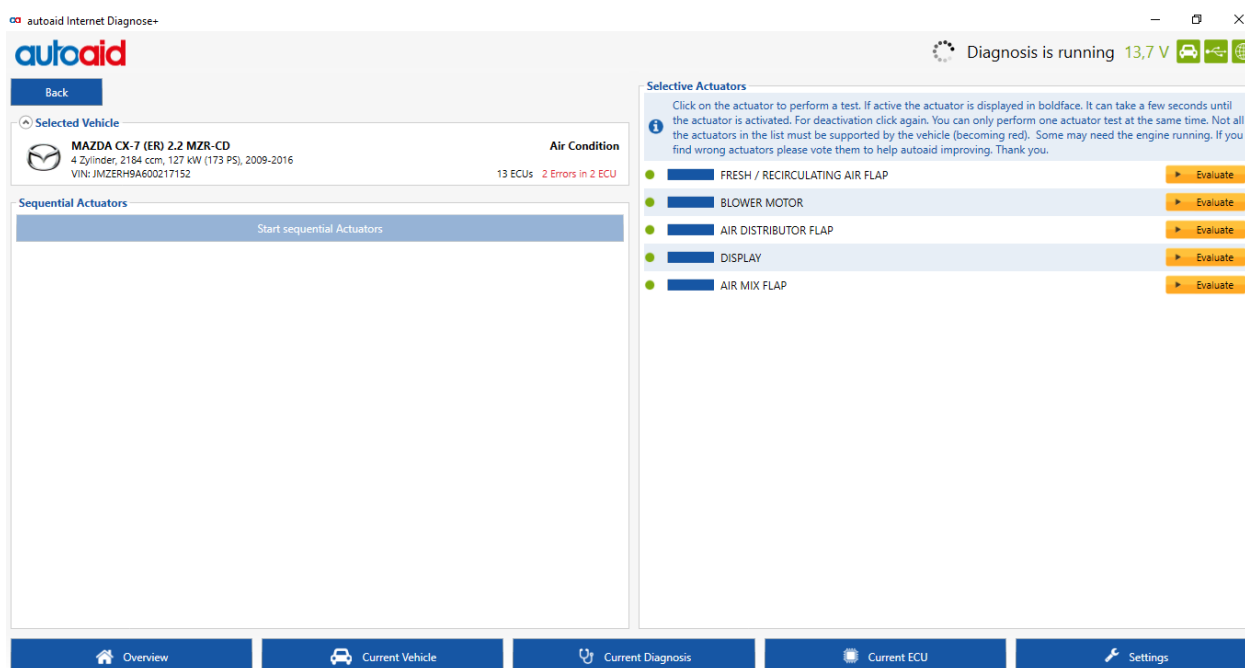


Slika 49. Učitavanje senzora

Nakon učitavanja moguće je promatrati rad pojedinog senzora u vremenu na grafovima (Slika 50) te je moguće aktivirati aktuatora za izvođenje testa (Slika 51).

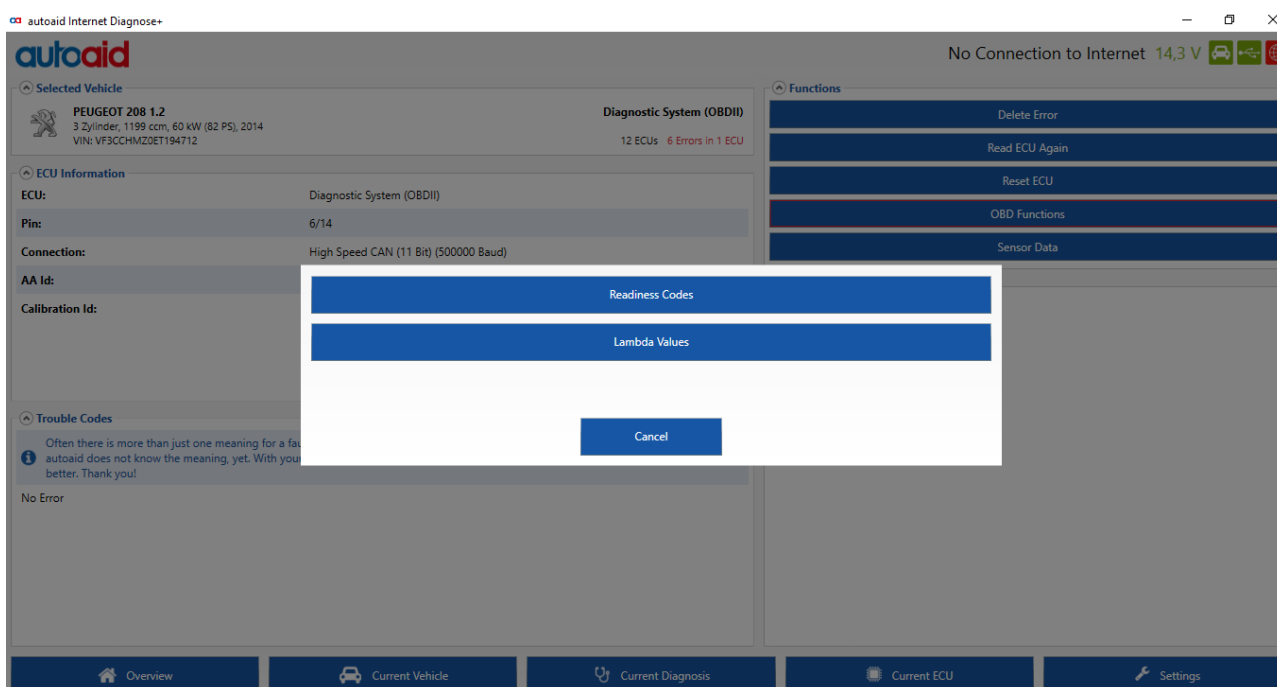


Slika 50. Grafički prikaz rada senzora

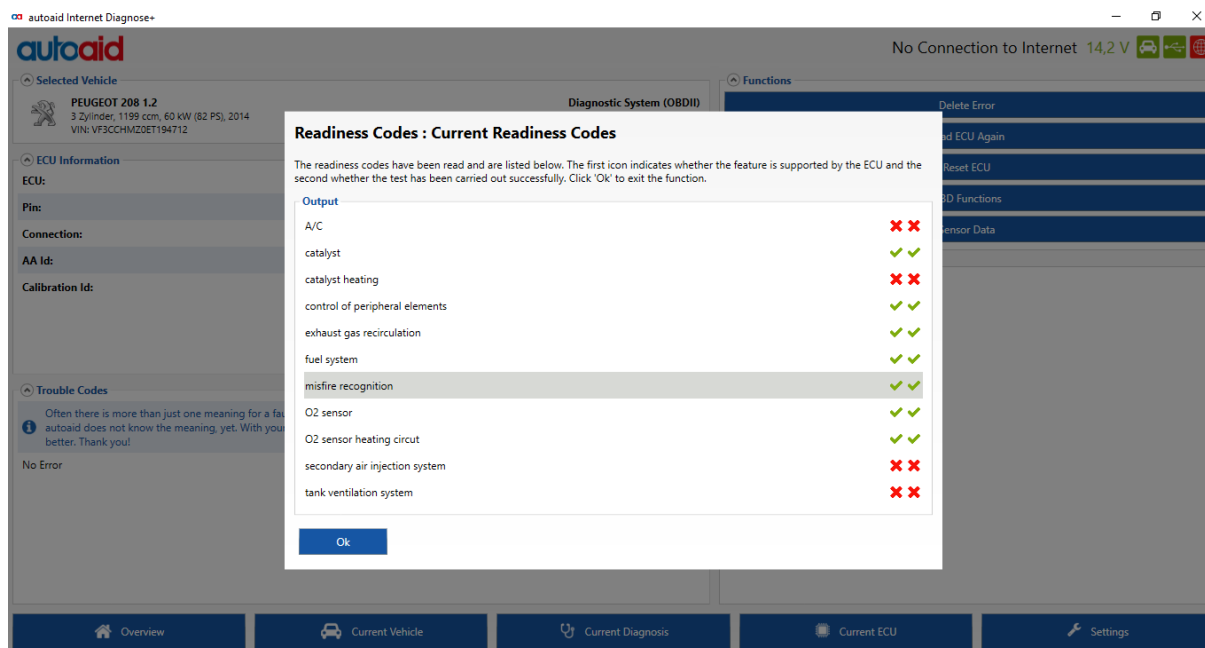


Slika 51. Testiranje aktuatora

Također je još moguće pristupiti lambda vrijednosti i kodu spremnosti (engl. Readiness Code) (Slika 52) koji služi za provjeru prisutnosti komponenti ili sustava tj. da li je podržan ECU-om (prva zelena ikona) te da li je test uspješno obavljen (druga zelena ikona) (Slika 53).



Slika 52. Lambda vrijednosti i kod spremnosti



Slika 53. Trenutni kodovi spremnosti

S ovime je postupak same dijagnostike završen. Nakon dijagnostike potrebno je utvrditi mjesto kvara i način otklanjanja kvara te nakon što se kvar popravi potrebno je obrisati greške iz ECU memorije.

6.2. Načini otklanjanja kvarova

Softverski alat autoaid Internet Diagnose+ omogućuje korisniku komunikaciju s djelatnicima autoaid-a. Nakon što se učitaju nastale greške autoaid pruža mogućnost spajanje na internet na službeni stranicu autoaid-a (<http://www.myautoaid.com/>) pritiskom na grešku. Na stranici autoaid-a potrebno je napraviti vlastiti profil (registracija) gdje je moguće opisati simptome koji su posljedica nastale greške (Slika 54) te djelatnici autoaid-a svojim stručnim savjetima ukazuju na mjesto greške te načine otklanjanja (Slika 55).

SOLUTION FINDER

Precise, personal and quick
Our automotive experts will personally take a look at your inquiry! Choose for yourself how quick and detailed our answer should be. You can even ask follow up questions free-of-charge!

Safe up to 70%
Solve your problem economically all by yourself or visit the next garage with more crucial information.

Satisfaction guarantee
Our solution finder will solve your problem - we promise. If, against all odds, we are not able to help you, we will provide you with a full refund.

Happy customers
We already converted over 1.000 inquiries to solutions. Be part of it.

FAULT CODE * DF1B

VEHICLE * PEUGEOT

208 (2012-03-00)

1.2 (60 kW / 82 hp)

ECU * Central Electronic

SYMPTOMS * e.g. engine stutters

Continue

Slika 54. Opis greške (korisnik)

PEUGEOT 208 1.2 - Central Electronic - 9805

symptoms
I can't detect any symptoms
Description

+ Answers **Unsubscribe**

Fenni-Fenni Jun 24, 2016, 11:41:06 AM

Hello , thanks for your question in the autoaid Community.
Your described fault Code means: 9805 Starter fault
Look at the starter and check this out, when there is already correct, then erase this fault and look if it Comes back again.
Sometimes the Starters are clamping and still not working.

Greetings
Team autoaid

alen.oletic
Created: Jun 24, 2016, 9:57:43 AM
Diagnoses: 6

Slika 55. Način otklanjanja (djelatnik autoaid-a)

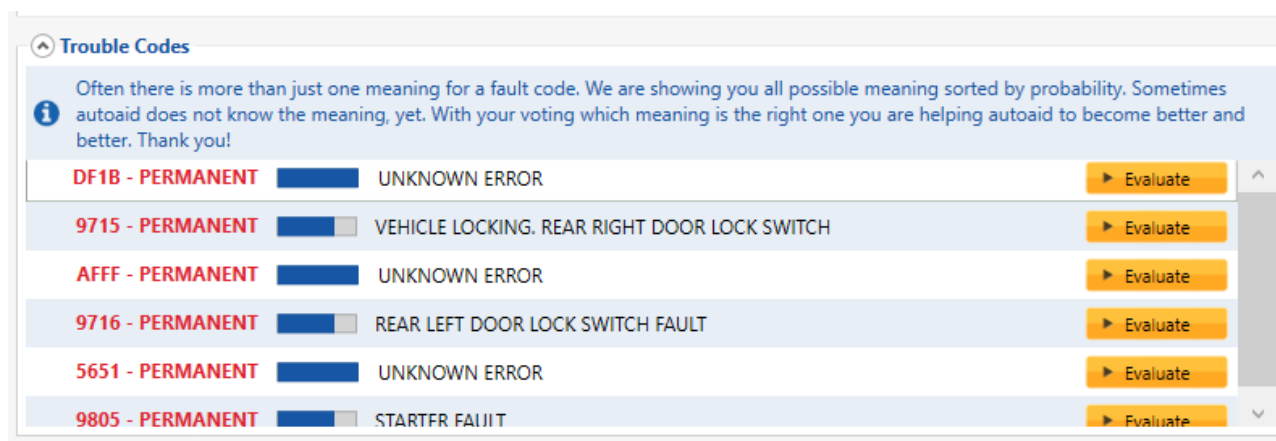
Dijagnostički postupak je izvršen na tri različita tipa vozila. U nastavku je dan pregled nastalih grešaka na vozilima i načini njihovog otklanjanja.

a) *PEUGEOT 208 1.2*

3 cilindra, 1199 ccm, 60 kW (82 PS), 2014

VIN: VF3CCHMZ0ET194712

Slijedeća slika prikazuje nastale greške (Slika 56).



Slika 56. Greške na vozilu PEUGEOT 208

U slijedećoj tablici navedene su greške koje su se pojavile na automobilu PEUGEOT 208 te načini njihovog otklanjanja (Tablica 10).

Tablica 10. Greške i načini otklanjanja (PEUGEOT 208)

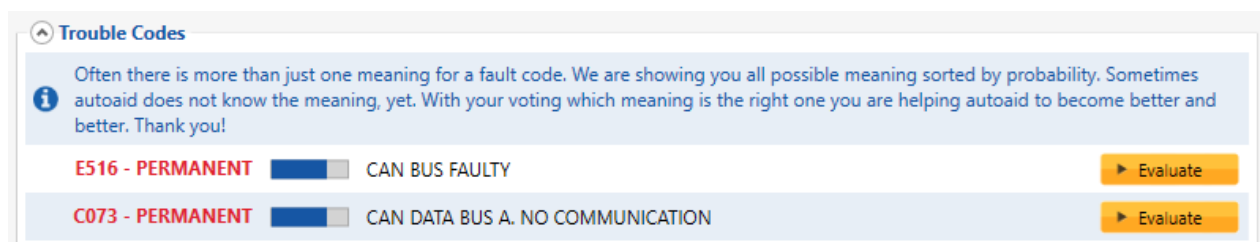
Greška (kod + opis)	Način otklanjanja
9805- greška elektropretvarača	Provjeriti elektropretvarač i ako je sve u redu izbrisati grešku te ponovno provjeriti ako se pojavi. Ponekad se elektropretvarači stežu, a i dalje ne rade.
9715 i 9716 – greška upravljačke sklopke u krugu	Ako je sve uredi potrebno je izbrisati grešku i testirati ako se ponovno pojavi. Ako su sve funkcije u redu, sklopka se može obnoviti. U suprotnom provjeriti sve žice sklopke. Možda postoji kratki spoj.
DF1B, AFFF i 5651	Ostale greške su samo unutarnji kodovi, te ih je prema savjetima djelatnika autoaid-a potrebno izbrisati.

b) MAZDA 3 (BK) 1.4

4 cilindra, 1349 ccm, 62 kW (84PS), 2006

VIN: JMZBK14J261304694

Slijedeća slika prikazuje nastale greške (Slika 57).



Slika 57. Greške na vozilu MAZDA 3

U slijedećoj tablici navedene su greške koje su se pojavile na automobilu MAZDA 3 te načini njihovog otklanjanja (Tablica 11).

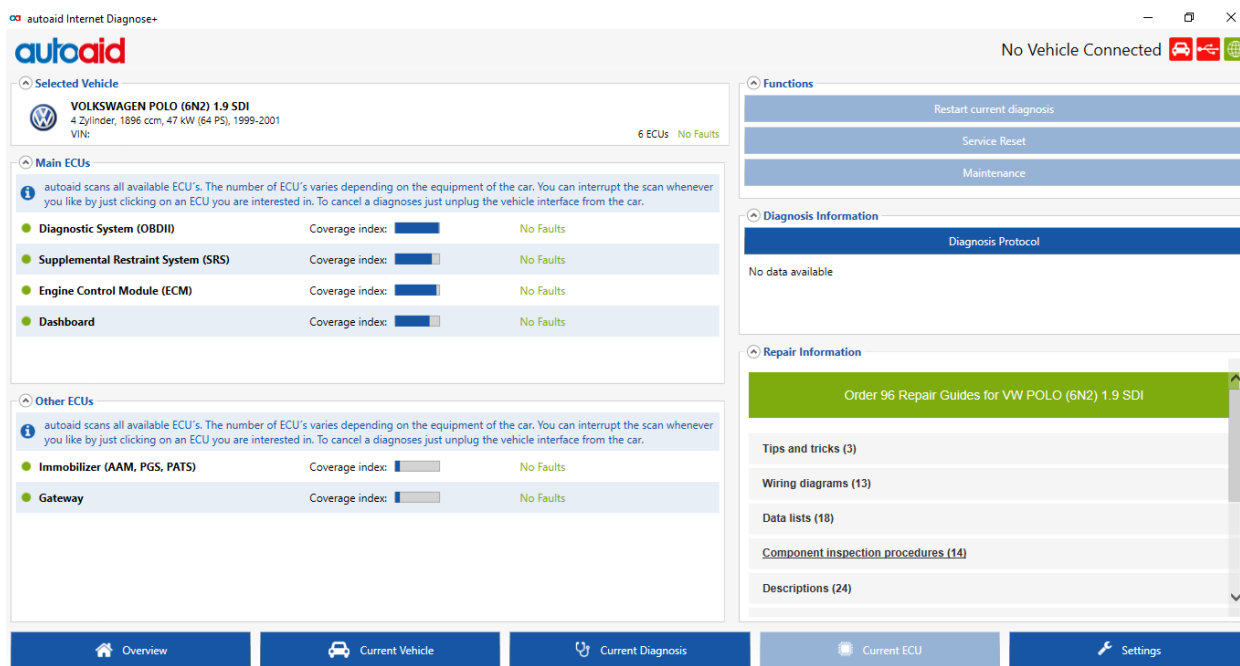
Tablica 11. Greške i načini otklanjanja (MAZDA 3)

Greška (kod + opis)	Način otklanjanja
C073 – greška komunikacijske sabirnice	Potrebno je provjeriti ako postoji neispravno ožičenje i testirati ga sa „hard rest“. Što znači da je potrebno odspojiti bateriju i nakon nekoliko minuta je ponovno spojiti.
E516 – CAN sabirnica odspojena	Potrebno je provjeriti ako postoji neispravno ožičenje i testirati ga sa „hard rest“. Što znači da je potrebno odspojiti bateriju i nakon nekoliko minuta je ponovno spojiti

c) *VOLKSWAGEN POLO (6N2) 1.9 SDI*

4 cilindra, 1896 ccm, 47 Kw (64 PS), 1999 - 2001

Na ovom vozilu nisu detektirane nikakve greške (Slika 58).



Slika 58. Rezultati dijagnostike na vozilu VOKSWAGEN POLO

7. ZAKLJUČAK

Zbog sve većih zahtjeva korisnika, današnja vozila su opremljena velikim brojem elektroničkih jedinica koje nadziru rad pojedinih komponenata automobila što naravno zahtijeva sve strože održavanje. U tu svrhu je smišljena autodijagnostika (OBD II) koja omogućava da se nastale greške zapisuju u memoriju određene upravljačke jedinice. Tako svaki noviji automobil ima dijagnostički priključak koji se spaja s dijagnostičkim uređajem, a nadziranje rada komponenata se promatra pomoću softverskog paketa. Iako su današnja vozila sve složenija, sama dijagnostika pomoću navedenih alata nije komplicirana te sve veći broj korisnika poseže za vlastitom dijagnostikom osobnog automobila. No problem je nedovoljno poznavanje strukture vozila i načina rada komponenata pa je problem otkloniti greške. Za sam dijagnostički postupak potreban je dijagnostički uređaj i prijenosno računalo sa instaliranim softverom. U ovom radu je prikazan postupak dijagnosticiranja vozila na različitim tipovima automobila gdje je analiziran sam postupak dijagnosticiranja i softver.

Korištenjem dijagnostičkog softvera autoaid Internet Diagnose+ moguće je pristupiti svim instaliranih upravljačkim jedinicama u automobilu i čitati greške iz memorije. Softver ima mogućnost prikazivanja koda greške i u nekim slučajevima kratki opis greške riječima. Ovaj softver namijenjen je više za privatne korisnike jer pruža mogućnost da se kod i opis greške pošalju djelatnicima autoaid-a koji pomažu na način da daju opis greške, mjesto nastanka i način otklanjanja. Tako da korisnik s obzirom na osobno stručno znanje i vrstu greške može vršiti popravke na vlastitom vozilu, a u suprotnome potrebno je zatražiti stručnu pomoć. Pomoću softvera i dijagnostičkog alata moguće je pristupiti različitim senzorima čije veličine (u ovisnosti u vremenu) koje mjeri senzor se mogu promatrati na grafovima. Također je moguće izvršavati testove na različitim aktuatorima, no većinu aktuatora nije moguće učitati, što bi bila negativna strana ovog softvera i dijagnostičkog uređaja. Moguće je brisati greške nakon što su kvarovi otklonjeni te je moguće generirati dijagnostičko izvješće za pojedini automobil s opisom izvršene dijagnostike.

Daljnji razvoj sustava ide prema stvaranju treće generacije dijagnostičkih sustava. Za sada se zna da će biti povezan GPS (Global Positioning Satellites) sustavima. Time će stanje vozila biti uvijek pod budnim okom različitih službi, služba za praćenje zagađenja, proizvođača, serviser, MUP... Svaka od službi će pratiti različite parametre koje su im bitne: služba za praćenje zagađenja, ukoliko neki od sustava ne radi kako treba ili emisija prelazi određenu granicu, a vozač i nakon nekog određenog vremena ne ode u servis popraviti vozilo, služba će moći preko odgovarajućih institucija isključiti vozilo iz prometa. Proizvođač, prati radne režime vozila, radi razvojne aktivnosti i propisivanje servisnih perioda, serviser, u slučaju zadovoljavajućih parametara može produžiti ili skratiti period servisiranja, MUP, ako vozilo ima grešku koja utječe na sigurnu vožnju može isključiti vozilo iz prometa ili blokira vozilo da se ne može koristiti... Problemi koji se javljaju kod ovog sustava su nepostojanje odgovarajuće putne mreže koja bi mogla upravljati dinamičkim prometom i moguća zloupotreba sustava tj. korištenje GPS podataka u nedozvoljene svrhe.

8. LITERATURA

- [1] Krstić, B.; Krstić, V.; Krstić, I.: Dijagnostika vozila kao osnova njihovog održavanja, Poljoprivredna tehnika, 2009.
- [2] Kondić, V.; Horvat, M.; Maroević, F.: Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila, Tehnički glasnik 7, 2013.
- [3] Matijević, V.; Poljak, P.; Petrović, V. Suvremeni sistemi za dijagnostiku vozila, INFOTEH – JAHORINA, Beograd, 2010.
- [4] Krstić, B.; Krstić, V.; Krstić, I.: Automatizacija procesa dijagnostike motornih vozila, Konferencija „Održavanje“, B&H, 2014.
- [5] Krstić, B.; Krstić, V.; Krstić, I.; Lazić, V.: Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanje tehničkog stanja motornog vozila
- [6] Pierburg: Kontrola emisije izduvnih gasova i OBD, @MS Motor Service International Gmbh, 2008.
- [7] <http://www.archer-soft.com/en/blog/top-6-automotive-diagnostic-software>,
Pristupljeno: 14.06.2016.

9. PRILOG

1. Dijagnostičko izvješće – PEUGEOT 208
2. Dijagnostičko izvješće – MAZDA 3
3. Dijagnostičko izvješće – VOLKSWAGEN POLO

PEUGEOT 208 1.2

Fule: Petrol
Capacity: 1199 cm³
KW/HP: 60/82
Manufacture Date: 2012 -
VIN: VF3CCHMZ0ET194712
License Plate:

Diagnostic System (EOBD/OBDII)

CALID 9810336399

No errors

ABS/ASR/ESP

PSAPartId 9805709480
Manufacturer Teves
PSAPartId 9810293180
Component MK100

No errors

Supplemental Restraint System (SRS)

PSAPartId 9810363180
Manufacturer Bosch

No errors

Engine Control Module (ECM)

Component 00040001
PSAPartId 9800913080
Manufacturer Valeo

No errors

Dashboard

PSAPartId 9666762380
Manufacturer Yazaki
ManufacturingDate 26.11.2014
PSAPartId 9805400380

No errors

Air Condition

Manufacturer Valeo
ManufacturingDate 05.11.2014
PSAPartId 9666485980



No errors

Central Electronic

Faultcode	Description
DF1B	UNKNOWN ERROR
9716	REAR LEFT DOOR LOCK SWITCH FAULT
9715	VEHICLE LOCKING. REAR RIGHT DOOR LOCK SWITCH
5651	UNKNOWN ERROR
AFFF	UNKNOWN ERROR
9805	STARTER FAULT

**Power Steering**

PSAPartId 9809949980
Manufacturer SMI_Koyo

No errors

Multifunctional Module

ManufacturingDate 24.10.2014

No errors

Steering Column Assembly

PSAPartId 9675933377
ManufacturingDate 26.11.2014
PSAPartId 9808176777
Manufacturer Valeo

No errors

Lower Control Panel

ManufacturingDate	15.11.2014
Manufacturer	Valeo
PSAPartId	9809724377

No errors

Audio

PSAPartId	9811066180
PSAPartId	9807327480

No errors

MAZDA 3 (BK) 1.4

Fule: Petrol
Capacity: 1349 cm³
KW/HP: 62/84
Manufacture Date: 2003 -
VIN: JMZBK14J261304694
License Plate:

Diagnostic System (EOBD/OBDII)

AAEcuid 72-5062-25-1
Coding 1875E586

No errors

ABS/ASR/ESP

AAEcuid 72-5062-3-13

No errors

Supplemental Restraint System (SRS)

AAEcuid 72-5062-8-13

No errors

Engine Control Module (ECM)

FordSwld ZJ30-0000-00

No errors

Dashboard

Component 05070700
FordSwld BP4K-0000-00

Faultcode	Description
E516	CAN BUS FAULTY
C073	CAN DATA BUS A. NO COMMUNICATION

Central Electronic

Component	0050C08040
FordSwld	BP8F-0000-00

No errors

VW POLO (6N2) 1.9 SDI

Fuel: Diesel
 Capacity: 1896 cm³
 KW/HP: 47/64
 Manufacture Date: 1999 -
 VIN:
 License Plate:

Diagnostic System (EOBD/OBDII)

No errors

Supplemental Restraint System (SRS)

SoftwareNumber 1C0909601
 Coding 12865
 AAECuld 121-4528-8-5
 WSC 31414

No errors

Engine Control Module (ECM)



SoftwareNumber 038906012CT
 WSC 31414
 Coding 00002



No errors

Dashboard

SoftwareNumber 6N0920804P
 EcuNumber KOMBIINSTRUM
 WSC 18901
 Coding 00141

No errors

Immobilizer

SoftwareNumber 6X0953257
 WSC 00000
 EcuNumber Z1Z0A1546290
 Coding 00001

No errors

Gateway

WSC 31414
 SoftwareNumber 6N0909901
 Coding 00020

No errors