

# Analiza suvremenih upravljačkih jedinica motora kod cestovnih vozila

---

**Labaš, Nikola**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:549549>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikola Labaš

**ANALIZA SUVREMENIH UPRAVLJAČKIH  
JEDINICA MOTORA KOD CESTOVNIH  
VOZILA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

ANALIZA SUVREMENIH UPRAVLJAČKIH  
JEDINICA MOTORA KOD CESTOVNIH VOZILA

ANALYSIS OF MODERN ENGINE CONTROL  
UNITS AT ROAD VEHICLES

Mentor: dr. sc. Željko Šarić

Student: Nikola Labaš, 0135227858

Zagreb, rujan 2017.

## **SAŽETAK:**

Suvremene upravljačke jedinice motora kod cestovnih vozila jedne su od glavnih komponenata motora. U posljednja dva desetljeća, upravljačke jedinice motora značajno su se razvile, ali još uvijek su u procesu napredovanja. Upravo zbog tog velikog napretka, omogućile su i puno efikasniji rad motora, nadzor većine podsustava automobila, nižu potrošnju goriva, ali i nižu emisiju štetnih tvari iz ispušnih plinova. Bitno je naglasiti kako je uz napredak upravljačkih jedinica motora, neizbježan bio i razvoj senzora za slanje informacija i upravljanje motorom. Ovaj rad također se dotaknuo područja dijagnostike pogrešaka i kvarova kod automobila te njihovog načina otklanjanja.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

Centralna upravljačka jedinica motora, senzori, OBD sustav, dijagnostički alati

## **SUMMARY:**

Modern engine control units at road vehicles are one of the main components of engine. In the last two decade, engine control units have had great development and they are still developing. Exactly because of that, engine control units enabled more efficient engine operation, subsystem monitoring, lower fuel consumption and lower emission of pollutants from exhaust gases. It is important to point up that beside the development of engine control units, inevitable was the development of sensors for sending information and engine control. This work also mentioned the error diagnosis areas and engine failures and their ways of eliminating them.

## **KEYWORDS:**

Engine control units, sensors, OBD system, diagnostic tools

## Sadržaj:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. RAZVOJ UPRAVLJAČKIH JEDINICA MOTORA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Načini razvijanja automobila.....	4
2.2 Razlozi razvijanja elektroničkog upravljanja motora .....	5
2.3 Sustav upravljanja motorom .....	8
<b>3. OBD SUSTAVI.....</b>	<b>9</b>
3.1 OBD 1.....	11
3.2 OBD 2.....	15
3.3 EOBD .....	20
3.4 OBD 3.....	21
3.5 ELM 372 sučelje .....	23
<b>4. SUSTAV SENZORA ZA UPRAVLJANJE MOTORA .....</b>	<b>25</b>
4.1 Lambda sonda .....	25
4.2 MAP senzor .....	27
4.3 MAF senzor .....	28
4.4 EGR sustav.....	29
4.5 Ostali senzori za upravljanje motorom .....	30
<b>5. DIJAGNOSTIČKI ALATI ZA OTKRIVANJE POGREŠAKA I KVAROVA.....</b>	<b>33</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>35</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>36</b>
Popis slika .....	38
Popis tablica .....	39
Popis kratica .....	39

# 1. UVOD

Zagađenje zraka jedan je od najvećih globalnih problema za čovječanstvo, na čijem rješavanju rade znanstvenici i inženjeri svakog dana, diljem svijeta.

Glavni zadatak novih tehnologija je smanjiti opasne emisije ispušnih plinova kao što su CO<sub>2</sub>, NOX itd., a koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva. Problem se može riješiti što preciznijom optimizacijom procesa ubrizgavanja goriva i njegovog izgaranja. Ključni element tog procesa je centralna jedinica za upravljanje motora koja u svakom trenutku obrađuje sve moguće podatke dobivene iz sustava pomoću senzora i tako omogućuje gotovo savršen sustav ubrizgavanja goriva.

Rad je podijeljen na sljedeće glavne cjeline:

1. Uvod
2. Razvoj upravljačkih jedinica motora
3. OBD sustavi
4. Sustav senzora za upravljanje motora
5. Dijagnostički alati za otkrivanje pogrešaka i kvarova
6. Zaključak

U drugoj cjelini rada opisuje se: razvoj, važnost, povijesni napredak i sastav upravljačkih jedinica motora.

U trećoj cjelini obrađuje se tema OBD sustava. Sustav je to automatske auto dijagnostike pomoću kojeg upravljačka jedinica motora upozorava vozače o nastanku kvara ili pogreške u vozilu. Opisan je povijesni razvoj tog sustava, od onog najranijeg koji je kontrolirao samo dva podsustava na vozilu do najnovijeg koji kontrolira gotovo sve podsustave automobila, u svakoj milisekundi njihovog rada.

U četvrtoj cjelini govori se o sustavu senzora za upravljanje motorom koji su najbitnija stavka u cijelom sustavu upravljanja jer, upravo, preko njih centralna jedinica motora dobiva informacije o radu motora i na taj način regulira cjelokupan proces rada motora. Opisani su najvažniji senzori bez kojih bi rad suvremenog motora bio nezamisliv.

U petoj cjelini razrađuje se tema dijagnostičkih alata za otklanjanje pogrešaka i kvarova na motornom vozilu. Opisano je nekoliko najznačajnijih alata za dijagnostiku vozila i njihova primjena u realnom slučaju. Dodatak ovoj cjelini je primjer realnog dijagnosticiranja kvara na vozilu Citroen u ovlaštenom servisu.

U šestoj cjelini donesen je zaključak u kojem je ukratko opisana tema cijelog rada, iznesene su pozitivne i negativne strane razvoja upravljačkih jedinica motora.

## 2. RAZVOJ UPRAVLJAČKIH JEDINICA MOTORA

Motori s unutarnjim sagorijevanjem promijenili su svojim razvojem cjelokupan svijet automobila, a na taj način i sam promet. Proizvođači automobila u stalnom su procesu razvoja i unaprjeđenja takvih motora kako bi postigli što bolju efikasnost. U prva dva desetljeća novog stoljeća sve veća pažnja pridaje se ekologiji, tj. ispušnim plinovima dizelskih i benzinskih motora. [3]

Ključ efikasnog smanjenja štetnih tvari u ispušnim plinovima nalazio se u elektronički upravljanoj sustavu kontrole ispušnim plinovima, koji je mogao obavljati sljedeće funkcije:

1. trenutno odgovoriti na zahtjev za smjesom goriva i zraka, za bilo koju radnu točku motora
2. izračunati optimalan kut pretpaljenja za maksimalnu učinkovitost procesa izgaranja u motoru
3. izvršiti gore navedene funkcije bez negativnog utjecaja na performanse motora i potrošnju goriva.

Kako bi se uz sve ostale parametre uspjela zadovoljiti i ekološka strana novih motora, potreban je najbolji mogući način upravljanja motora, a to su centralne jedinice motora. Upravo je razvoj električnih komponenata motora najviše utjecao na smanjenje emisije ispušnih plinova kod novih Euro pet i Euro šest motora.



**Slika 1.** Suvremeni ECU uređaj  
Izvor: [16]

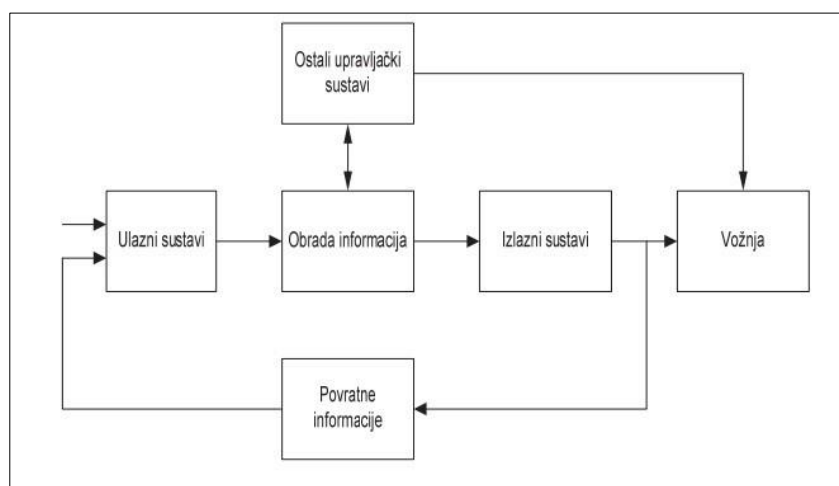


## 2.1. Načini razvijanja automobila

Na samom početku svog razvoja, automobili su bili sastavljeni isključivo od mehaničkih dijelova. Prvi električni dijelovi koji su se upotrebljavali bili su: niskonaponsko magnetsko paljenje 1897., visokonaponsko magnetsko paljenje te svjećice za paljenje. Nakon toga dolazi do razvoja elektroničkih dijelova kao što su: akumulatori, razdjelnici, starteri, svjetla, trube, autoradiji, pokazivači smjera i dr. Danas u automobilu pronalazi se više elektroničkih dijelova nego mehaničkih. [1]

Tako postoji mnoštvo senzora (senzor brzine vrtnje, senzori temperature i dr.), klima uređaj i najvažniji dio cijelog sustava - centralna upravljačka jedinica motora (ECU – eng. Engine Control Unit)

Automobil se razvijao kroz više faza; od mehaničkih sustava preko mehaničko-elektroničkih do današnjih elektroničkih sustava nadzora i upravljanja vozilom. Općenito se automobil kao sustav može prikazati kao na slici 2. Ulazni sustav služi za prikupljanje informacija bitnih za rad automobila (npr. položaj bregaste osovine, radilice, stanje spremnika za gorivo, ispravnost senzora), koje se zatim obrađuju u središnjoj mikroprocesorskoj jedinici za upravljanje (ECU). Ta središnja jedinica povezana je s drugim upravljačkim jedinicama, ako ih automobil posjeduje. Npr. za sustav protiv blokiranja kotača - ABS<sup>1</sup>, elektronički program stabilnosti - ESP<sup>2</sup>, itd. Oni međusobno komuniciraju preko CAN<sup>3</sup> sabirnice. [1]



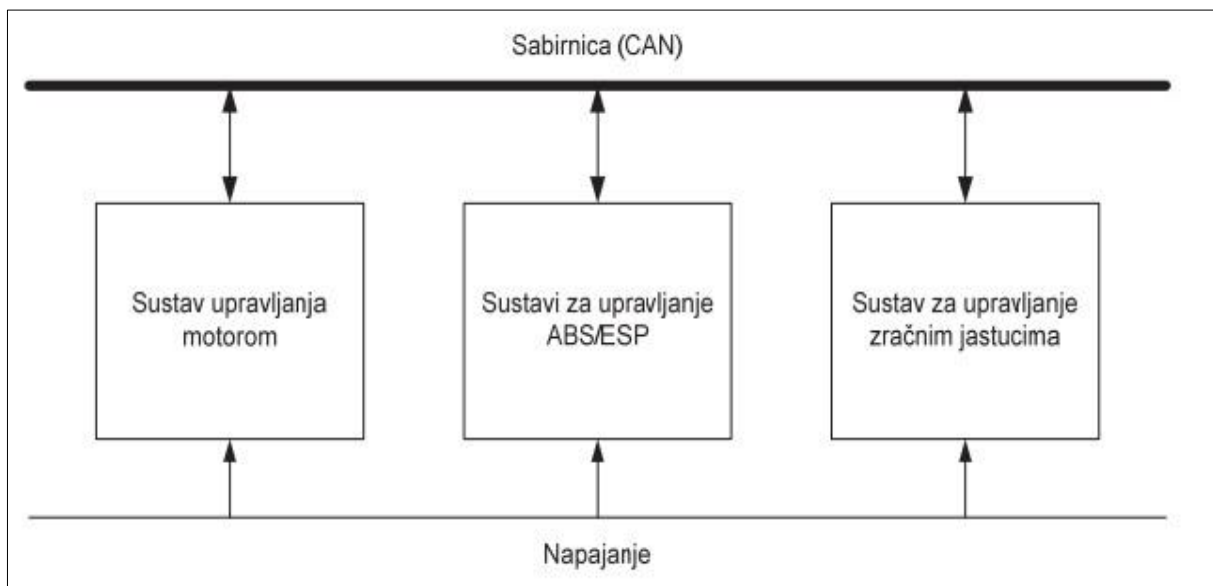
**Slika 2.** Način upravljanja automobilom  
Izvor: [1]

<sup>1</sup> ABS – (engl. Anti-lock braking system)- Antiblokirajući sistem kočnica

<sup>2</sup> ESP – (engl. Electronical stability program) – Elektronički sustav stabilnosti

<sup>3</sup> CAN – (engl. Controller Area Network) – Sustav sabirnice za prikupljanje podataka

Preko CAN sabirnice komuniciraju svi povezani sustavi u automobilu i sve informacije se iz upravljačkih jedinica za pojedine dijelove (ABS, ESP, Airbag) šalju u sustav upravljanja motorom, u glavnu upravljačku jedinicu. Glavna upravljačka jedinica obrađuje te informacije i šalje povratne signale ostalim upravljačkim sustavima kao i izlaznim sustavima (aktuatorima – izvršnim članovima) koji omogućavaju pokretanje vozila i vožnju. Izvršni članovi šalju sa svojih senzora povratne informacije u upravljačke jedinice te tako daju informacije o izvršenim aktivnostima i radu automobila. [5]



**Slika 3.** CAN BUS sabirnica  
Izvor: [1]

## 2.2. Razlozi razvijanja elektroničkog upravljanja motora

Masovna upotreba i počeci razvoja centralnih upravljačkih jedinica motora sežu u 80-te godine 20. stoljeća. Glavni razlog razvoja upravljačkih jedinica motora smanjenje je zagađenja koje dolazi iz ispušnih plinova motora.

Motorola je 1980. g. predstavila prvi elektronički sustav za upravljanje radom motora (ECU – engine control unit ) EEC III, koji je integrirao regulaciju više podsustava motora kao što su ubrizgavanje goriva i paljenje tj. preskakanje iskre na svjećici. Danas je ECU s integriranom regulacijom ubrizgavanja goriva i paljenja standardan pristup svim proizvođačima pri proizvodnji automobila.



**Slika 4. EEC III**

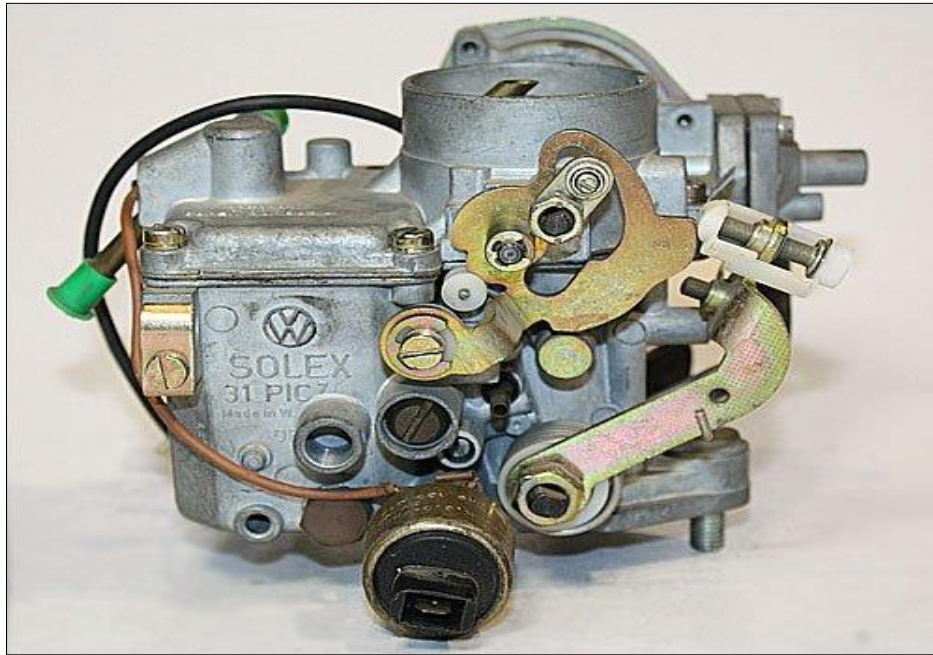
Izvor: [17]

U saveznoj američkoj državi Kaliforniji problem zagađenja ispušnim plinovima iz vozila postao je opasan za građane pa stoga Kalifornijska državna uprava za zrak – CARB<sup>4</sup> uvodi svojevremeni Eko-test koji se obavlja prilikom registriranja vozila, a mogla su ga proći samo vozila s pogonskim agregatom koji ispravno sagorijeva gorivo i isto tako zbrinjava ispušne plinove. U to vrijeme, proizvođači automobila počeli su ugrađivati „primitivnije“ izvedbe elektroničkih procesore u vozila, koje su mogli kontrolirati samo sustav paljenja i ubrizgavanja goriva. To je omogućeno nakon odbacivanja rasplinjača, kao uređaja za pripremu gorive smjese, i prihvaćanja sustava za ubrizgavanje goriva s elektroničkom regulacijom omjera goriva i zraka. [3]

Na početku primjene Otto motora, za pripremu gorive smjese koristio se rasplinjač („karburator“, „fergazer“). Ubrizgavanje s rasplinjačem događa se tako da struja zraka, koju pri usisu stvara podtlak u cilindru, prolazi kroz suženje u rasplinjaču. Suženje je oblika Venturijeve cijevi. Zrak se na tom mjestu zato naglo ubrzava stvarajući dodatni podtlak koji usisava gorivo iz sapnice postavljene na najužem dijelu. Gorivo se raspršuje i isparava u usisnom kanalu. Količinu smjese regulira donji leptir povezan s pedalom gasa dok gornji leptir služi za obogaćenje smjese pri hladnom startu. Takav sustav u potpunosti bio je izveden od mehaničkih dijelova i nije u svim režimima rada mogao zadovoljiti potpunu točnost stvaranja gorive smjese i njezino slanje u cilindre motora. [4]

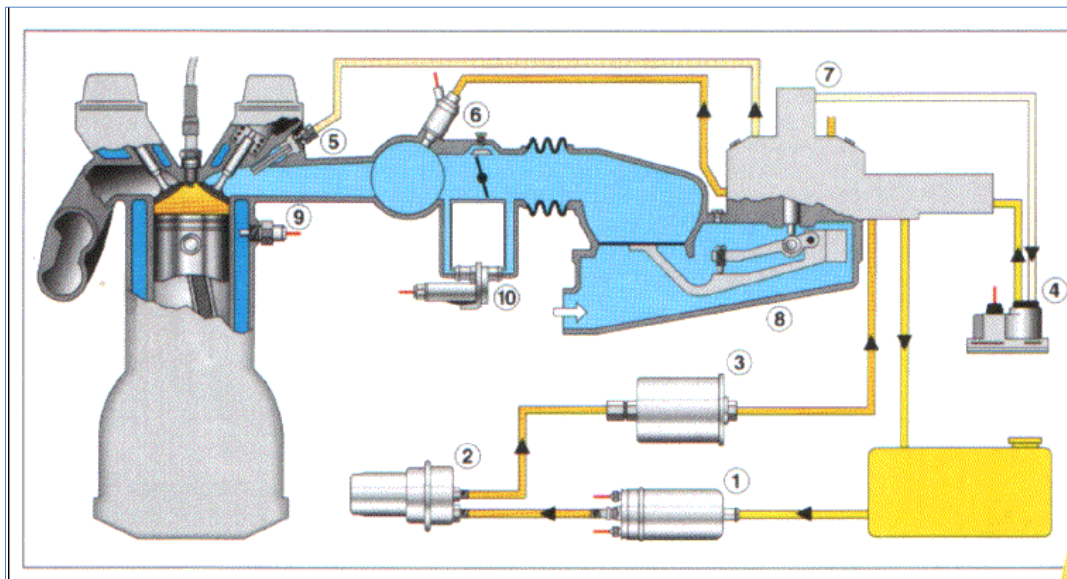
---

<sup>4</sup> CARB – (engl. California Air Resource Board)



**Slika 5. Rasplinjač**  
Izvor: [18]

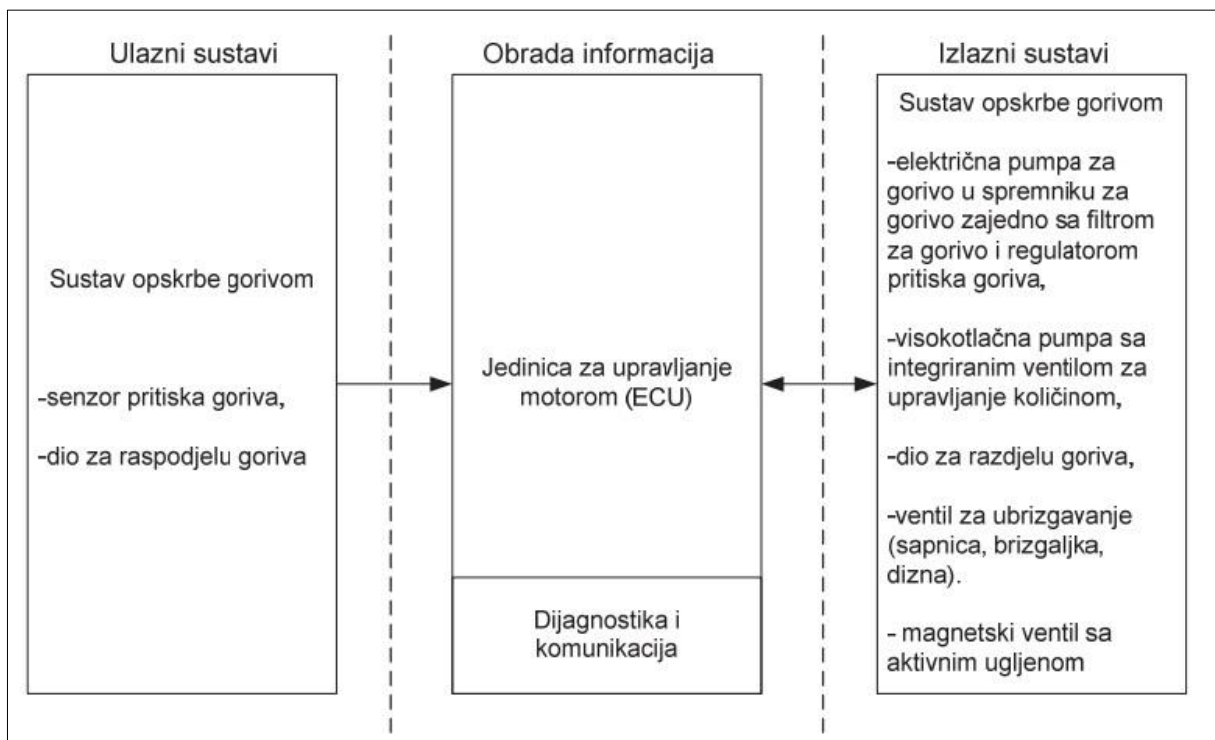
Iz tog razloga došlo je do razvoja novog sustava za ubrizgavanje s elektroničkom regulacijom procesa. Prvi takav sustav predstavila je tvrtka Bosch s uređajem KE-Jetronic koji je prvi imao senzor kisika ( $\lambda$ -sondu) u ispušnoj cijevi i elektronički regulacijski sklop. Kako su godine prolazile tako su se počeli ugrađivati procesori za kontrolu i drugih sustava na vozilu, a sami procesori postajali su efikasniji i sposobniji u poslu koji obavljaju. [10]



**Slika 6. BOSCH KE Jetronic**  
Izvor: [10]

## 2.3. Sustav upravljanja motorom

Sustav upravljanja motorom sastoji se od niza podsustava koji povezani daju funkcionalnu cjelinu. Potrebni ulazni signali najčešće dolaze iz senzora, a zatim odlaze u jedinicu za upravljanje motorom koja ih obrađuje prema definiranim parametrima i daje upravljačke signale za pojedine izvršne članove. Povećanje broja ulaznih signala povećava složenost automobila, a samim tim povećava i učinkovitost (smanjenje potrošnje, smanjenje štetnih emisija plinova, povećanje udobnosti i sigurnosti vožnje i slično).



**Slika 7.** Upravljanje računala motorom

Izvor: [1]

### 3. OBD SUSTAVI

Izraz OBD<sup>5</sup> odnosi se na sustav automatske dijagnostike i mogućnosti dojava pogreške u vozilima. OBD-1 počeo se ugrađivati u vozila početkom 80-ih godina prošlog stoljeća. Prvi OBD sustavi nadgledali su proces izgaranja smjese u motoru te u slučaju odstupanja od očekivanih vrijednosti pokušavali vratiti na normalne vrijednosti, istovremeno signalizirajući pogrešku vozaču. Pogreška očitovala se kao signalna žaruljica koja pali na kontrolnoj ploči vozila, upozoravajući da nešto nije uredu s motorom i ispušnim plinovima koje vozilo proizvodi te da je potreban servis vozila. OBD sustav nastao je kao odgovor proizvođača automobila na ograničenje zagađenja koje vozilo smije proizvesti svojim ispušnim plinovima od strane zakonodavnih tijela. [11]

Kalifornijska državna uprava za zrak – CARB uvodi svojevremeni Eko-test, koji se obavlja prilikom registriranja vozila, a mogla su ga proći samo vozila s pogonskim agregatom koji ispravno sagorijeva gorivo i isto tako zbrinjava ispušne plinove. Uvođenje prvih OBD sustava donijelo je veliki napredak i novost u automobilskoj industriji, ali i negodovanje velikog broja proizvođača automobila. Problem je nastao jer je bilo potrebno uložiti velike iznose u razvoj i implementaciju OBD sustava u vozila. Nova vozila morala su podlijegati propisima dozvoljene emisije štetnih ispušnih plinova te je svaki proizvođač razvio vlastiti sustav. [11]



**Slika 8.** Eko test  
Izvor: [19]

---

<sup>5</sup> OBD – (engl. *On-Board Diagnostic*)



Kako su svi proizvođači na kraju morali udovoljiti strožim pravilima za Eko Test, doveli su doslovno do pomutnje kod automehaničara. Budući da sustavi i priključci nisu bili standardiziranih protokola ni oblika, osobi zaduženoj za održavanje vozila bio je potreban veliki broj raznih priključaka i uređaja za svaku marku vozila. Takav pristup rješavanju i otkrivanju problema imao je za posljedicu velike troškove.

Početak 1996. godine Američka agencija za zaštitu okoliša donijela je novu odluku da sva nova vozila koja se prodaju na Američkom tržištu moraju udovoljavati još strožim propisima i normama određenih od rukovodećih tijela CARB-a. Ta odluka bila je početak novog sustava dijagnostike OBD-2. Druga evolucija OBD-a imala je brojne prednosti u odnosu na prvu izvedbu. Taj sustav nije više služio samo za kontrolu odvijenog procesa izgaranja goriva i provjere ispušnih plinova, nego je sada bila omogućena i kontrola učinkovitosti uređaja, mnogo širi raspon bilježenja pogrešaka, snimanje stanja u kojem je došlo do pogreške i najbitnije od svega, a to je standardizacija uređaja. [11]



**Slika 9.** Primjer OBD kablova  
Izvor: [20]

Ubrzo nakon pojave OBD-2 sustava, postao je i obavezan za sve automobile u Europi, Americi i Japanu, a njegovim napretkom došlo je do velikog broja vodiča između komponenata što je povećavalo masu vozila i kompliciralo samu izvedbu i sklapanje vozila. Kako bi eliminirali problem, proizvođači su tražili drukčiji, odnosno brži, jednostavniji i robusniji način povezivanja podsustava pa tu na scenu stupa CAN protokol. Od 2004. godine CAN postaje najčešće korišten dijagnostički protokol i implementiran je u većini vozila koja izlaze sa proizvodnih traka tvornica. Još odavno prije standardizacije CAN protokola u automobilističkoj industriji, OBD je prerastao iz uređaja za kontrolu emisije štetnih plinova u nadzorni sustav svih elektroničkih sklopova vozila bez kojih bi današnja moderna vozila bila nezamisliva. [12]

### **3.1. OBD 1**

OBD-1 u svojim začetcima bio je zamišljen samo kao sustav koji će vršiti kontrolu i nadgledati proces ubrizgavanja goriva te ukoliko dođe do prevelike količine štetnih tvari u ispušnim plinovima obavijestiti vozača o tom problemu. Dodatno, OBD-1 teoretski je zamišljen s mogućnošću samokontrole sustava dovoda i paljenja goriva, kao i da prati njihovu sposobnost u održavanju štetnih tvari u ispušnim plinovima pod kontrolom.

Također, sustav ima mogućnost ispisivanja šifre pogreške, koje bi u konačnici služile servisnim tehničarima kao uputa na kojem dijelu vozila je došlo do nepravilnog rada motora, kako bi se što lakše i brže mogao otkloniti kvar zamjenom ili popravkom. Na ovo su proizvođači automobila gledali kao dodatnu prednost sustava i puno jednostavniji rad mehaničara.

Upravljačka jedinica motora, ECU<sup>6</sup> upravlja sa svim sensorima (npr. senzor protoka kisika) i akuatorima (npr. dizna za gorivo) koji se nalaze na motoru i uz unaprijed definirane performanse u određenim fazama rada motora te i unaprijed dopuštenu emisiju ispušnih plinova. Svi ti senzori i akuatori koji se koriste za rad motora nazivamo OBD sustavom.

---

<sup>6</sup> ECU – (engl. Engine control unit )



OBD sustav konstantno u svakom trenutku prima preko svojih senzora na motoru informacije i podatke koje zatim obrađuje. Ukoliko dolazi do određenog odstupanja od određenih performansi, sustav sprema i bilježi određenu šifru s pogreškom- DTC<sup>7</sup> u memoriju uređaja.

**Tablica 1.** OBD-1 popis grešaka

Izvor: [6]

<b>Primjer OBD-1 dijagnostičkih šifri pogrešaka za GM vozila</b>	
<b>DTC 13</b>	<b>Senzor količine kisika</b>
<b>DTC 14</b>	<b>Senzor rashladne tekućine – prevelika temperatura</b>
<b>DTC 15</b>	<b>Senzor rashladne tekućine – preniska temperatura</b>
<b>DTC 16</b>	<b>Preniski napon struje u sistemu</b>
<b>DTC 17</b>	<b>Senzor položaja bregastog vratila</b>
<b>DTC 21</b>	<b>Senzor položaja papučice gasa</b>
<b>DTC 36</b>	<b>Senzor položaja koljenastog vratila</b>

Nakon pronalaska i memoriranja greške na instrument tabli vozila, trajno se pali MIL<sup>8</sup> signalna lampica koja svojim paljenjem upozorava vozača da je došlo do nekog kvara ili pogreške te je potrebno čim prije posjetiti servis. Kada stručno osoblje u servisu dobije nalog za popravak vozila pomoću iščitane DTC greške lakše se dolazi do problematičnog dijela, a samim time i lakšeg otklanjanja kvara. [3]



**Slika 10.** Izgled MIL lampica  
Izvor: [3]

<sup>7</sup> DTC – (engl. Diagnostic Trouble Code)

<sup>8</sup> MIL – (engl. Malfunctions Indicated Light)

Čak i jako mali period vožnje pod neispravnim režimom rada može trajno naštetiti sensorima za mjerenje i kontrolu štetnih tvari u ispušnim plinovima. Vožnja u takvim uvjetima najčešće rezultira zamjenom katalizatora<sup>9</sup> koji je najskuplji element u sustavu za otklanjanje štetnih tvari iz ispušnih plinova. [3]

Serviseri, mehaničari i drugo stručno osoblje zaduženo za održavanje i popravljavanje vozila, ugradnjom OBD sustava trebalo je dobiti što jednostavniji i ubrzaniji posao. Zamišljeno je da samo trebaju očitati kod nastalog problema, spajanjem dijagnostičkog uređaja s vozilom i popravkom ili zamjenom problematičnog dijela proglasiti vozilo ispravnim. Međutim, zamjena dijelova sugeriranih DTC-ovima, naposljetku nije stvarno popravila mnoge kvarove. Najčešći problem predstavljale su slabe žičane veze između sklopova, loši i nedovoljno razvijeni senzori te računala koja nisu uvijek mogla otkriti greške.



**Slika 11.** Monitor 4000  
Izvor: [21]

<sup>9</sup> Katalizator – dio ispušnog sustava koji pročišćuje ispušne plinove

Uz sve dobre strane i pomake kojima je doprinio OBD-1 sustav u praktičnoj primjeni, došli su na vidjelo i određeni nedostaci sustava, kao što su:

- konektori za dijagnostičke uređaje koji nisu bili standardizirani. Tehničko osoblje trebalo je posjedovati veliki raspon priključaka za uspješno spajanje na OBD-1 sustav na različitim vozilima,
- kodovi pogrešaka nisu bili dosljedni između proizvođača automobila. Tehničko osoblje trebalo je posebne informacije za svako vozilo kako bi mogli protumačiti rezultate očitane s OBD-1 sustava,
- imena za različite sustave ispušnih plinova i motora nisu bila standardizirana, a tehničko osoblje moralo je upoznati se sa specifičnom terminologijom vozila,
- kriterij koji je palio kontrolnu žaruljicu ili MIL nije bio isti među proizvođačima automobila. Nije bilo propisano koliko uređaj, nadgledan od strane OBD-1 sustava, mora odstupati od očekivanih vrijednosti da bi se upalio MIL na instrument ploči vozila,
- pozicija konektora ovisila je o proizvođaču automobila. Često je znala biti na teško dostupnom mjestu i tako otežati posao tehničkom osoblju u prikupljanju informacija. [12]



**Slika 12.** OBD konektori  
Izvor: [22]

## 3.2. OBD 2

Kako su glavna ograničenja OBD-1 sustava izlazila na vidjelo, Kalifornijska državna uprava za kvalitetu zraka (CARB) u suradnji s Američkom Agencijom za zaštitu okoliša (EPA) i Udrugom automobilskih inženjera (SAE<sup>10</sup>) donijela je nove smjernice za OBD sustav koje su rezultirale novom generacijom sustava. Prva generacija OBD sustava u osnovi bila je relativno jednostavna. Nadzirao je sustav dovoda i ubrizgavanja goriva, senzore protoka kisika, povratno vođenje ispušnih plinova u usisnu granu- EGR<sup>11</sup> te upravljačku jedinicu motora.

1994. godine, Američka EPA i CARB propisali su skup novih pooštrenih smjernica vezanih uz primjenu OBD sustava u vozilima. Smjernice, koje su se zvale OBD-2, su bile donijete tako da novi sustav automatske dijagnostike bude sposoban otkriti kvarove na sustavu za kontrolu i zbrinjavanje ispušnih plinova te olakšati njihovo popravljavanje prije nego se performanse vozila pogoršaju.

Kontrolna žaruljica na instrument ploči vozila (MIL) sada je postavljena kako bi se upalila ako u sastavu ispušnih plinova koncentracija ugljikovodika (HC), ugljičnog monoksida (CO), dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>) ili drugih štetnih tvari poraste 1,5 puta više od dozvoljenih vrijednosti prema normama za tu godinu modela vozila. [11]

Norme propisuju paljenje MIL signalne lampice:

- svaki puta kad nasumično izostajanje zapaljenja gorive smjese izaziva porast koncentracije ugljikovodika (HC) u ispušnim plinovima,
- svaki puta kad radna učinkovitost katalizatora padne ispod određenog praga,
- svaki puta kada neki od ključnih senzora ili drugih uređaja za kontrolu ispušnih plinova zataji,
- za Diesel motore – svaki puta kada greška u EGR sustavu dovede do porasta koncentracije dušičnih oksida (NO<sub>x</sub><sup>12</sup>) u ispušnim plinovima,

---

<sup>10</sup> SAE – (engl. Society of Automotive Engineers)

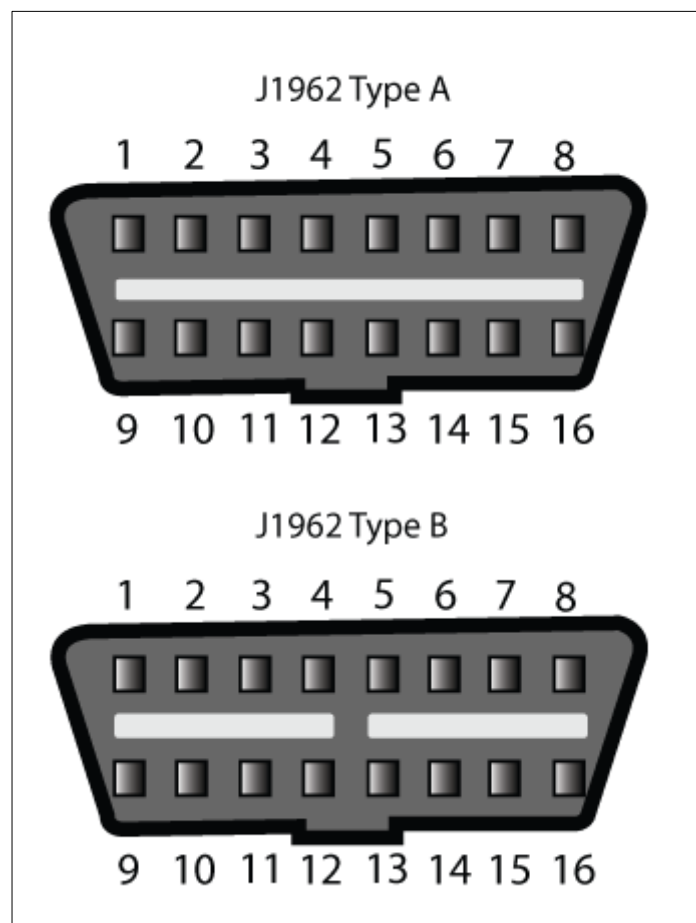
<sup>11</sup> EGR –(engl. Exhaust Gas Recirculation)

<sup>12</sup> NO<sub>x</sub> – dušični oksidi koji su izrazito kancerogeni

- svaki puta kad sustav otkrije propuštanje zraka u zatvoreni sustav dovoda goriva.

Bitna prednost za daljnji razvoj OBD-2 nad OBD-1 sustavom je standardiziranje kodova pogreški (DTC) i dijagnostičke opreme. Zahtijevano je da svi proizvođači automobila moraju udovoljiti sljedećim smjernicama:

- 16-pinski normirani priključak, zvan DLC<sup>13</sup> s unaprijed određenim funkcijama pinova, lokacijom, veličinom i oblikom,
- normirani popis kodova pogrešaka, DTC, koji koriste svi proizvođači,
- mogućnost pohranjivanja u kojim radnim uvjetima je pogreška - DTC nastala, u memoriji računala,
- normirani popis identifikacijskih parametara - PID<sup>14</sup>, koji koriste svi proizvođači.



**Slika 13.** DLC konektor  
Izvor: [3]

<sup>13</sup> DLC - (engl. Diagnostic Link Connector)

<sup>14</sup> PID – (engl. Parameter Identification)

SAE standardi vezani za OBD-2 sustav su:

- J1930 – Terminologija za sve bitne komponente vezane uz kontrolu ispušnih plinova
- J2190 – Načini rada dijagnostičkih uređaja - DTM<sup>15</sup>,
- J1962 – Diagnostic (Data) Link Connector – DLC priključak i njegova lokacija,
- J2012 – Dijagnostički kodovi pogreški – DTC. [12]

OBD-2 sustav uveo je dodatne elektroničke uređaje, a zbog naprednijeg softvera i dodatne mogućnosti nad onima u OBD-1 sustavu, a to su:

- dvostruko veći broj senzora kisika od vozila koja ne posjeduju OBD-2 sustav, sa sensorima koji su obično grijani (HO2S, engl. Heated O2 Sensor). Dodatni senzori su postavljeni iza katalizatora kako bi se nadzirala učinkovitost istog.
- upravljačka jedinica motora (ECU) s više procesorske snage.
- EGR sustav s linijskim EGR ventilom koji je elektronički upravljani i ima senzor vertikalnog položaja.
- Sekvencijalno ubrizgavanje goriva
- Senzor apsolutnog tlaka u usisnoj cijevi - MAP<sup>16</sup> i senzor masenog protoka zraka MAF<sup>17</sup>, za nadzor protoka zraka i opterećenja motora.

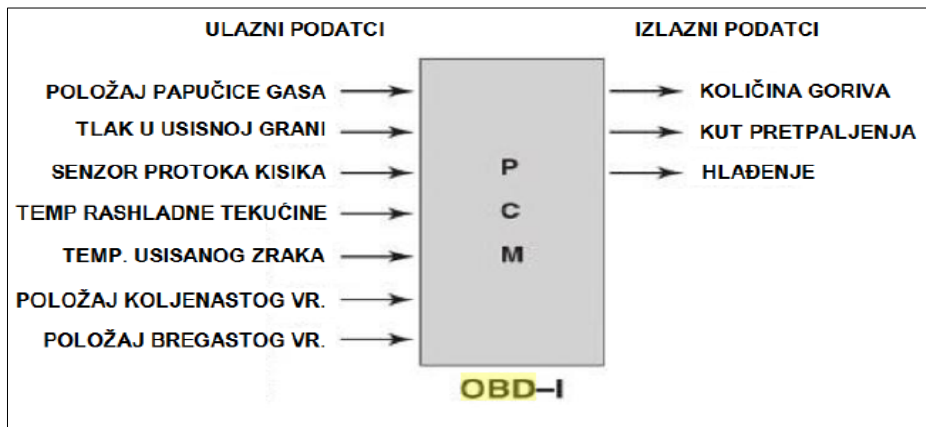
Kada se detektira problem koji može izazvati znatan porast štetnih tvari u ispuhu, OBD-2 sustav upali kontrolnu žaruljicu na instrument ploči - MIL, kako bi upozorio vozača da je potreban pregled vozila kod servisera. Serviser tada može spojiti dijagnostički uređaj preko standardiziranog DLC priključka i utvrditi točan razlog paljenja kontrolne žaruljice.

---

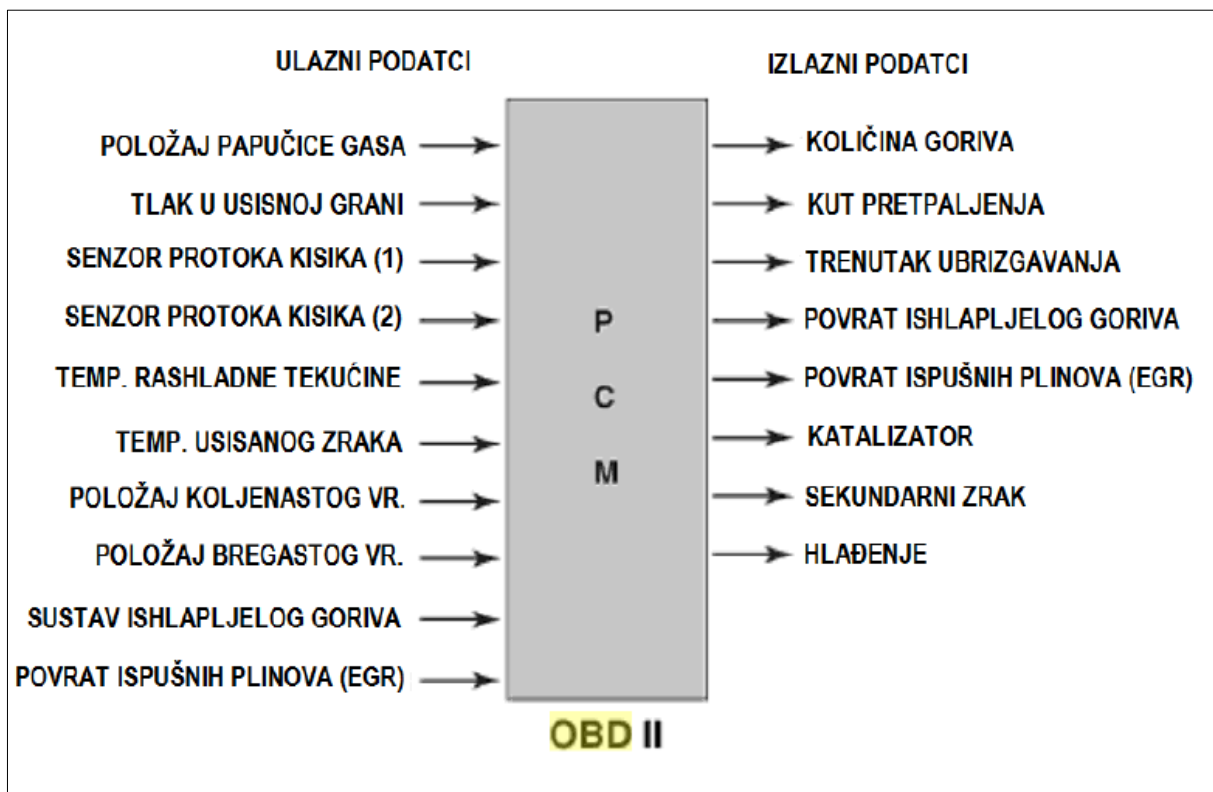
<sup>15</sup> DTM – (engl. Diagnostic Test Modes)

<sup>16</sup> MAP – (engl. Manifold Absolute Pressure)

<sup>17</sup> MAF – (engl. Mass Air Flow)



**Slika 14.** Nadzirani podsustavi OBD-1 sustava  
Izvor: [1]



**Slika 15.** Nadzirani podsustavi OBD-2 sustava  
Izvor: [1]

OBD-2 sustav može zabilježiti pogrešku vezanu za ispušne plinove (DTC) i servisne pogreške koje nisu povezane s ispušnim plinovima:

- Tip A – najozbiljnije su pogreške i aktivirat će MIL nakon samo jednog slučaja. Kada je aktiviran Tip A pogreške, OBD-2 sustav pohranjuje kod



pogreške (DTC-a), nastajanje pogreške i uvjete u kojima je pogreška nastala (engl. Freeze frame data) kako bi kasnije lakše uočili i uklonili problem.

- Tip B – manje su ozbiljni problemi u ispušnim plinovima i moraju se dogoditi barem dva puta uzastopno prije nego će se aktivirati MIL. Kada se odvijaju uvjeti za aktiviranje MIL kontrolne žaruljice, pohranjuje se kod pogreške, nastajanje pogreške i uvjeti u kojima je pogreška nastala, kao i u slučaju pogreške Tipa A.
- Tip C i D pogreške nisu vezane uz ispušne plinove. Tip C pogreška može aktivirati MIL kontrolnu žaruljicu ili neku drugu kontrolnu žaruljicu na instrument ploči vozila. Tip D pogreške ne mogu dovesti do aktiviranja MIL kontrolne žaruljice



**Slika 16.** Pozicija OBD-2 konektora u Citroenu C4



### 3.3. EOBD

Europski Parlament izdao je vlastitu direktivu koja je usmjerena na smanjenje zagađenja od motornih vozila, a poznata je kao smjernica Europske unije EURO-3, koja se nadovezala na već postojeće smjernice EURO-1 i EURO-2. Kao dodatak postojećim, EURO-3 smjernica sadržavala je direktivu koja nalaže nadziranje pojedinih podsustava odgovornih za sastav ispušnih plinova, po uzoru na Američki OBD-2 sustav.

EOBD (European On Board Diagnostics) propisi su Europski ekvivalent Američkog OBD-2 sustava i primjenjuju se na putnička vozila kategorije M1 (Motorna vozila za prijevoz osoba koja osim vozačkog sjedišta imaju najviše osam sjedećih mjesta i najveću dopuštenu masu 2500kg ili manje) prvi puta registrirana u Europskoj uniji od 1. siječnja 2001. godine za vozila pogonjena Ottovim motorom i od 1. siječnja 2004. godine za vozila pogonjena Dieselovim motorom. Za tek predstavljene, nove, modele propisi vrijede godinu dana ranije (1. siječnja 2000. godine za vozila sa Ottovim motorom i 1. siječnja 2003. godine za vozila s Dieselovim motorom). Za putnička vozila s najvećom dopuštenom masom većom od 2500 kg (kategorije M2 i M3) i teretna vozila najveće dopuštene mase do 3500kg (kategorija N1) propisi vrijede od 1. siječnja 2002. godine za vozila pogonjena Ottovim motorom i 1. siječnja 2007. godine za vozila pogonjena Dieselovim motorom.[13]

EURO-3 smjernicom propisane su sljedeće maksimalne količine štetnih tvari u ispušnim plinovima za putnička vozila do 2500 kg pogonjena Ottovim motorima:

- Ugljični monoksid (CO) – 3,2 g/km
- Ugljikovodici (HC) – 0,4 g/km
- Dušični oksidi (NOx) – 0,6 g/km

EOBD propisuje nadziranje funkcija sljedećih podsustava:

- Katalizatora,
- Grijača katalizatora (ako postoji),
- Detekcije izostanka zapaljenja smjese,
- Dovoda goriva,
- Senzora protoka kisika,

- Sustava upuhivanja sekundarnog zraka (ako je moguće),
- Poklopca spremnika goriva

**Tablica 2.** OBD-2 popis grešaka

Izvor: [7]

<b>Primjer OBD-2 i EOBD kodova pogrešaka</b>	
<b>P0020</b>	<i>Aktuator pozicije bregastog vratila – strujni krug neispravan</i>
<b>P0031</b>	<i>Lambda sonda HO<sub>2</sub>S – niska vrijednost u krugu</i>
<b>P0034</b>	<i>Ventil za regulaciju radnog pritiska u turbo punjaču</i>
<b>P0037</b>	<i>Lambda sonda HO<sub>2</sub>S 2, grupa 1 – niska vrijednost u krugu</i>
<b>P0067</b>	<i>Ubrizgavanje – visoka vrijednost u sistemu</i>
<b>P0100</b>	<i>Senzor protoka mase zraka - MAF</i>
<b>P0105</b>	<i>Senzor apsolutnog pritiska usisne grane - MAP</i>
<b>P0192</b>	<i>Senzor pritiska goriva -prenizak iznos</i>
<b>P0198</b>	<i>Senzor temperature ulja – previsok iznos</i>

### 3.4. OBD 3

OBD-2 sustav već je desetljeće i pol aktualan te se pomalo traži njegova zamjena, tj. unaprjeđenje. Iz tog razloga se u američkoj saveznoj državi Kaliforniji u kojoj je inače i zaživjela upotreba i obveza OBD uređaja, počelo raditi na razvoju treće generacije OBD sustava. Glavna novost sustava bila bi konačna eliminacija Eko Testa. Takvim pristupom se dobiva puno povjerenje prema OBD sustavu.

Glavna zamisao nove treće generacije automatske auto dijagnostike je osloboditi Eko testa sva vozila koja imaju emisije ispušnih plinova u granicama dozvoljenog. Na Eko test bi dolazila samo ona vozila kod kojih primijećen poremećaj emisije ispušnih plinova. Samim time bi se tek tada palila MIL signalna lampica. Neispravna vozila bi se tako prisilila na dolazak u servisnu službu gdje bi stručno osoblje moglo brzo i kvalitetno dijagnosticirati kvar i po mogućnosti otkloniti navedeni kvar.

Za realizaciju navedenog sustava podrazumijeva se korištenje bežičnih sustava i tehnologija kako bi se dojave o kvarovima mogle slati u određenu kontrolnu stanicu kod mjerodavnih službi koje se brinu o tehničkoj ispravnosti vozila. Navedeni sustav zove se OBD-X ili OBD-3 sustav.



**Slika 17.** OBD 3 uređaj sa dijagnostiku  
Izvor: [23]

Dijagnostika ovog tipa provodila bi se na takav način da bi centralna jedinica motora cijelo vrijeme obrađivala podatke iz svojih nadziranih podsustava i iz vozila bi tijekom vožnje pomoću bežičnih tehnologija pogreške slala u najbliže informacijske postaje koje bi bile postavljene uz cestovne prometnice. Poruka koja se šalje sadržavala bi informaciju o vozilu, najčešće VIN<sup>18</sup> te broj pogreške – DTC.

Uporaba navedene tehnologije još nije zaživjela jer se u Americi građani bune protiv takvih tehnologija i smatraju da bi im se na taj način potajno pratila vozila i kršila njihova privatnost.

---

<sup>18</sup> VIN – (engl. Vehicle Identification Number)

### 3.5. ELM 372 sučelje

Sučelja bazirana na ELM<sup>19</sup> mikrokontrolerima najpopularnije su rješenje za spajanje na elektroniku modernog osobnog automobila kod običnih („kućnih“) korisnika. Za povezivanje ELM327 sučelje s pametnim telefonom ili tabletom potrebna je neka od bežičnih verzija ovog sučelja. Za Android uređaje dovoljno je ELM327 sučelje u Bluetooth izvedbi. Kod iOS uređaja (iPhone, iPad) spajanje na Bluetooth vanjske uređaje je ograničeno zbog restrikcija operativnog sustava pa je za rad potrebna izvedba ELM327 uređaja koja komunicira putem Wi-Fi mreže. [14]

ELM327 sučelje pretvara pametni telefon ili tablet u dijagnostički uređaj, putni kompjutor ili “crnu kutiju” automobila. Ovakav sistem raditi na gotovo na svakom automobilu proizvedenom poslije 2000. godine i koji ima uveden OBD-2 priključak prema SAE J1962 standardu. Dovoljno je spojiti ELM327 uređaj na dijagnostički konektor automobila i upariti ga sa telefonom putem BLUETOOTH-a ili WI-FI-ja, a zatim pokreće se neka od velikog broja OBD-2 aplikacija koja će automatski prepoznati povezano sučelje i spojiti se s vozilom.

Na tržištu postoji veliki broj aplikacija za spajanje s automobilom. Dovoljno je u tražilicu upisati ključnu riječ OBD-2 ili ELM327 i dobiva se na stotine rezultata. Može se po želji napraviti dijagnostika grešaka, pratiti potrošnja, mjeriti snaga motora, analizirati vožnja na trkačkoj stazi ili koristiti tablet kao atraktivnu, dodatnu instrument tablu itd. [14]

Veliku primjenu ELM372 sučelje je doživjelo u području auto sporta. Prilikom utrke vozač mora stalno pratiti performanse automobila i povratne informacije, a to mu je omogućeno slanjem podataka u realnom vremenu na zaslon tableta, na upravljačkoj ploči. Još jedna prednost tog sustava puno je niža cijena od profesionalnih zaslona za telemetriju.

---

<sup>19</sup> ELM – programirani mikrokontroler za bežično slanje podataka



Slika 19. Primjer ELM327 sučelja u auto sportu  
Izvor: [24]

## 4. SUSTAV SENZORA ZA UPRAVLJANJE MOTORA

Centralna jedinica motora za svoj rad i komunikaciju s nadziranim podsustavima koriste senzore koji stotinu puta u sekundi centralnoj jedinici šalju podatke o stanju u motoru. Centralna jedinica motora programirana je od strane proizvođača vozila kako bi dala odgovarajuće izlazne veličine na osnovu ulaznih podataka koje dobiva pomoću senzora. Centralna jedinica u svakom trenutku mora imati informacije o stanju motora: bilo da se automobil nalazi na uzbrdici, dok radi u području od 4000 okr/min, ili je vani jako visoka temperatura. Sve te, a i puno više informacija centralna jedinica dobiva preko senzora. [2]

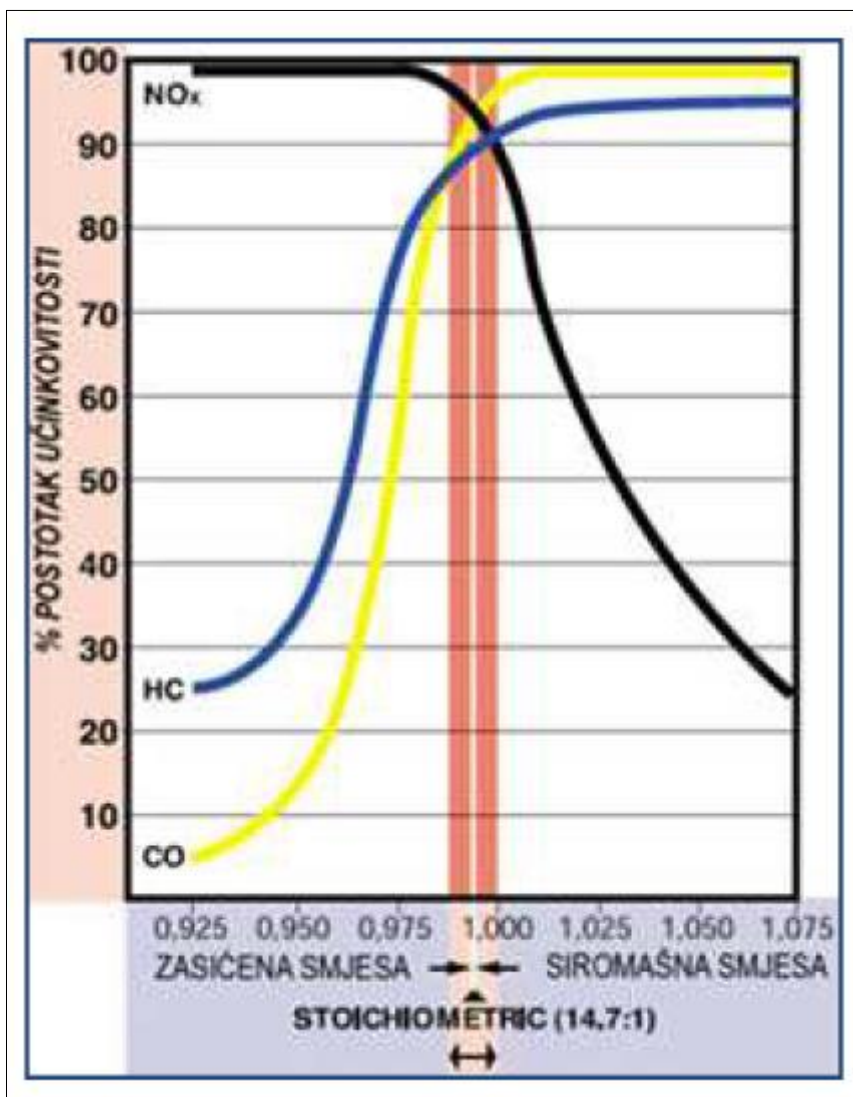
### 4.1. Lambda sonda

Lambda sonda smještena je na početku ispušne grane motora i prenosi podatke centralnoj jedinici motora o sastavu smjese, tj. pokazuje je li smjesa bogata ili siromašna. Idealan omjer kod Otto motora uznosi 14,7:1. Ukoliko je riječ o bogatoj smjesi, lambda sonda centralnoj jedinici šalje napon od 0,8 V, u protivnome šalje napon od 0,2 V. Centralna jedinica motora koristi te napone kako bi smjesu zraka i goriva zadržala u omjeru od 14,7:1 što predstavlja idealan odnos smjese i deklarira se pomoću  $\lambda$  faktora.



**Slika 20.** Lambda sonda  
Izvor: [25]

Lambda sonda neizostavno je dio ispušnog sistema motora koji za pogon koristi benzin. Lambda sonda senzor je koji mjeri količinu kisika u ispušnim plinovima te služi kao regulacijski element pri pripremi gorive smjese. Kako bi katalizator u potpunosti izvršavao svoju funkciju, potreban je stalni stehiometrijski omjer smjese, tj. omjer zraka i goriva mora biti idealan kako nakon izgaranja smjese u cilindru ne bi ostalo neizgorenog goriva ili obrnuto kako ne bi došlo do viška kisika, tj. zraka. Funkcija lambda sonde upravo je detektiranje odstupanja lambda faktora od tvornički zadanih vrijednosti te preko nje centralna jedinica motora sama povećava ili smanjuje količinu i goriva i zraka u smjesi. [2]



**Dijagram 1.** Funkcija lambda sonde  
Izvor: [26]



## 4.2. MAP senzor

Senzor apsolutnog tlaka zraka u usisnoj grani ili MAP<sup>20</sup> senzor jedan je od ključnih senzora za rad motora jer registrira opterećenje motora. Senzor daje signal koji je proporcionalan količini vakuuma u usisnoj grani. Centralna upravljačka jedinica motora koristi ovu informaciju kako bi postavila vrijeme paljenja i ubrizgavanja.

Kad motor radi pod punim opterećenjem, zaklopka zraka potpuno je otvorena, vakuum opada, motor usisava više zrak, što zahtijeva i više goriva kako bi se održao omjer smjese goriva i zraka. Kada centralna jedinica motora registrira opterećenje pomoću signala sa MAP senzora, on obogaćuje smjesu kako bi motor proizveo veću snagu. Istovremeno ECU lagano smanjuje (vraća) vrijeme paljenja kako bi se izbjeglo detonirano paljenje u cilindrima koje može oštetiti motor. U ovim uvjetima, vakuum je veoma nizak ili jednak nuli.



**Slika 20.** MAP Senzor  
Izvor: [27]

Suprotno tome, kada se vozilo kreće konstantnom brzinom, bez velikog opterećenja, ili kada usporava, zaklopka zraka nije potpuno otvorena i postoji određen vakuum u usisnoj grani. ECU osiromašuje smjesu tj. smanjuje dotok goriva – vrijeme ubrizgavanja te pomiče vrijeme paljenja unaprijed.

<sup>20</sup> MAP – (engl. Manifold Absolute Pressure Sensor)



MAP senzori mjere apsolutni tlak u usisnoj grani odnosno razliku između atmosferskog tlaka i podtlaka u usisnoj grani. Atmosferski tlak varira u odnosu na nadmorsku visinu i vremenske uvjete. Senzor registrira atmosferski tlak u okviru primarne kalibracije.

### 4.3. MAF senzor

MAF<sup>21</sup> senzor ili senzor količine protoka zraka također je jako bitan senzor u cijelom sustavu upravljanja radom motora. MAF senzor, uglavnom se koristi kod Diesel motora. Kako bi ECU predvidio odgovarajuću količinu goriva i zapalio smjesu u odgovarajućem trenutku, potrebna mu je informacija koliko je opterećenje motora. Snaga motora zavisi direktno od količine zraka koji u njega ulazi. Ako motor koristi mnogo zraka, onda je potrebno ubrizgavanje i veća količina goriva, a sve u cilju da se održi optimalan omjer zraka i goriva.

Zrak koji ulazi u motor struji oko žičanog otpornika napravljenog od platine. Žičani otpornik grije se istosmjernom strujom koja teče kroz njega, a zrak koji struji hladi ga. ECU održava platinasti otpornik na konstantnoj temperaturi. Što je više struje potrebno da se otpornik grije, više zraka ulazi u motor. Ovaj tip senzora stvara mali otpor zraka koji ulazi u motor jer su mu dimenzije samog sklopa jako male.



**Slika 21.** MAF senzor  
Izvor: [28]

<sup>21</sup> MAF – (engl. Mass Air Flow Sensor)

## 4.4. EGR sustav

EGR<sup>22</sup> ventil relativno je novi dio na automobilima te se može pronaći na vozilima novije proizvodnje. Ova vrsta ventila koristi se u automobilima na benzin i na dizel. On radi tako da dio ispušnih plinova iz motora preusmjerava natrag na cilindre u motoru, smanjuje emisiju dušikovih oksida NO<sub>x</sub>, a ovim se postiže da temperatura prilikom sagorijevanja ne prelazi 1800 °C koji su optimalni za sagorijevanje. U slučaju da temperatura naraste više, stvaraju se dušikovi oksidi. [15]

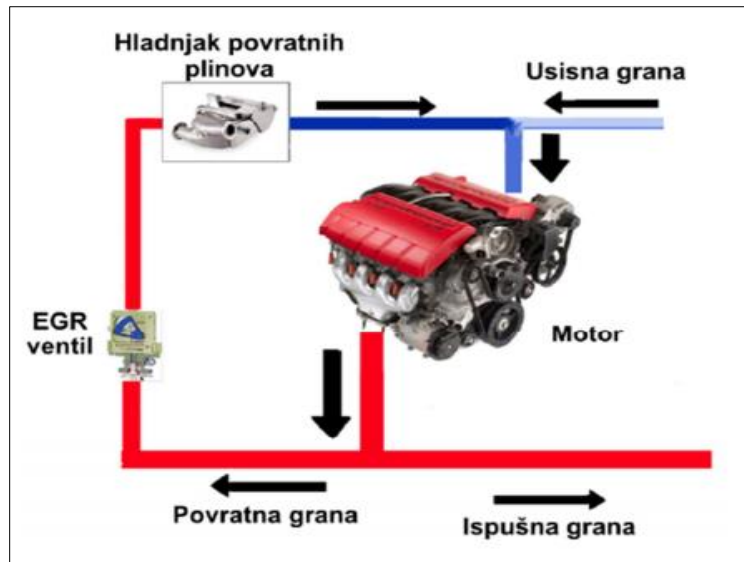
Dakle, mogli bismo reći da EGR ventil igra važnu ekološku ulogu. Da bi ova vrsta ventila dobro radila, motor mora biti dobro ugrijan te on ne radi dobro kada je motor hladan, zbog čega onda u tom stanju dolazi do čestog „trokiranja“ dok se sustav ne ugrije. Kada pravilno radi, emisija štetnih plinova smanjuje se za čak 30 posto. Većina modernih motora danas treba imati ovu vrstu ventila kako bi susrela ekološke standarde koji su iz godine u godinu sve zahtjevniji.

EGR sustav koristi se prvenstveno kako bi se smanjila emisija NO<sub>x</sub>, recirkulacijom manjeg dijela ispušnih plinova natrag u usisnu cijev, gdje se miješa sa zrakom/gorivom. Osobito je koristan za Dieslove motore čiji je glavni problem, osim čestica u ispuhu, povećana emisija NO<sub>x</sub>. Pod NO<sub>x</sub> podrazumijevaju se različiti spojevi dušika s kisikom od kojih su iznimno otrovni dušikov monoksid (NO) i dušikov dioksid (NO<sub>2</sub>). Iako oba plina direktno utječu na ljudsko zdravlje i na onečišćenje okoliša, NO<sub>2</sub> se smatra štetnijim. [15]

Dieselovi motori emitiraju uglavnom NO koji lako oksidira u atmosferi, formirajući NO<sub>2</sub>. Smanjenje potrošnje također je jedna od prednosti upotrebe ovog sustava, a ostvaruje se povećanjem volumena plinova koji ulaze u cilindar, čime se za vrijeme usisa smanjuje podtlak u cilindru, a time i gubitak rada za izmjenu plinova u cilindru. Uz manji gubitak rada veća je i iskoristivost.

---

<sup>22</sup> EGR – (engl. Exhaust Gas Recirculation) – Recirkulacija ispušnih plinova



**Slika 22.** Princip rada EGR-a  
Izvor: [29]

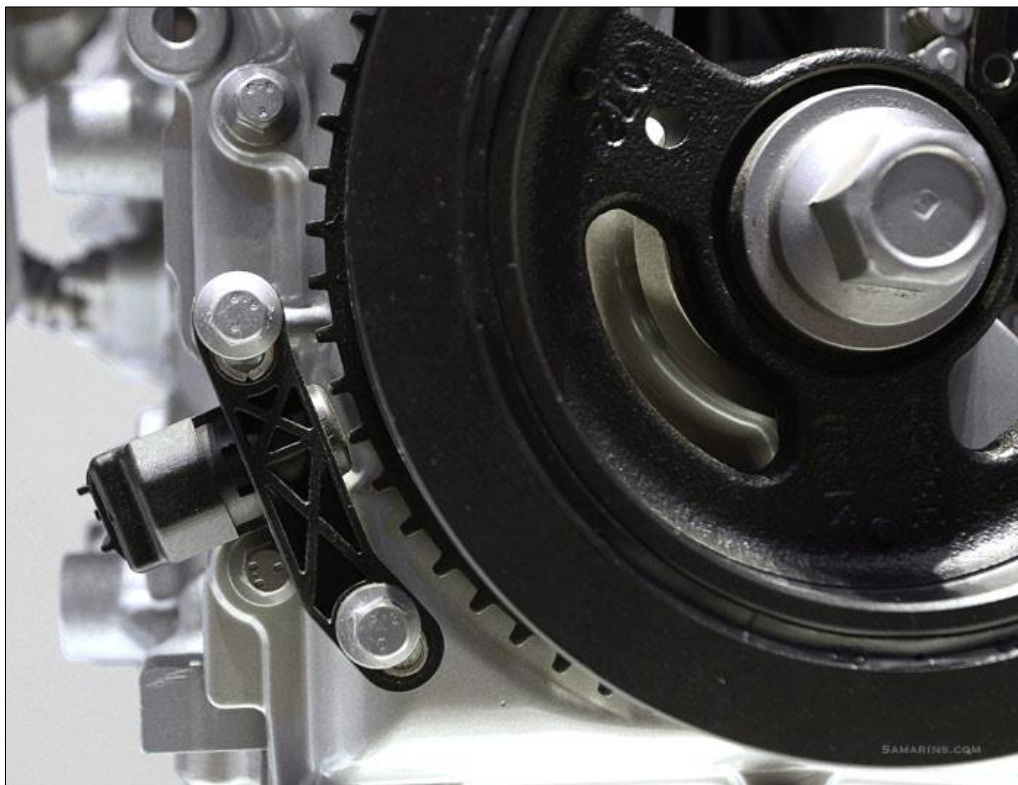
#### 4.5. Ostali senzori za upravljanje motorom

Osim gore nabrojanih senzora i sustava za kvalitetan rad motora bitni su još i mnogi drugi senzori. Sljedeći bitan senzor je senzor temperature rashladne tekućine. Senzor temperature rashladne tekućine daje ECU podatke o temperaturi rashladne tekućine. U većini slučajeva smješten je na kućištu termostata te ima promjenljivu NTC karakteristiku s promjenom temperature: u slučaju da se povećava temperatura motora, njegova otpornost se smanjuje. Kad ECU dobije informaciju da je temperatura rashladne tekućine dovoljno visoka, zaključuje da je motor dostigao radnu temperaturu i tada ECU s "open loop" prelazi na zatvoreni povratni hod (closed loop) upravljanja motorom. Prelaskom na "closed loop" ECU analizira i ostale ulazne podatke sa senzora kako bi kontrolirao kvalitetu (emisiju) ispušnih plinova. Ovaj senzor jako je pouzdan u eksploataciji, ali ako pretrpi oštećenje i izgubi funkciju sprječava ECU da pređe na "closed loop", što će dovesti do "prebogate" smjese, jako izraženog povećanja potrošnje i povećane emisije ugljičnog monoksida (CO).



**Slika 23.** Senzor temperature rashladne tekućine  
Izvor: [30]

Senzor položaja koljenastog vratila jako je bitna stavka u cjelokupnom procesu upravljanja motorom. ECU zahtjeva podatke i o broju okretaja koljenastog vratila motora i položaju prilikom rotacije. Ovo omogućava da ECU ubrizga gorivo u pravom trenutku i da se smjesa zapali iskrom svjeće. Postoji nekoliko vrsta senzora za položaj radilice. NISSAN koristi optički senzor položaja radilice. Svjetlost koju emitira LED<sup>23</sup> dioda registrira foto tranzistor, a prekida je metalna ploča s prorezima koja prolazi između njih. Neki senzori koriste ploče s 360 proreza i daju veoma preciznu informaciju o broju okretaja. Neki od tih proreza su drukčije oblikovani pa se na osnovu njih može dobiti položaj radilice. Također postoji senzor položaja radilice sa Halovim efektom. Taj senzor koristi nazubljeni disk koji se okreće unutar kućišta. Svaki put kad se metalni zub nađe između Hall senzora i magneta, Hall senzor se isključuje. ECU mjeri dužinu i broj impulsa i na osnovu toga izračunava broj obrtaja i položaj radilice.



**Slika 24.** Senzor položaja koljenastog vratila  
Izvor: [31]

---

<sup>23</sup> LED – (engl. Light Emitting Diode)

„Knock“ senzor registrira snagu vibracija u cilindru, što "govori" o detonacijama koje se događaju u motoru, a što ECU koristi kako bi pomaknuo fazu paljenja. Nazočnost "knock" senzora omogućava ECU da detonacije uvijek drži na optimalnoj razini (blizu limita) kako bi efikasnost procesa sagorijevanja uvijek bila optimalna, a istovremeno neće prijeći limit i time oštetiti cilindar ili drugi dio motora. Pojedini motori imaju dva ili više "knock" senzora. Ukoliko ovaj senzor izgubi svoju funkciju, može doći do detonacije u neželjenom trenutku što može oštetiti motor. ECU u tom slučaju ne dobiva informaciju o trenutku detonacije pa ne može ispraviti fazu paljenja, jer i nije očitao da je uopće došlo do detonacije u motoru.



**Slika 25.** Knock senzor  
Izvor: [32]



## 5. DIJAGNOSTIČKI ALATI ZA OTKRIVANJE POGREŠAKA I KVAROVA

U sklopu ovog rada provedena je dijagnostika na jednom Citroen vozilu u ovlaštenom Citroen servisu s originalnom dijagnostičkom opremom. Za dijagnostiku korišteno je prijenosno računalo i Lexia DiagBox sučelje. Dijagnostika kvarova bila je odrađena na vozilu Citroen C3 1.6 BlueHDi. Riječ je o vozilu s novim dizelskim motorom koji zadovoljava stroge Euro šest norme ispušnih plinova.



**Slika 26.** Lexia DiagBox dijagnostika

Vozilo je dovezeno na servis s upaljenom MIL lampicom koja je svjetlila duže vrijeme i izgubilo je performanse. DLC priključak za spajanje dijagnostike kod ovog vozila nalazi se na lijevoj strani ispod upravljača i dobro je označeno te lako dostupno.

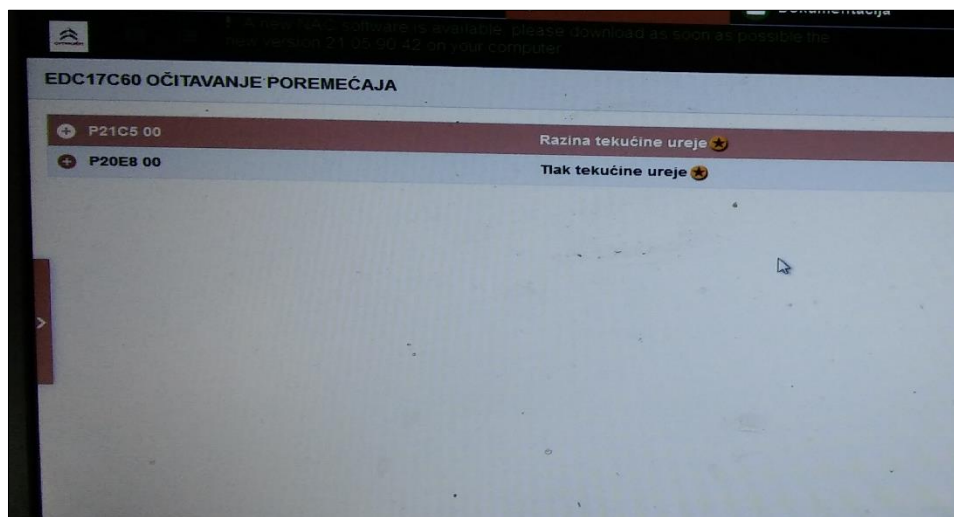


**Slika 27.** Lokacija DLC priključka

Priključenjem dijagnostičkog alata i pretrage grešaka, pronađena su dvije greške. Riječ je bila o greškama koje su zavedene pod oznakama:

- P21C5 00
- P20E8 00

Greška pod oznakom P21C5 00 nam govori o niskoj razini tekućine ureje, a dok greška P21E8 00 nam govori o tlaku tekućine ureje. Kvar je ozbiljan jer se tekuća ureja koristi kod novih dizelskih Euro šest motora za smanjenje emisije štetnih ispušnih plinova.



**Slika 28.** Popis grešaka na vozilu

## 6. ZAKLJUČAK

Od početka razvoja automobila kod proizvođača bio je cilj razviti što efikasnije vozilo, a pod tim podrazumijeva se što veća snaga motora uz što nižu potrošnju goriva. U posljednjih 20 godina razvojem novih tehnologija na području elektronike, počele su se ubrzano razvijati i upravljačke jedinice motora. U početku su nadzirale nekoliko parametara kod ubrizgavanja goriva, a svojim napretkom proširilo se područje djelovanja na sve elemente rada motora. Današnja računala imaju zadatak u svakoj milisekundi obrađivati tisuće informacija koje dobivaju preko sustava senzora, a koji su smješteni na motoru. Preko senzora računalo primljene informacije obrađuje te nakon toga radom motora upravlja gotovo savršeno.

Napredak upravljačkih jedinica motora bio je uvjetovan stalnim povećanjem ekoloških normi za sva nova vozila. Emisije ispušnih plinova i njihov negativan utjecaj na atmosferu predstavljaju veliki globalni problem. Emisije nije moguće izbjeći izgaranjem fosilnih goriva, ali je moguće smanjivati ih stalnim razvojem novih tehnologija kod dizelskih i Otto motora. Pod tim podrazumijeva se ugradnja novih sklopova kao što su EGR, hladnjaci ispušnih plinova, ugradnja DPF-a itd.; a da bi ti sustavi ispravno radili potrebna je upravljačka jedinica visokih performansi koja njima upravlja.

U ovom radu opisani su neki od najvažnijih elemenata koji su doprinijeli razvoju upravljačkih jedinica motora, ali i sustavi senzora, automatske dijagnostike kvarova, načinu obilježavanja pogrešaka i kvarova te signaliziranju kvarova na vozilu.



## 7. LITERATURA

- [1] Šumiga I, Horvat M, Elektronički sustavi u automobilu, Veleučilište u Varaždinu
- [2] Popović Goran, Tehnika motornih vozila, Centar za vozila Hrvatske, Zagreb 2013.
- [3] Tracy Martin, How to use automotive diagnostic scanners, 2007.
- [4] Prof.dr.sc. Zovak, Goran; Dr.sc. Šarić, Željko, Skripta iz kolegija Cestovna Prijevozna Sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [5] [http://www.autoportal.hr/clanak/ecu\\_engine\\_control\\_unit](http://www.autoportal.hr/clanak/ecu_engine_control_unit) ( 20.06.2017)
- [6] [http://www.gmtuners.com/OBD1\\_DTC.htm](http://www.gmtuners.com/OBD1_DTC.htm) ( 18.06.2017)
- [7] <https://www.ouilsobdfacile.com/data-trouble-code-obd2.php> (20.06.2017)
- [8] <https://www.obdautodoctor.com/scantool-garage/what-to-do-when-malfunction-indicator-light-illuminates> (20.08.2017.)
- [9] [http://www.gmtuners.com/OBD1\\_DTC.htm](http://www.gmtuners.com/OBD1_DTC.htm) (22.08.2017.)
- [10] <http://www.berlinasportivo.com/Technical/lancia/Thema832/Bosch-KE-Jetronic-OCR.pdf> (15.05.2017.)
- [11] <https://www.arb.ca.gov/homepage.htm> (16.05.2017.)
- [12] <http://www.sae.org/commercial-vehicle/> (20.07.2017.)
- [13] [http://www.gendan.co.uk/article\\_5.html](http://www.gendan.co.uk/article_5.html) (20.07.2017.)
- [14] <https://www.kdijagnostika.hr/shop/elm327-bezicni> (20.07.2017)
- [15] <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/14/sve-sto-morate-znati-o-egr-ventilu> (22.07.2017.)
- [16] <http://img.justparts.com/eImage/3c160253-b737-4708-99b5-b66516614f44.JPG> (15.06.2017)
- [17] <http://bestride.com/wp-content/uploads/2014/01/EEC-III-controller.jpg> (16.06.2017)

- [18] <http://www.njuskalo.hr/image-bigger/ostali-autodijelovi/karburator-fergazer-rasplinjac-vw-polo-derby-052129017-slika-33973161.jpg> (25.07.2017.)
- [19] <http://www.rtvbn.com/assets/img/02-01-2017/353d807d464cda083e2592e356fa607e.png> (25.07.2017.)
- [20] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/1phSw4BWujL.\\_SY328\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/1phSw4BWujL._SY328_.jpg) (25.07.2017.)
- [21] <https://i.ebayimg.com/thumbs/images/g/2ekAAOSwSDZZnKnL/s-l225.jpg> (28.07.2017)
- [22] <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1kfMAQXXXXXaVXpXXq6xXFXXXL/Date-8-pcs-Camion-C&acirc;bles-OBD-2-C&acirc;ble-de-Connexion-Pour-VD-TCS-CDP-Pro-Pour.jpg> (29.08.2017.)
- [23] [http://www.traxpath.com/images/TP\\_Products/TP-OBD3.jpg](http://www.traxpath.com/images/TP_Products/TP-OBD3.jpg) (27.07.2017.)
- [24] Jereb Motorsport – službena stranica (29.08.2017.)
- [25] [https://www.ngk.de/uploads/tx\\_templavoila/ngk\\_breitband\\_lambdasonde\\_03.jpg](https://www.ngk.de/uploads/tx_templavoila/ngk_breitband_lambdasonde_03.jpg) (25.07.2017.)
- [26] <http://www.autoispuh.hr/assets/img/portfolio/katalizatori3.jpg> (26.07.2017.)
- [27] <http://www.njuskalo.hr/image-bigger/motor-pogonski-dijelovi/bosch-map-senzor-fiat-1.2-1.4-8v-fire-0-261-230-030-slika-71911957.jpg> (29.07.2017.)
- [28] [https://c1552172.ssl.cf0.rackcdn.com/742\\_x800.jpg](https://c1552172.ssl.cf0.rackcdn.com/742_x800.jpg) (19.06.2017.)
- [29] <http://www.pinjusic.hr/site/assets/files/1024/princip-rada-turbo-punjaca.jpg> (15.07.2017.)
- [30] <https://katalog.euroton.si/slika.php?sku=597838> (19.07.2017.)
- [31] [http://www.samarins.com/diagnose/sensors/crank\\_sensor\\_large.jpg](http://www.samarins.com/diagnose/sensors/crank_sensor_large.jpg) (29.08.2017.)
- [32] <http://www.autohausaz.com/secure/partimages/0031538928.jpg> (29.08.2017.)

## Popis slika

- Slika 1. Suvremeni ECU uređaj
- Slika 2. Način upravljanja automobilom
- Slika 3. CAN BUS sabirnica
- Slika 4. EEC III
- Slika 5. Rasplinjač
- Slika 6. BOSCH KE Jetronic
- Slika 7. Upravljanje računala motorom
- Slika 8. EKO TEST
- Slika 9. Primjer OBD kablova
- Slika 10. Slika 10 - Izgled MIL lampica
- Slika 11. Monitor 4000
- Slika 12. OBD konektori
- Slika 13. DLC konektor
- Slika 14. Nadzirani podsustavi OBD-1 sustava
- Slika 15. Nadzirani podsustavi OBD-2 sustava
- Slika 16. Pozicija OBD-2 konektora u Citroenu C4
- Slika 17. OBD 3 uređaj sa dijagnostiku
- Slika 18. Primjena ELM372 sučelja u auto sportu
- Slika 19. Lambda sonda
- Slika 20. MAP Senzor
- Slika 21. MAF senzor
- Slika 22. Princip rada EGR-a
- Slika 23. Senzor temperature rashladne tekućine
- Slika 24. Senzor položaja koljenastog vratila
- Slika 25. Knock senzor
- Slika 26. Lexia DiagBox dijagnostika
- Slika 27. Lokacija DLC priključka
- Slika 28. Popis grešaka na vozilu

## Popis tablica

1. Tablica 1 - OBD-1 popis grešaka
2. Tablica 2 – OBD 2 popis grešaka

## Popis dijagrama

1. Dijagram 1 – Funkcija lambda sonde

## Popis kratica

ABS	(Anti-lock braking system) – Anti blokirajući sustav kočenja
ESP	(Electronical stability program) – Sustav elektronske stabilnosti vozila
CAN	(Controller Area Network) – Sustav sabirnica za prikupljanje podataka
ECU	(Engine control unit) – Upravljačka jedinica motora
CARB	(California Air Resource Bord) – Kalifornijska uprava
OBD	(On-Board Diagnostic) – Sustav automatske dijagnostike
DTC	(Diagnostic Trouble Code) – Zapis pogreške sa šifrom
MIL	(Malfunctions Indicated Light) – Signalna lampica greške na motoru
SAE	(Society of Automotive Engineers) – Udruga automobilskih inženjera
EGR	(Exhaust Gas Recirculation) – Sustav recirkulacije ispušnih plinova
NOx	(Oxidesofnitrogen) – Dušični oksidi
DLC	(Diagnostic Link Connector) – Standardizirani OBD priključak
PID	(Parameter Identification) – Normirani popis identifikacijskih parametara
DTM	(Diagnostic Test Modes) – Način rada dijagnostičkih uređaja
MAP	(Manifold Absolute Pressure Sensor) – Senzor apsolutnog pritiska usisne grane
MAF	(Mass Air Flow Sensor) – Senzor količine protoka zraka

VIN	(Vehicle Identification Number) – Identifikacijski broj šasije vozila
ELM	Mikrokontroler za bežično slanje podataka
LED	(Light Emitting Diode) – Svjetleća dioda
CO <sub>2</sub>	(Carbondioxide) – Ugljični dioksid
CO	(Carbonmonoxide) – Ugljični monoksid
HC	(Hydrocarbons) – Ugljikovodici