

# Primjena dijagnostike u automobilskoj industriji

---

Škuflić, Chiara

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:536317>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički Fakultet u Puli

**Chiara Škuflić**

**Primjena dijagnostike u automobilske industriji**

Diplomski rad

Pula, rujan 2022.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Tehnički Fakultet u Puli



**Chiara Škuflić**

**Primjena dijagnostike u automobilskoj industriji**

Diplomski rad

JMBG: 02330080989, izvanredna studentica

Studijski smjer: diplomski sveučilišni studij strojarstva, smjer: konstrukcije i mehatronika

Predmet: Mehatronika

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Strojarstvo

Grana: Opće strojarstvo

Mentor: doc. dr. sc. Davor Stanić, dipl. ing.

Pula, rujan 2022.

doc. dr. sc. Davor Stanić, dipl. ing.  
(ime i prezime nastavnika)

Mehatronika  
(predmet)



Tehnički fakultet u Puli

**Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**  
**TEHNIČKI FAKULTET U PULI**  
**ZADATAK TEME DIPLOMSKOG RADA**

**Pristupnica: Chiara Škuflić**  
**MBS:02330080989**

Studentu sveučilišnog diplomskog studija strojarstva Tehničkog fakulteta u Puli izdaje se zadatak za diplomski rad – tema diplomskog rada pod nazivom:

**PRIMJENA DIJAGNOSTIKE U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI**

**Sadržaj zadatka:** Razraditi temu primjena dijagnostike u automobilske industriji, na način da se odredi poveznica dijagnostike sa održavanjem, povijesno prikazati razvoj automobilske industrije i dijagnostičkih sustava, opisati mogućnosti dijagnostičkih sustava, detaljno razraditi suvremenu dijagnostičku tehnologiju i opisati osnovne tipove dijagnostičkih alata, razraditi komunikacijske protokole u vozilu, opisati neke od dijagnostičkih metoda po izboru, provesti postupak dijagnostike na vozilu te pronaći rješenje za dijagnosticirani problem, sve na praktičnom primjeru vozila po izboru te ga detaljno opisati. Na kraju izraditi cost-benefit analizu ostvarene uštede pomoću korištenog dijagnostičkog alata te napisati zaključak rada i istaknuti probleme.

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o diplomskom radu Sveučilišta u Puli.

**Strojarstvo izvanredni**

**Pula, rujan 2022.**

**Potpis mentora**

doc. dr. sc. Davor Stanić, dipl. ing. \_\_\_\_\_



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Chiara Škuflić kandidatkinja za magistricu inženjerku strojarstva ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica:

*C. Škuflić*

---

U Puli, rujan 2022. godine



IZJAVA  
o korištenju autorskog djela

Ja, Chiara Škuflić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj Diplomski rad pod nazivom „Primjena dijagnostike u automobilskoj industriji“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Studentica:

*C. Škuflić*

---

U Puli, rujan 2022. godine

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se svome mentoru doc. dr. sc. Davoru Staniću, dipl. ing., na pomoći tijekom pisanja rada sa svojim stručnim savjetima o temi, također veliko hvala dugujem voditelju studija doc. dr. sc. Marku Kršulji, dipl. ing. stroj., na podršci i bodrenju tijekom studiranja.*

*Zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima i kolegama koji su mi bili neizmjerne podrška tijekom studiranja i bez kojih ovo ne bi bilo moguće.*

## SAŽETAK

U ovome radu prikazan je razvoj automobilske industrije i dijagnostičkih sustava, dan je opis popratnih alata za vršenje dijagnostike, uspostavljena je poveznica između održavanja i dijagnostike. Prikazane su najosnovnije vrste održavanja, teorijski je opisan pojam automobila i njegova struktura. Navedene su prednosti i mogućnosti dijagnostičkih sustava kao takvih. Objašnjen je tok i postupak dijagnostike, dan je uvid u suvremenu dijagnostičku tehnologiju i njen razvoj od početka pa do danas. Objašnjeni su OBD-II standardi, veze i komunikacijski protokoli u vozilu te njihovo funkcioniranje. Objašnjeni su kodovi grešaka, njihovo značenje i postupak iščitavanja. Ponuđeni su različiti načini za brisanje grešaka iz vozila, te je dan prikaz temelja zaslužnih za uspješnu dijagnostiku.

U praktičnom dijelu rada prikazan je postupak provedbe dijagnostike na vozilu VW Passat, napravljena je analiza greške popraćena mogućim uzrocima nastanka kao i samim simptomima, pojašnjen je postupak mikro lociranja uzroka problema, detaljno je prikazan otklon kvara, te brisanje same greške iz memorije vozila nakon otklona kvara. Također je objašnjena i primarna funkcija predmetnog dijela na kojem se kvar dogodio kao i različite varijante za otklon istog kvara. Za kraj je napravljena cost-benefit analiza ostvarene uštede pomoću korištenog dijagnostičkog alata.

**Ključne riječi:** automobilska industrija, održavanje, dijagnostički sustavi, cost-benefit analiza



## SUMMARY

This paper presents the development process of the automotive industry and diagnostic systems, as well as a description of accompanying tools for performing diagnostics. At the same time, a link between maintenance and diagnostics was established. In the paper, at the beginning, the term car and its structure are theoretically defined, the most basic types of maintenance are presented, and the advantages and possibilities of the diagnostic system are listed. Since the subject of the research was automotive diagnostics, the flow and procedure of diagnostics were explained, an insight into modern diagnostic technology and its development from the beginning to the present day was given. In the paper, OBD-II standards, connections and communication protocols in the vehicle and their functioning are explained. The error codes, their meaning and the reading procedure were analysed, and at the end, different ways of erasing errors from the vehicle were offered. Based on the research of the relevant literature, the basis of the platform for successful diagnostics was presented. In the practical part of the paper, the procedure for carrying out diagnostics on the VW Passat car is presented, and an error analysis was made, accompanied by the possible causes of its occurrence as well as the same symptoms. The paper explains the process of micro-locating the cause of the problem, shows in detail how to correct the error, and how to delete the same error from the vehicle's memory after the error has been corrected. In the process of investigating the problem, the primary function of the subject part where the malfunction occurred was explained, as well as different variants of eliminating the same malfunction. Finally, a cost-benefit analysis of the achieved savings was made using the chosen diagnostic tool.

**Key words:** automotive industry, maintenance, diagnostic systems, cost-benefit analysis

## SADRŽAJ RADA

1. UVOD.....	1
1.1. Hipoteze .....	2
1.2. Predmet istraživanja .....	2
1.3. Ciljevi rada.....	2
1.4. Metodologija rada.....	3
1.5. Struktura rada.....	3
2. ODRŽAVANJE.....	5
2.1. Preventivno održavanje .....	5
2.1.1. Razlozi preventivnog održavanja automobila.....	7
2.2. Korektivno održavanje.....	8
3. POJAM AUTOMOBILA .....	11
3.1. Povijesni razvoj automobilske industrije .....	11
3.2. Pojam i struktura automobila .....	16
4. DIJAGNOSTIČKI SUSTAVI .....	18
5. SUVREMENA DIJAGNOSTIČKA TEHNOLOGIJA .....	21
5.1. OBD.....	21
5.2. OBD-I .....	24
5.3. OBD-II .....	25
5.3.1. OBD-II standardi .....	27
5.3.2. OBD II – dijagnostički kodovi kvarova (DTC) .....	28
5.3.3. Generički kodovi i kodovi specifični za proizvođača.....	30
5.3.4. OBD II – „zamrznuti okvir” .....	31
5.4. Controller Area Network (CAN) .....	31

5.4.1. Arbitraža poruka CAN-a .....	35
6. STRATEGIJA USPJEŠNE DIJAGNOSTIKE .....	37
6.1. Alati za skeniranje .....	49
6.2. Rješavanje problema korištenjem koda kvara .....	53
6.3. Metode za brisanje dijagnostičkih kodova kvarova .....	53
7. PRAKTIČNI DIO RADA .....	55
7.1. Postupak dijagnostike .....	56
7.2. Lociranje i analiza problematičnog dijela .....	61
7.3. Otklon kvara .....	66
7.4. Brisanje greške iz računala vozila .....	70
7.5. Funkcija zaklopki .....	72
7.6. Kupovne varijante nosača za otklon greške P2015 .....	74
7.7. Cost-benefit analiza ušteda korištenjem dijagnostičkog softvera DELPHI .....	75
8. ZAKLJUČAK .....	78
9. LITERATURA .....	80

## 1. UVOD

Kako je sve više porasla upotreba automobila u suvremenom svijetu napredna dijagnostika kvarova postala je nezaobilazna. Dijagnostika u automobilima objašnjava osnove sustava i komponenti vozila te ispituje dijagnostičke principe kao i najnovije tehnike koje se koriste u učinkovitom održavanju i popravku vozila. Dijagnostika, ili pronalaženje grešaka jedan je od najvažnijih pojmova kada se govori o automobilskoj industriji, a kako automobilski sustavi postaju sve složeniji, postoji sve veća potreba za dobrim dijagnostičkim uređajima kao i samim vještinama osoba koje je izvode.

Pogreške koje dovode do potencijalno neželjenih posljedica moraju se otkriti na vrijeme, i poduzeti odgovarajuće mjere za sanaciju kako bi se smanjile neželjene posljedice. Često se radnje ublažavanja kategoriziraju ili kao sigurne od kvara (što znači da je sustav zatvoren u sigurno stanje) ili kao neispravne (što znači da sustav mora održavati barem neku razinu kontinuirane funkcionalnosti kako bi osigurao sigurnost). U svakom slučaju, prije nego što se može poduzeti mjera ublažavanja, sustav mora biti sposoban otkriti da je kvar uopće prisutan. Nadalje, ovo otkrivanje kvarova mora se odvijati unutar određenog vremenskog razdoblja koji se naziva latencija detekcije, kako bi se omogućilo dovoljno vremena za djelovanje i sustav održao siguran s određenom pokrivenošću, jer greška koja nije otkrivena općenito ne može se ublažiti.

Dijagnoza kvara nadilazi otkrivanje kvara pružanjem proširenih informacija o temeljnom uzroku kvara sustava. Dijagnoza kvara razlikuje se od otkrivanja kvara po tome što otkrivanje kvara uglavnom ima za cilj utvrditi da se neka greška dogodila, dok dijagnoza kvara može otkriti kakva se greška dogodila, koja komponenta(e) je/su odgovorna i što je točan uzrok kvara.

U ovom radu biti će objašnjene osnovne stvari o dijagnostici, različite metode dijagnostike i kako primijeniti dijagnostiku zajedno s njenom odgovarajućom opremom. Uz odgovarajuću opremu, svaka je osoba u mogućnosti samostalno i redovito testirati svoj automobil na probleme i time spriječiti razvoj ozbiljnih kvarova tijekom vremena, smanjiti rizike, potrošnju i pokoji financijski izdatak, a sve uz pomoć malo znanosti i dobre volje.

## **1.1. Hipoteze**

### **Hipoteza 1**

Tehničko tehnološke inovacije svakodnevno podižu razinu digitalizacije automobila omogućavajući provjeru automobila i održavajući ih u sigurnim optimalnim radnim uvjetima uslijed ranog otkrivanja grešaka i kvarova.

### **Hipoteza 2**

Usavršavanje dijagnostičkog procesa značajno skraćuje vrijeme zadržavanja automobila u procesu servisiranja te smanjuje troškove servisa.

## **1.2. Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja je primjena dijagnostike u automobilskoj industriji, a koja je potkrijepljena praktičnim primjerom u eksperimentalnom dijelu rada, prikazujući detaljno postupak dijagnostike, samu analizu i otklon kvara/greške.

## **1.3. Ciljevi rada**

Osnovni ciljevi ovoga rada su višestruki, a moguće ih je sažetu u slijedeće:

- Prikazati povijesni razvoj dijagnostike u automobilskoj industriji;
- Utvrditi kauzalnu vezu dijagnostike i kvalitete usluga servisiranja i održavanja automobila;
- Dokazati utjecaj dijagnostike na poboljšanje sigurnosti automobila u prometu;
- Ispitati je li i koliko razvoj dijagnostike smanjio vrijeme servisiranja i troškove za vlasnike vozila uslijed prijevremenog utvrđivanja kvarova i njihovog otklanjanja u početnoj fazi;
- Dokazati da je alternativnim načinima moguće riješiti određene greške bez zamjene cjelokupnog dijela na vozilu i time osigurati značajne uštede;

## 1.4. Metodologija rada

U ovome radu korištene su različite znanstveno istraživačke metode, a izdvajaju se induktivna i deduktivna, metoda analize i sinteze, metoda generalizacije i specijalizacije, dokazivanja i opovrgavanja, metoda klasifikacije, metoda deskripcije, metoda kompilacije, komparativna metoda te statistička metoda.

## 1.5. Struktura rada

Struktura ovoga rada je podijeljena na osam poglavlja:

- Unutar uvoda daje se osnovni uvod u tematiku, prikazuje se problem istraživanja i daje se cjelokupan prikaz rada.
- Unutar poglavlja „Održavanje“ daje se osvrt na dijagnostiku kao najvažniju metodu održavanja te sve njene prednosti. Dodatno se prikazuju najosnovnije vrste održavanja i njihova poveznica sa dijagnostikom kao jednom od metoda.
- Poglavlje – „Pojam automobila“ evolucijski se bavi proučavanjem automobilske industrije od njenih početaka pa sve do danas i samim pojmom i strukturom automobila kao takvog.
- Četvrto poglavlje – „Dijagnostički sustavi“ – uvodi nas u saznanja što je sve moguće napraviti pomoću dijagnostičkih sustava, koje su njihove mogućnosti i prednosti, te teorijski objašnjava sam tok dijagnostičkog postupka.
- Peto poglavlje – „Suvremena dijagnostička tehnologija“ – daje nam uvid u samo dijagnostiku i njene početke, te razloge i tijek razvitka OBD-a, (*eng. On-board diagnostics*). Daje nam na uvid od čega se sve OBD kao takav sastoji, te prati njegov povijesni razvoj kroz godine. Također nam detaljno objašnjava OBD-II standarde, komunikacijske protokole vozila, kao i dijagnostičke kodove kvarova koji su nam temelj za rješavanje određenog problema sa vozilom.
- Šesto poglavlje – „Strategija uspješne dijagnostike“ nam u osam koraka detaljno objašnjava što je sve potrebno i na što trebamo obratiti pažnju da bi dijagnostika bila uspješna, također nam daje na uvid osnovne tipove alata za skeniranje kao i njihove mogućnosti, te nam opisuje različite metode za otklon kodova kvarova iz memorije automobila.

- Sedmo poglavlje – „Praktični dio rada“ detaljno prati i objašnjava postupak dijagnostike na automobilu marke Volkswagen Passat do pronalaska greške, prati analizu pronađene greške, propitkuje moguće uzroke nastanka greške kao i same simptome iste. Objašnjava lociranja uzroka problema gdje je greška nastala i pojašnjava razloge za eliminaciju, detaljno prati sam otklon kvara i brisanje greške iz memorije vozila nakon samog popravka. Pojašnjava funkciju oštećenog dijela zbog kojeg je greška nastala, navodi prednosti i nedostatke istog, te daje ostale alternativne mogućnosti kupovnih varijanti za otklon naše greške. Također cost-benefit analizom prikazuje da je moguće ostvariti značajne uštede vremena i novaca.
- Osmo poglavlje „Zaključak“ rezimira sve što je kroz rad prikazano i zaključuje rad sa stečenim saznanjima tijekom pisanja koja su opisana u prethodnim poglavljima.

## 2. ODRŽAVANJE

Održavanje vozila uključuje sveukupne radnje pregleda, rješavanje problema, popravak, poboljšanje itd. Kada govorimo o osnovnoj podjeli održavanja, prikazano na slici br. 1, održavanje možemo podijeliti na preventivno održavanje koje se temelji na prevenciji nastanka kvara i korektivno održavanje koje uključuje sanaciju kvara nakon njegovog nastanka. Održavanje kao takvo omogućuje nam osiguranje i kontinuiranu uporabu, uz optimalne troškove. Održavanje vozila nije „luksuz“ već je nužnost, jer tehničko stanje vozila značajno utječe na udobnost, sigurnost u prometu i izdržljivost vozila u cjelini. [12]



Slika 1: Osnovna podjela održavanja

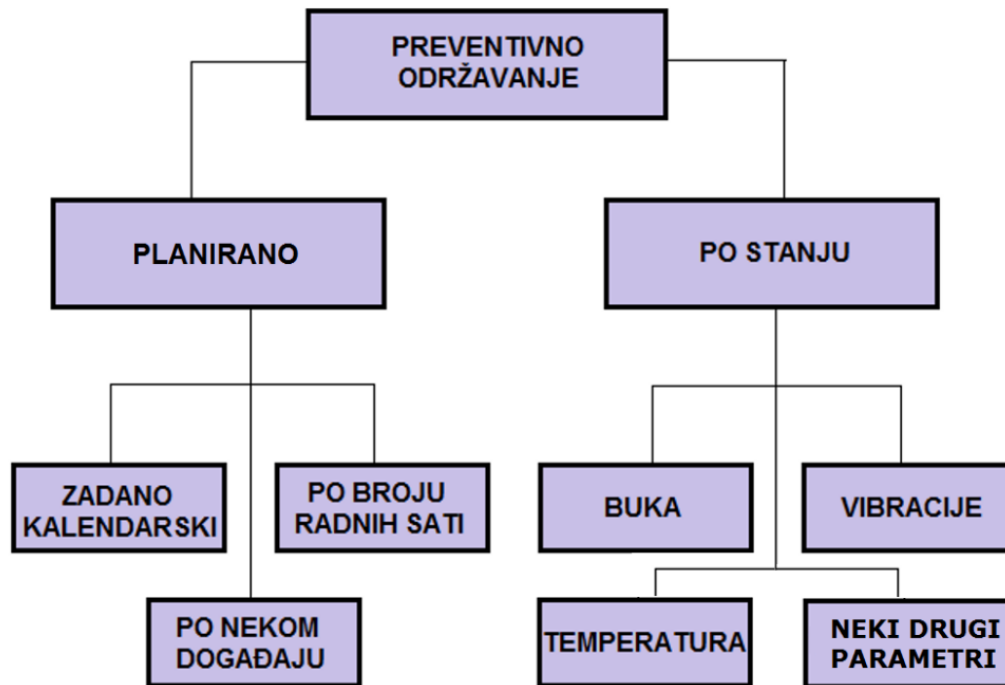
Izvor: <https://image2.slideserve.com/5130667/slide36-l.jpg>

### 2.1. Preventivno održavanje

Ova vrsta održavanja mora osigurati održavanje vozila u normalnom tehničkom radnom stanju, obavljanjem određenog redovnog održavanja i redovite zamjene komponenti prije predvidljivog kvara. Preventivno održavanje prvenstveno se dijeli na planirano održavanje i održavanje po stanju, prikazano je na slici br. 2, a isto uključuje planske popravke, podešavanje, sustavne preglede, podmazivanje, razna potrebna pritezanja/fiksiranja, podešavanja, te dijagnostiku. [14]



Preventivno održavanje osmišljeno je kako bi se smanjio rizik od kvarova i produžilo vrijeme rada vozila. Neki uobičajeni primjeri preventivnog održavanja uključuju izmjene ulja, provjeru svjećica, ispitivanje crijeva i filtara, kao i pažljivu provjeru šasije vozila, kočnica i ukupnog stanja motora. [14]



Slika 2: Podjela preventivnog održavanja

Izvor: <https://core.ac.uk/download/pdf/200322098.pdf>

Kada za to dođe vrijeme ili kada se dijagnosticira neka promjena u radu, vrši se održavanje stroja, uređaja ili automobila. U našem slučaju, dotrajale komponente se zamjenjuju novima, bez obzira na njihovo stanje, odnosno dali izmjerena istrošenost komponente prelazi dozvoljena ograničenja proizvođača. [14]

Automehaničari će nam reći da je preventivno održavanje automobila najvažnija stvar koju možemo učiniti za svoj automobil. Redovito održavanje automobila može uštedjeti tisuće kuna na naknadama za popravak tijekom životnog vijeka automobila. [14]

### 2.1.1. Razlozi preventivnog održavanja automobila

Prema [13] navode se razlozi preventivnog održavanja automobila:

- **Značajna ušteda** - Redovito održavanje vozila ne košta puno u usporedbi sa zamjenom oštećenih dijelova koje može biti prilično skupa. Preventivnim održavanjem vozila štedi se više novca, mada često ljudi misle kako je to “nepotrebno” i zanemaruju svoje vozilo sve dok ne dođe do kvara što kasnije dovodi do većih troškova, nego kada bi se vozilo preventivno održavalo.
- **Sigurnost** - Redovito održavanje vozila pomaže povećati sigurnost tijekom vožnje. Vjerojatnost da će se automobil pokvariti zbog opsežnijih problema bit će manja. Korištenjem preventivnog održavanja kontinuirano se provjerava da li će u budućnosti neki od sustava razviti probleme, te će to biti prioritet rješavanja. Na primjer, ako se duže vrijeme zanemari zamjena guma, a vozilo radi dosta kilometara na godinu, može doći do puknuća gume koje će posljedično dovesti do nesreće.
- **Izbjegavanje ozbiljnije štete** - Veliki popravci automobila najčešće su rezultat nemara vlasnika. Neki od velikih popravaka automobila kao što su kvar motora i mjenjača mogu se spriječiti redovitim preventivnim održavanjem. Promjena ulja je tu ključna kako bi se izbjeglo da nevaljale čestice metala uđu u motor automobila i izazovu probleme s motorom. Zamjena tekućina u automobilu će produljiti vijek trajanja sustava. Nepoštivanje toga može uzrokovati opterećenje motora i uzrokovati ozbiljnije kvarove.
- **Ušteda truda i vremena** - Ako se pridržava rasporeda održavanja, izbjeci će se druge rizične probleme koji bi mogli spriječiti rad automobila. Obzirom da, ako se desi veći kvar vozilo možda neće biti u voznom stanju danima/tjednima ovisno o problemu popravka i dostupnosti dijelova, a obzirom da je danas vrijeme jedan od značajnijih resursa, bolje je to izbjeci.
- **Dugovječnost automobila** - Baš kao i ljudi, automobili također imaju kraći ili duži životni vijek, koji ni manje ni više ovisi baš o održavanju. Ako se vlasnik dobro brine o automobilu, tj. drži se preventivnog održavanja te redovnih kontrola i zamjena, automobil neće stvarati probleme. Može se reći da će ostati zdrav ako mu osiguramo njegu i održavanje.

- **Povećana potrošnja** - Ako se ne pridržava planiranog održavanja vozila, i npr. ne zamijeni motorno ulje i filtere zraka, to može utjecati na veću potrošnju goriva, zbog preopterećenja motora.

Iz svih ovih razloga dolazi se do zaključka da preventivno održavanje treba shvatiti ozbiljno baš kao i redovite posjete liječniku ili stomatologu. Životni vijek automobila ovisi o rutinskom održavanju, podešavanjima te zamjenama istrošenih komponenti i tekućina.

### **Preporuka za zamjenu nekih od komponenti i tekućina u automobilu po prijađenim kilometrima:**

Motorno ulje – 5.000-10.000 km.

Gume – 40.000 km

Svjećice – 45.000-50.000 km

Filter zraka – 40.000 km.

Kočiona tekućina – 40.000-50.000 km.

Kočione pločice/papučice – 50.000-60.000 km.

Ulje za mjenjač – 50.000-70.000 km.

Rashladna tekućina – nema interval po kilometrima već je nju potrebno redovito kontrolirati i nasuti po potrebi. [19]

## **2.2. Korektivno održavanje**

Korektivno održavanje pokriva zadatke održavanja koji se poduzimaju da se identificira, izolira i popravi kvar kako bi se vozilo vratilo u funkcionalno stanje te kako bi moglo obavljati svoju predviđenu funkciju. To uključuje rješavanje problema kao što su popravci, zamjena, i ponovno podešavanje, u gore navedenu svrhu, kao što je shematski prikazano na slici br.3



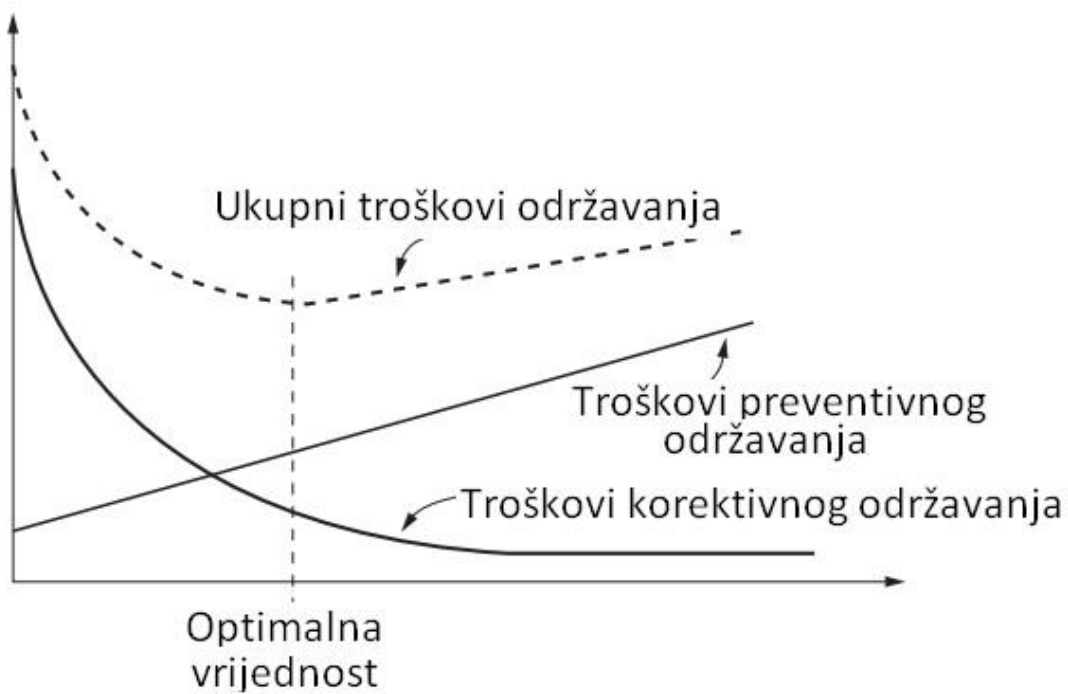
Slika 3: Tok korektivnog održavanja

Izvor: Samostalna izrada

Korektivno održavanje se može se definirati kao zadatak održavanja koji se izvodi kako bi se identificirala, izolirala i ispravila greška tako da se pokvarena oprema, stroj ili u ovom slučaju automobil mogu vratiti u funkcionalno stanje unutar tolerancija ili ograničenja utvrđenih za operacije tijekom rada. [12]

Korektivno održavanje pomaže u poboljšanju opreme i njezinih komponenti kako bi se preventivno održavanje moglo ispravno izvršiti.

Iako je ponekad neizbježno, korektivno održavanje na kraju ima veći financijski učinak kao što je prikazano na slici br. 4, jer često podrazumijeva duži prekid rada. Osim toga, značajan dio ovih kvarova može se izbjeći ako postoje planovi preventivnog održavanja.



Slika 4: Odnos troškova između preventivnog i korektivnog održavanja

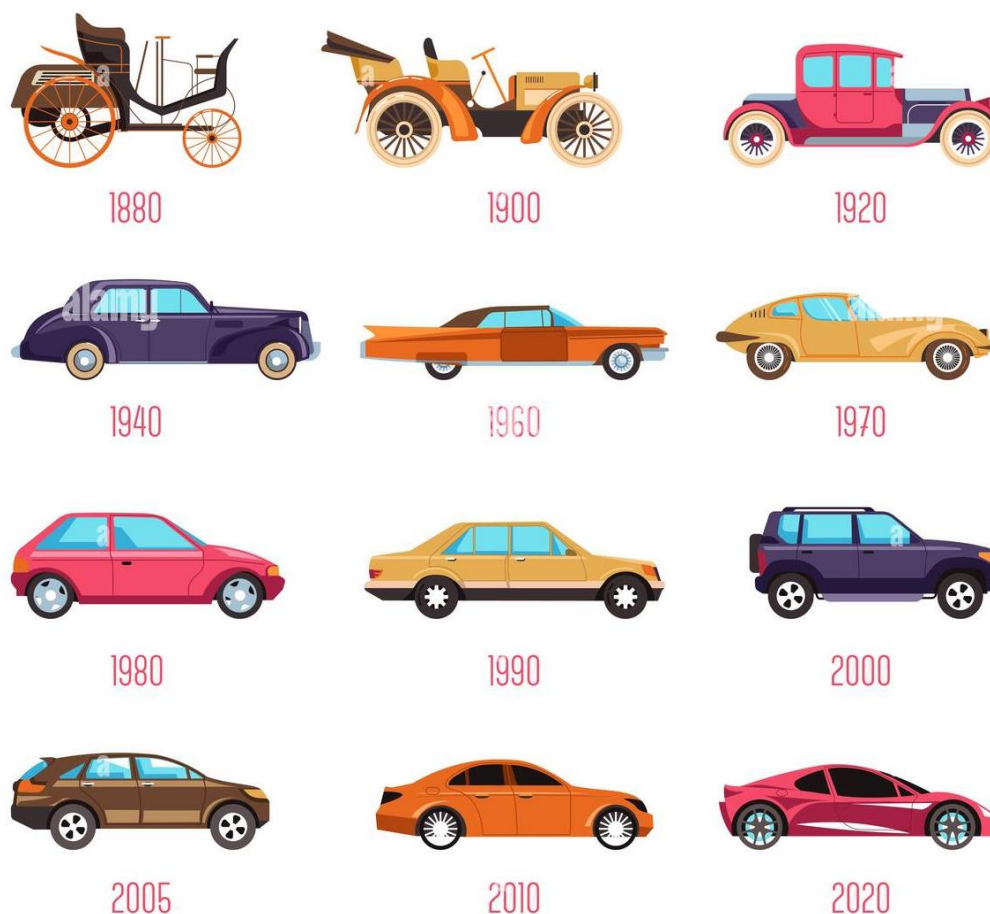
Izvor: <https://alatnica.home.blog/2019/06/05/troskovi-korektivnog-i-preventivnog-odrzavanja-tehnickih-sistema/>

### 3. POJAM AUTOMOBILA

#### 3.1. Povijesni razvoj automobilske industrije

Proučavanje automobilske industrije i njene evolucije je samo po sebi zanimljivo, masivno, konkurentno i nevjerojatno prilagodljivo, a tek je malo starije od stoljeća. Očekuje se da će u skorije vrijeme doživjeti velike promjene zbog utjecaja globalizacije, strožih propisa zbog brige za okoliš i globalnog zatopljenja, ali i zbog vrtoglavog porasta cijena fosilnih goriva i smanjenja rezervi nafte. [2]

Evolucija automobilske industrije koliko god mlada bila prešla je dug put od predstavljanja prvog automobila 1886. godine pa do danas. Promjene su bile velike, od namjene, oblika, veličine i boje, a njen razvoj i promjene kroz desetljeća učinjene radi prilagodbe kupcima i tržištu, prikazan je na slici br. 5.



Slika 5: Ilustrativni prikaz evolucije vozila po godinama

Izvor: <https://www.alamy.com/cars-evolution-retro-vehicles-and-modern-transport-isolated-models-image385415356.html>

Na razvoj automobilske industrije utjecale su razne inovacije u gorivima, samim komponentama vozila, društvenoj infrastrukturi i proizvodnim praksama, kao i razne promjene na tržištima, dobavljačima i poslovnim strukturama. [8]

Neki povjesničari navode kao primjere već od 1600-te godine, npr. kočija na jedra kao prva vozila koja pokreće nešto drugo osim životinja ili ljudi. Međutim osvrnuti ćemo se osvrnuti na drugu tezu u kojoj se vjeruje da je ključno polazište za automobil, a to je bio upravo razvoj motora. [9]

### **Prvi motor na gorivo 1876.**

Motor je razvijen kao rezultat otkrivanja novih medija koji nose energiju, kao što je para u 1700-ima, i novih goriva, kao što su plin i benzin u 1800-ima. Ubrzo nakon izuma 4 - taktnog benzinskog motora s unutarnjim izgaranjem 1876. godine, došlo je do razvoja prvih motornih vozila i osnivanja prvih automobilskih tvrtki u Europi i Americi. [9]

### **Prvi praktični automobil 1885.**

Prvi praktičan automobil s benzinskim motorom napravio je Karl Benz 1885. u Mannheimu u Njemačkoj. Benz je dobio patent za svoj automobil 29. siječnja 1886. i započeo je prvu proizvodnju automobila 1888., što je njegova supruga Bertha Benz i dokazala prvim putovanjem na velike udaljenosti (104 km od Mannheim do Pforzheima i natrag), a sve to kako bi dokazala da je izum njenog muža dostojan. [9]

### **Rođenje automobilske industrije (1890. – 1910.)**

Tijekom 1890-ih i ranih 1900-ih, razvoj drugih tehnologija, kao što su upravljač i akcelerator na podu, ubrzao je razvoj automobilske industrije čineći vozila lakšima za korištenje. Gotovo istodobno, u Americi se stvarala društvena infrastruktura koja bi pružila plodno tlo za širenje automobila. Izdavale su se vozačke dozvole, otvarali servisi i pokrenula prodaja automobila uz kreditne strukture. Poznati modeli vozila kao što je Fordov „model T“ koji je prikazan na slici br. 6, razvijeni su u to vrijeme, a do 1906. godine dizajn automobila počeo je napuštati izgled kočije i poprimati izgled koji je više nalik automobilu. [9]



Slika 6: Fordov „T-model“

Izvor: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/74/1910Ford-T.jpg/330px-1910Ford-T.jpg>

### **Postavljena rana automobilska infrastruktura (1910. – 1920.)**

Tijekom 1910-ih, razvoj tehnologija i društvene infrastrukture nastavljen je uz nove proizvodne prakse i poslovne strategije. Počeli su se pojavljivati semafori i masovno postavljati prometni znakovi. Poznata proizvodna traka Henryja Forda pokrenuta je 1913. godine, što je omogućilo masovnu proizvodnju vozila i time postigla ekonomiju većih razmjera. Ford je također predstavio koncept korištenja izmjenjivih i standardnih dijelova, kako bi dodatno omogućio proces masovne proizvodnje. Proizvođači automobila počeli su se spajati s drugim tvrtkama i širiti se na druga tržišta. [9]

### **Era masovne proizvodnje (1920. – 1930.)**

U 1920-ima nastavljen je razvoj infrastrukture, usvajanje novih proizvodnih praksi i spajanje raznih kompanija. Metode masovne proizvodnje su se standardizirale, što je dovelo do dostupnosti širokog spektra zadovoljavajućih automobila za javnost. [9]



### **Desetljeće novih tržišnih igrača (1930. – 1940.)**

U 1930-ima razvijeno je nekoliko novih marki vozila (npr. Ford Mercury, Lincoln Continental, Volkswagen) i uspostavljeni su trendovi u preferencijama potrošača vozila koji su razlikovali američko i europsko tržište. Na američkom tržištu potrošači su preferirali luksuzne i snažne automobile, dok su u Europi potrošači preferirali manje i jeftinije automobile. Također tijekom tog vremena strategija raznovrsnosti proizvoda nastavila je bujati i tako rapidnom brzinom puniti svjetska tržišta. [9]

### **Kraj Drugog svjetskog rata (1940. – 1950.)**

Mnoge europske i azijsko-pacifičke zemlje dovele su do razvoja novih proizvoda i poslovnih strategija. U 1940-ima, tijekom Drugog svjetskog rata tvornice automobila korištene su za izradu vojnih vozila i oružja, čime je obustavljena proizvodnja civilnih vozila. Nakon Drugog svjetskog rata, gospodarstva većine europskih i nekih azijsko-pacifičkih zemalja, poput Japana, bila su desetkovane, to je zahtijevalo razvoj novih proizvoda i poslovnih strategija poput onih Toyote, koja je počela razvijati proizvodnju poznatu kao „JIT“ (*eng. Just in Time*). Većina prvih proizvedenih modela bila je slična predratnim nacrtima budući da je tvornicama trebalo neko vrijeme da obnove svoje operacije kako bi napravile nove dizajne i modele. Korištenjem ove strategije uspjelo se poboljšati povrat ulaganja smanjenjem zaliha u procesu i snižavanjem troškova prijenosa. [9]

### **Era tehnoloških inovacija (1950. – 1960.)**

Pedesetih i šezdesetih godina prošlog stoljeća više tehnoloških inovacija donijelo je mnoge promjene u automobilskoj industriji. Neki od novih koncepata bili su novi izgled i dojam automobila, karoserije od staklo plastike, poboljšana goriva, bolja udobnost i osjećaj u vozilu, novi sigurnosni i ekološki propisi koji su počeli stupati na snagu, ograničenja brzine vozila, sigurnosni pojasevi na prednjim sjedalima i oprema za grijanje te ventilaciju. [9]

### **Era automobila s učinkovitom potrošnjom goriva (1970. – 1980.)**

Sedamdesete godine prošlog stoljeća bile su obilježene strožim propisima o zaštiti okoliša i naftnom krizom ranih 70-ih, što je dovelo do razvoja tehnologija vozila s niskim emisijama, prvenstveno primjenom katalizatora. Zanimanje potrošača za štedljivim vozilima povećavalo se zbog visokih cijena goriva. Vozila proizvedena u Aziji koja su bila vrlo učinkovita u potrošnji

goriva počela su povećavati svoj tržišni udio na razvijenim tržištima. Ovo desetljeće također je označilo početak „Lean proizvodnje“ japanskih proizvođača automobila. [9]

### **Početak globalizacije (1980. – 1990.)**

U ovom desetljeću pristupačna vozila s učinkovitom potrošnjom goriva nastavila su povećavati svoj tržišni udio. Upravo tu je Američka automobilska industrija počela gubiti tržišni udio zbog kvalitetnijih, pristupačnijih i štedljivijih automobila japanskih proizvođača automobila. Zbog toga je proizvodnja vozila postala globaliziranija, jer su proizvođači automobila počeli sastavljati vozila iz cijelog svijeta. Taj je trend ubrzan 1990-ih s izgradnjom inozemnih pogona i spajanjem multinacionalnih proizvođača automobila. Ova globalna ekspanzija dala je proizvođačima automobila veću sposobnost da se infiltriraju brzo na nova tržišta i uz niže troškove. [9]

### **Raznolikost i osnaživanje potrošača (1990. – 2000.)**

Utjecaj globalizacije nastavio se u 1990-ima. Kada su izgrađene ogromne tvornice za sklapanje u inozemstvu i došlo je do mnogih spajanja velikih multinacionalnih proizvođača automobila. To je rezultiralo većom raznolikošću proizvoda na tržištu dostupnih potrošačima na izbor i povećanom konkurencijom među proizvođačima automobila. Sve veća sofisticiranost i osnaživanje potrošača doveli su do novih i specijaliziranih tržišta s različitim bazama potrošača. To je dodatno potaknulo globalna savezništva i komercijalna strateška partnerstva sa stranim proizvođačima automobila. [9]

### **Era financijskih problema (2000. – danas)**

Ovo desetljeće bilo je burno za proizvođače automobila i lakih motornih vozila. Rast prihoda u industriji bio je vrlo nizak u usporedbi s prošlošću, a skokovite cijene goriva i sve veća zabrinutost za okoliš pomaknuli su preferencije potrošača od kamioneta koji su veliki potrošači goriva prema manjim, štedljivijim automobilima. Globalna ekonomska kriza koja je započela 2007. dovela je do financijskih problema za mnoge od najvećih svjetskih proizvođača automobila i zahvatila druge zemlje diljem svijeta, uzrokujući rast nezaposlenosti i pad bogatstva, samim time je i potražnja za automobilima drastično opala. Prodaja motornih vozila pala je 2008. i 2009., mada se do danas znatno oporavila. [9]

### 3.2. Pojam i struktura automobila

Automobil se definira kao motorno vozilo na kotačima koje se koristi za prijevoz. Većina definicija automobila kaže da se prvenstveno kreću po cestama, primaju od jedne do osam osoba, imaju četiri kotača i uglavnom prevoze ljude, a ne robu. Automobili su ušli u globalnu upotrebu tijekom 20. stoljeća, a razvijena gospodarstva ovise o njima.

Suvremeni automobil složen je tehnički sustav koji koristi podsustave sa specifičnim dizajnerskim funkcijama. Neki od njih se sastoje od tisuća sastavnih dijelova koji su evoluirali iz otkrića u postojećoj tehnologiji ili iz novih tehnologija kao što su elektronička računala, plastika visoke čvrstoće i nove legure čelika te obojenih metala. Neki podsustavi su nastali kao rezultat čimbenika kao što su onečišćenje zraka, zakonodavstvo o sigurnosti i konkurencija između proizvođača diljem svijeta.

Kako bi iskoristili svoj vlastiti tehnološki napredak, proizvođači sve češće uvode nove dizajne. Inženjeri za istraživanje i razvoj kao i znanstvenici zaposleni su od strane svih proizvođača i dobavljača automobila kako bi poboljšali karoseriju, šasiju, motor, pogon, upravljačke sustave, sigurnosne sustave i sustave za kontrolu emisije.

Ova izvanredna tehnička dostignuća nisu ostvarena bez ekonomskih posljedica. Prema studiji „Ward's Communications Incorporated“ (2000.), prosječni trošak za novi američki automobil povećao se za 4700 dolara (po tadašnjem tečaju iz 2000.) između 1980. i 2001. zbog obaveznih zahtjeva za sigurnost i kontrolu emisija (kao što je dodatak zračnih jastuka i katalizatora). Novi zahtjevi nastavili su se provoditi u sljedećim godinama. Dodatak računalne tehnologije bio je još jedan čimbenik koji je povisio cijene automobila, koje su porasle za 29% između 2009. i 2019. To je uz potrošačke troškove povezane s inženjerskim poboljšanjima u pogledu uštede goriva, što se može nadoknaditi smanjenom kupnjom goriva.

Dizajn vozila u velikoj mjeri ovisi o njegovoj namjeni. Automobili za terensku upotrebu moraju biti izdržljivi, jednostavni sustavi s visokom otpornošću na teška preopterećenja i ekstremne uvjete rada. Suprotno tome, proizvodi koji su namijenjeni cestovnim sustavima velike brzine i ograničenog pristupa zahtijevaju više mogućnosti udobnosti putnika, poboljšane performanse motora i optimizirano upravljanje pri velikim brzinama te stabilnost vozila. Stabilnost prvenstveno ovisi o raspodjeli težine između prednjih i stražnjih kotača, visini težišta i njegovom položaju u odnosu na aerodinamičko središte tlaka vozila, karakteristikama

ovjesa i izboru koji se kotači koriste za pogon. Raspodjela težine prvenstveno ovisi o mjestu i veličini motora. Uobičajena praksa motora postavljenih sprijeda iskorištava stabilnost koja se lakše postiže ovim rasporedom. [17]

Šasija je francuski izraz i u početku se koristio za označavanje okvira ili glavne strukture vozila. Šasija sadrži sve glavne jedinice potrebne za pokretanje vozila, vođenje njegovog kretanja, zaustavljanje i omogućavanje nesmetane vožnje po neravnim površinama. To je glavni nosač za sve komponente uključujući tijelo. Također je poznat kao jedinica za nošenje. [17]

U slučaju integralne ili konstrukcije bez okvira, karoserija je sastavni dio šasije. Ali, u slučaju konvencionalne šasije, karoserija ili nadgradnja se izrađuju nakon što se šasija zaprimi od proizvođača. Oblik karoserije ovisi o krajnjoj namjeni samog vozila. Karoserija automobila izrađena je od metalnog lima ili od različitih kompozitnih materijala na bazi polimera i kombinacijama sa različitim ojačalima, npr. karbonska ili staklena vlakna. Kada se govori o udobnosti tu su osigurana sjedala sa jastucima za sigurno i ugodno putovanje, dok je karoserija je sa svih strana opremljena pričvršćenim staklenim pločama koje služe za zaštitu putnika u svim vremenskim uvjetima i od raznih vremenskih nepogoda. [17]

Motor je složena jedinica u kojoj su različite komponente sastavljene zajedno, a gorivo sagorijeva pretvarajući kemijsku energiju u toplinsku, a potom iz toplinske energije u mehanički rad koji nam omogućuje pokretanje vozila. [17]

Na temelju procesa zapaljenja gorive smjese automobilski motori se dijele na motore sa svjećicom (benzin ili plin) i motore s kompresijskim paljenjem (dizel). U motoru sa unutarnjim izgaranjem, nakon zapaljenja i ekspanzije povratno gibanje klipa pretvara se u rotacijsko gibanje radilice, a proizvedena snaga se zatim prenosi na kretanje vozila.

U slučaju rotacijskog motora ili Wankel motora, rotor se okreće i dovršava proces izgaranja te proizvodi snagu koja pomaže kretanju vozila. [17]

## 4. DIJAGNOSTIČKI SUSTAVI

Velika većina modernih vozila digitaliziranija je nego ikad prije, upravo je to ono što omogućuje temeljitu provjeru automobila pomoću dijagnostičkih testova kako bi vozilo bilo u optimalnom radnom stanju. Dijagnostički testovi mogu skenirati komponente i integrirane sustave automobila na greške ili kvarove prije nego što postanu uistinu opasni. [1]

Dijagnostički test automobila je digitalna analiza različitih računalnih sustava i komponenti automobila. Moderna vozila mnogo su digitaliziranija nego prije. Specijalizirani softver radi kad god je motor automobila uključen kako bi pratio različite značajke i stvarao izvješća o podacima koji se zatim prikupljaju i analiziraju tijekom dijagnostičkog testa automobila. [1]

Dijagnostički testovi automobila skeniraju komponente i senzore automobila kako bi provjerili ima li problema s komponentama poput motora, mjenjača, spremnika za ulje, gasa i mnogih drugih. [1]

Budući da dijagnostički testovi automobila zahtijevaju posebne uređaje i stručnost za ispravno čitanje, većina testova se obavlja kod mehaničara ili u ovlaštenim servisima. Međutim, auto dijagnostika se može obaviti i kod kuće, a ako posjedujemo odgovarajuću opremu i malo volje za učenjem. [1]

Dijagnostički testovi automobila obično se provode tek onda kada se na instrumentalnoj ploči vozila pojavi signal "provjeri motor" ili drugo svjetlo upozorenja. Mogu se izvoditi preventivno kao dio redovitih termina održavanja.

Prema [1] dijagnostički testovi analiziraju različite aspekte automobila, a konkretno, provjeravaju:

- Probleme s motorom automobila ili pojedinim komponentama
- Probleme s prijenosom i odzivom automobila
- Probleme s odzivom kočnica
- Probleme s kvarovima ispušnog sustavu
- Probleme s kvarovima usisnog sustava
- Znakovi istrošenosti ili loma glavnih komponentama, kao što su mlaznica goriva, zavojnice za paljenje i gas

Iako ovi rezultati mogu pomoći vozačima da procijene stanje vozila, treba imati na umu da dijagnostički testovi automobila nisu savršeno točni. U mnogim slučajevima ne mogu točno reći tehničaru ili ispitivaču u čemu je problem. Umjesto toga, koriste se za sužavanje lokacije problema ili potencijalne pogreške kako bi mehaničari mogli brže, efikasnije i uz manji trošak identificirati koji dio nije u redu.

U većini slučajeva vozači čekaju dok ne odvezu svoja vozila mehaničaru kako bi obavili dijagnostiku. Mnogi vozači čekati će dok ne dođe do kvara ili dok ne zatreperi lampica "check engine" prije nego što konačno odluče automobil odvesti mehaničaru.

Redoviti dijagnostički testovi automobila izvode se s osnovnim skenerom i dijagnostičkim softverom kao najpristupačnijim načinom, ali i drugim dijagnostičkim alatima namijenjenima profesionalnoj upotrebi u ovlaštenim servisima, koja je ipak malo skuplja. Provođenje dijagnostike u pravilu traje samo nekoliko minuta. Ali provođenje testa samo je početak procesa održavanja. Nakon primanja informacija iz ispitivanja, popravci ili preventivne mjere moraju se razmotriti i/ili dovršiti. [18]

Prema [18], dijagnostički testni postupak automobila često se provodi na sljedeći način:

- Test počinje dok skener ispituje svjetlosni kod "check engine". Računalo automobila proizvodi kod uz lampicu provjere motora koja može ukazivati na izvor potencijalnog problema.
- Mehaničari koji provode test obično će uključiti dijagnostički skener u automobil kako bi pročitali ove kodove problema i preveli ih u informacije koje se mogu primijeniti.
- Zatim, mehaničari provode istražne radove kako bi vidjeli gdje i u čemu bi mogao biti problem. Oni mogu koristiti gore navedene kodove pogrešaka kako bi suzili svoje područje pretraživanja. Na primjer, kod lampice za provjeru motora može ukazivati da postoji problem s ispuhom, pa će ispuh biti prvo područje koje će mehaničar provjeriti.
- Nakon identificiranja bilo kakvih problema, mehaničar može odlučiti izvršiti popravke, kao što je zamjena oštećenih dijelova ili čišćenje prljavih područja.
- Test se može ponoviti nakon završetka popravka kako bi se osiguralo da je ispravljena početna pogreška.

Troškovi dijagnostike automobila uvelike se razlikuju ovisno o marki i modelu vozila, te eventualnim problemima koje automobil može imati. Osnovni testovi koji ne otkrivaju nikakve

značajne probleme mogu biti pristupačnije cijene. Međutim, neke dublje analize i s njima povezani popravci mogli bi koštati i do nekoliko tisuća kuna, ovisno o ozbiljnosti i složenosti problema.

Dijagnostički testovi automobila vrijedni su iz raznih razloga i pomažu otkriti pogreške prije nego što postanu krucijalne i potencijalno katastrofalne, što dugoročno štedi novac i povećava sigurnost.

Dijagnostički testovi automobila također mogu provjeriti ugrađeni računalni sustav automobila za bilo kakve obavijesti proizvođača ili pohranjene informacije. A ti podaci mogu pomoći tehničarima da pruže najbolje moguće popravke za vozilo.

U konačnici, dijagnostički testovi automobila su korisni alati koji bi trebali biti redovita praksa svakog pregleda održavanja automobila. Ukratko dijagnostički test automobila pomaže tome da se osigura da automobil ne trpi dugotrajna ili katastrofalna oštećenja zbog neispravnih dijelova ili računalnih pogrešaka.

## 5. SUVREMENA DIJAGNOSTIČKA TEHNOLOGIJA

Dijagnostički sustavi u automobilskoj industriji postojali su u drugačijem stanju tehničke složenosti otkako su izumljena prva vozila. Tijekom posljednjih desetljeća dogodile su se temeljne promjene. Vizualni pregled kao najosnovniji pristup unaprijeđen je uvođenjem električnih mjernih sustava, čime je proširen opseg dijagnostičkog postupka. [3]

Implementacija elektroničkih sustava uključujući komunikacijska sučelja izazvala je još drastičniju promjenu. Osim najsuvremenijih zahtjeva najnovijih upravljačkih jedinica, realizirano je trajno skladištenje kvarova i standardna dijagnostička sučelja.

Općenito, potrebno je razlikovati dvije različite dijagnostičke metode, on-board (OBD) i off-board dijagnostiku. Upravljačke jedinice stalno provjeravaju vlastito stanje i stanje okoline kontrolera u načinu samo dijagnostike. To se provodi ili kada se prekorači odgovarajući granični uvjet, dakle kada se pojavi problem ili povremeno u programskoj petlji. OBD je reprezentativan primjer samo dijagnoze, koja potječe iz SAD-a. Stoga OBD kontinuirano analizira podatke o emisiji automobila. Sve izmjerene informacije potrebno je provjeriti za određenu vrijednost praga. [12]

### 5.1. OBD

OBD (*eng. On-Board Diagnostics*) je skraćena koja predstavlja računalni sustav unutar vozila koji prati i regulira razne performanse automobila. [5]

Upravo taj ugrađeni računalni sustav prikuplja informacije iz mreže senzora unutar vozila, koje sustav zatim može koristiti za regulaciju raznih sustava u automobilu ili upozoriti korisnika na potencijalne probleme.

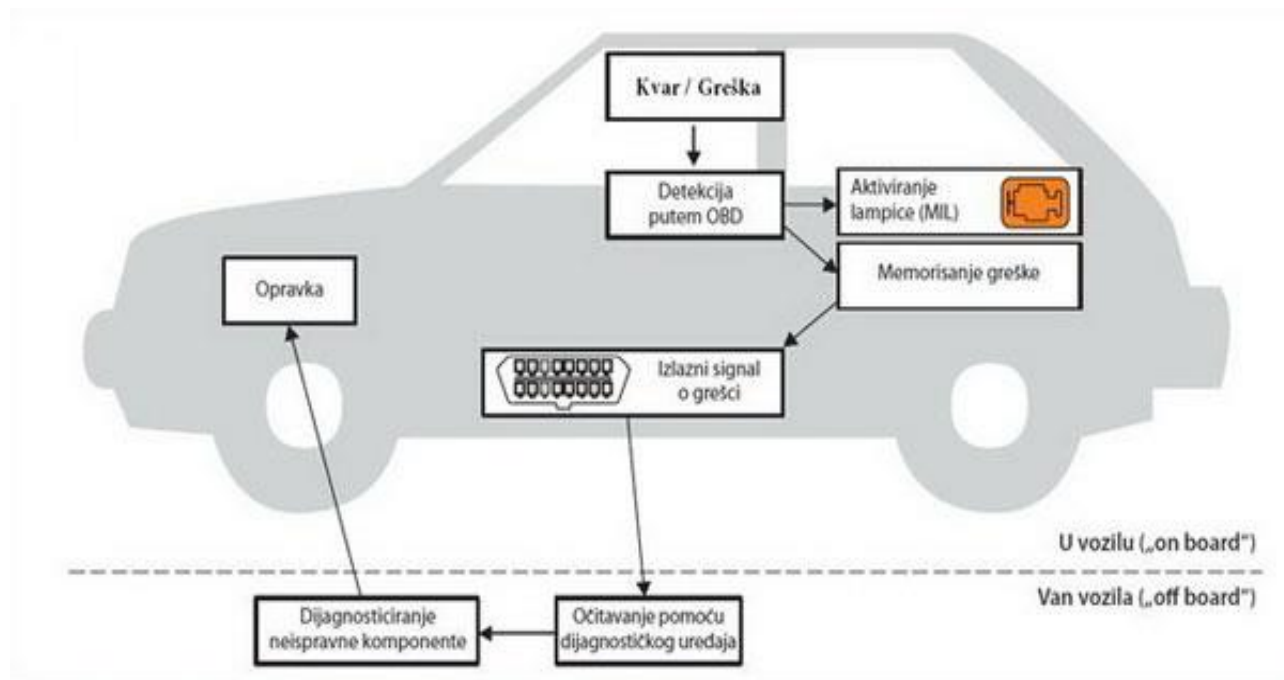
OBD sustav pruža mogućnost da se mehaničar ili osoba sa malo više znanja može jednostavno priključiti kako bi prikupila podatke o vozilu i dijagnosticirala problem i upravo ti sustavi bili su od velike pomoći da korisnici bolje razumiju dijagnostiku vozila. [5]

Prema [5], povijest OBD-a počinje ne tako davnih 1980-ih godina, te su upravo tijekom tog vremena razvijeni sustavi za nadzor vozila kao odgovor na nekoliko čimbenika, koji uključuju:



- **Kontrolu emisija:** Jedan od najvećih razloga za razvoj OBD-a bio je upravo taj da se pripomogne smanjenju štetnih emisija vozila. Tu OBD sustavi pomažu na način da prate performanse glavnih komponenti motora za bilo kakve kvarove u sustavu a čija bi posljedica bila potencijalno povećanje emisija.
- **Elektroničko ubrizgavanje goriva:** obzirom da su 1980-ih, proizvođači automobila započeli masovnu proizvodnju vozila s elektroničkim ubrizgavanjem goriva, koji za razliku od mehaničkih sustava ubrizgavanja goriva koriste elektroničko ubrizgavanje upravljano putem računalne kontrole, pri čemu računalni sustav prati i određuje protok goriva u motor.
- **Elektroničke komponente:** Kako je elektroničko ubrizgavanje goriva steklo popularnost, primjena sve više elektronike postala je uobičajena u automobilima, time povećavajući potrebu za sofisticiranijim sustavima nadzora kako bi se točnije identificirali problemi.

Od svog početnog razvoja, sustavi za samo dijagnostiku vozila prošli su nekoliko iteracija. Prema [5], OBD danas služi kao standardizirani sustav koji diktira korištenje konektora i razne kodove problema, što tehničarima olakšava brzo i točno servisiranje širokog spektra vozila.



Slika 7: Tijek OBD dijagnostike

Izvor: <http://opendesigngroup.blogspot.com/2015/09/autodijagnostika-elm-327-v15-obd2-i.html>

Osnovni OBD sustav sastoji se od središnjeg sustava, mreže senzora, priključne točke i indikatora, stvarajući cjeloviti nadzorni sustav sa standardiziranim pristupom i jednostavnom čitljivošću. Sam tijek OBD dijagnostike pojednostavljeno je prikazan na slici br. 7.

Prema [6] OBD sustav sastoji se od sljedećih komponenti:

**ECU** (eng. *Electronic Control Unit*) predstavlja središnji dio OBD sustava ECU je elektronička upravljačka jedinica zadužena za prikupljanje raznih podataka senzora u vozilu, te iste te podatke zatim koristi za kontrolu raznih dijelova vozila.

**Senzori:** U vozilima postoje senzori koji se protežu po cijelom vozilu od motora do šasije i samog elektroničkog sustava. Svaki senzor sustava šalje kodove u ECU, kojima se određuje izvor i parametri signala koje ECU potom "čita".

**DTC** (eng. *Diagnostic Trouble Code*) - ako senzor šalje informaciju sa parametrima ECU-u a ti parametri su izvan normalnog raspona, ECU sprema informaciju kao kod koji se naziva dijagnostički kod kvara ili DTC. DTC kod u biti je popis slova i brojeva koji označavaju izvor i

prirodu problema. Kada je DTC spremljen, ECU šalje signal indikatorskom svjetlu da prikaže da je problem pronađen.

**MIL** (eng. *Malfuction Indicator Lights*): Kada ECU prikupi DTC kod, šalje signal na nadzornu ploču vozila da uključi odgovarajuća indikatorska svjetla. Ova svjetla, formalno poznata kao Svjetla pokazivača kvara ili "MIL-s", pružaju sustav ranog upozorenja na kvarove vozila. Općenito govoreći, ako se svjetlo upali i ostane upaljeno, problem je manji, ali ako ista lampica treperi to ukazuje da je problem hitan.

**DLC** (eng. *Diagnostic Link Connector*): Svim podacima i DTC kodovima koje prikuplja ECU može se pristupiti putem dijagnostičke veze ili DLC-a.

DLC je zapravo pristupna točka za vozila s OBD sustavima i često se nalazi ispod nadzorne ploče na vozačevoj strani vozila ili ispod ručne kočnice, te na drugim mjestima ovisno o marki vozila. Trenutna vozila izrađena su sa standardnim OBD-II sustavom tako da se svaki alat za skeniranje s kabelom tipa 2 može spojiti na konektor tipa 2.

## 5.2. OBD-I

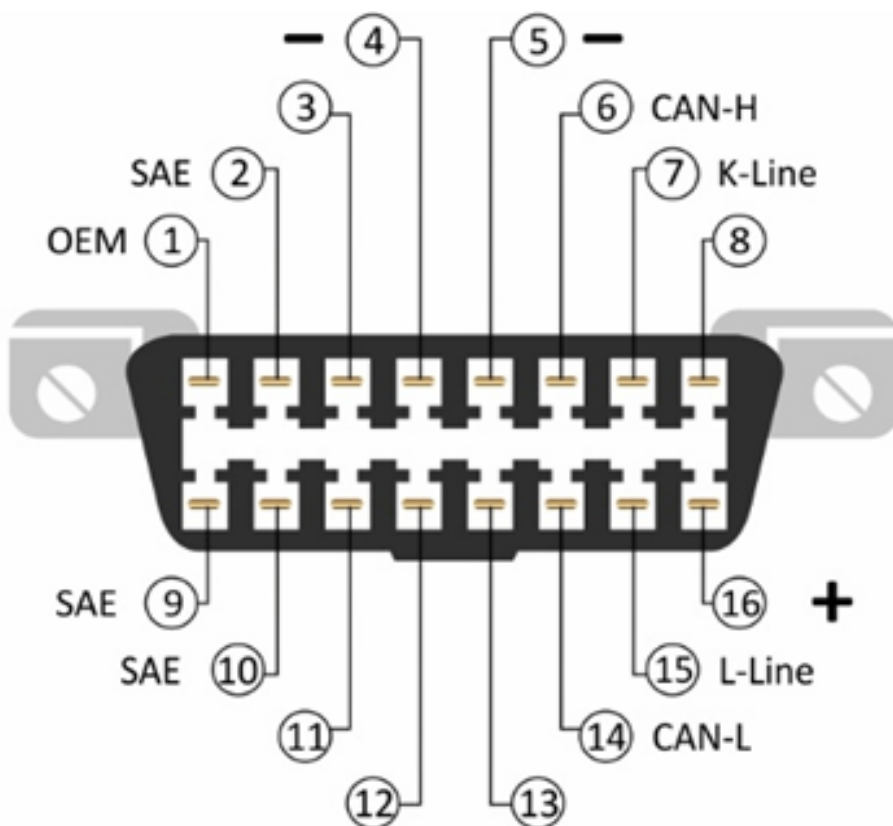
Prvi OBD sustavi bili su vlasničke prirode, pa su se razlikovali među proizvođačima. Prije 1990.g., kodovi, sustavi i informacije koje je prikupio svaki OBD sustav uvelike su varirale su zavisno od različitih proizvođača. Iako su se ti sustavi pokazali korisnima, postojao je problem jer su tehničari morali kupiti novi alat i kabel za svaku marku vozila ili su morali investirati u skener koji je imao niz adapterskih kabela za više marki vozila. Zbog toga su korisnici često bili prisiljeni ići u ovlaštenu servis njihove marke vozila. [7]

Pritisak na standardizaciju OBD sustava započeo je 1991. godine kada je Kalifornijski odbor za zračne resurse odobrio mogućnost OBD-a u svim automobilima. Odbor međutim nije izdao nikakve standarde za OBD sustave, što je uzrokovalo poteškoće za proizvođače i korisnike. Godine 1994., je napokon implementiran standard OBD-II kao odgovor na rješenje problema, i time su zapravo svi prethodni oblici OBD-ova retroaktivno klasificirani kao OBD-I sustavi. [7]

### 5.3. OBD-II

Prema [15], godine 1994. Kalifornijski odbor za zračne resurse je izdao OBD-II kao skup standarda za OBD sustave za sva vozila koja se prodaju u Kaliforniji. Taj nalog je službeno implementiran 1996. godine i od tada je u upotrebi. Društvo automobilskih inženjera i Međunarodna organizacija za standardizaciju, također su izdali standarde koji uključuju i razmjenu digitalnih informacija između ECU-a i dijagnostičkog alata za skeniranje, koji se spaja na 16-pinski OBD-II konektor ugrađen u automobil koji je prikazan na slici br. 8, pri čemu određeni pinovi sveukupno svrstani u osam (8) polja imaju svoje ime i funkciju kao što je pobliže prikazano i objašnjeno u tablici br. 1.

Prema [15], godine 2001. kada je usvojen Zakon o čistom zraku dodatno se proširila upotreba OBD-II a sve kako bi se na pregledima vozila osiguralo da zadovoljavaju standarde emisija, a OBD-II sustav je ključan dio za vršenje te inspekcije.



Slika 8: 16-pinski OBD-II konektor u automobilu

Izvor: <https://i1.wp.com/voditeliauto.ru/wp-content/uploads/2017/09/raspinovka-obd2.jpg>

Tablica 1: Opis svakog pojedinog pina na OBD-II konektoru

<b>Broj pina</b>	<b>Ime utora pina</b>	<b>Opis</b>
1,3,8,9,11,12,13	Prazan	Oni su nestandardni i specifični za dobavljača. Oni nisu potrebni za normalnu komunikaciju ili sučelje.
2	SAE J1850 Bus+	Pozitivni pin sabirnice protokola. Slijedi protokol Variable Pulse Width
10	SAE J1850 Bus-	Negativni pin sabirnice protokola. Slijedi protokol Variable Pulse Width
4,5	Masa i uzemljenje	"Masa" dijagnostičkog bloka spojenog na karoseriju vozila.  "Uzemljenje" signala dijagnostičkog adaptera.
6	ISO15765-4 CAN Visoko	CAN High Pin. Slijedi 2-žilni CAN protokol brzinom od 1 Mbps.
14	ISO15765-4 CAN Low	CAN Low Pin. Slijedi 2-žilni CAN protokol brzinom od 1 Mbps.
7	ISO 9141 – Linija K	Pin K - Koristi se za slanje različitih parametara u upravljačku jedinicu
8	ISO 9141 – L linija	Pin L - priključka za spajanje u skladu s ISO 9141

Izvor: Vlastita izrada prema Matijević, Poljak i Petrović (2010.)

### 5.3.1. OBD-II standardi

OBD-II standarde karakterizira zahtjev konektora. Moderni OBD sustavi koriste standardizirane DLC-ove koji se nazivaju konektori tipa 2. To tehničarima omogućuje korištenje istog kabela za sve tipove vozila, a sve u svrhu pristupa digitalnoj komunikaciji pohranjenoj u OBD sustavu preko priključka. Sam priključak nije standardan tj. nalazi se na različitim mjestima ovisno o proizvođaču, ali se obično nalazi ispod instrumentalne ploče na vozačevoj strani vozila ili ispod ručne kočnice, uglavnom u pravilu ne na udaljenosti većoj od 90 cm od vozača. Upravo time što je postavljen taj set standarda koji je na snazi i danas, tehničari mogu servisirati puno veći broj vozila brzo i jednostavno bez potrebe za raznim alatima i kablovima specifičnima za proizvođača. [10] U tablici br. 2 pojednostavljeno možemo vidjeti usporedbu, prednosti i tijek razvoja između OBD-I i OBD-II.

Tablica 2: Pojednostavljena usporedba između OBD-I i OBD-II

Pojedinosti o proizvodu	OBD-I	OBD-II
Godina	1991-1996	1996-danas
Sučelje	Specifično za proizvođača	Univerzalni
Veza	Ožičeno	Bluetooth/Wifi
Pouzdanost	Niska	visoko
Kvaliteta	Niska	visoko
Popularnost	Niska	visoko
Standard	Kalifornija	savezni

### 5.3.2. OBD II – dijagnostički kodovi kvarova (DTC)

Dijagnostički kod kvara (DTC) je kod koji upravljačka jedinica motora (ECU) pohranjuje nakon dijagnostičkog testiranja. Dijagnostički kodovi kvarova podijeljeni su u četiri kategorije označene slovima (B, C, P i U), a svako pojedino slovo označava sustav povezan s kodom kvara. Postoji mnogo različitih vrsta DTC-ova i oni se redovito ažuriraju kako se otkrivaju novi problemi. [10]

Osim toga, kodovi obično imaju dvije kategorije: generički i specifični za proizvođača. Više od jednog proizvođača može koristiti generičke kodove, dok su kodovi specifični za proizvođača specifični za određenu marku i model vozila. Važno je napomenuti da neće svi problemi generirati kod, niti svi kodovi ukazivati na ozbiljan problem. [10]

Većina vozila pohranjuje kodove kvarova u upravljački modul motora ECM (*eng. Engine Control Module*) ili upravljački modul pogonskog sklopa PCM (*eng. Powertrain Control Module*).

Kada upravljački modul pogonskog sklopa (PCM) prepozna i identificira problem, dijagnostički kod kvara (DTC) za tu grešku pohranjuje se u njegovu memoriju. Ovi kodovi namijenjeni su da pomognu u određivanju temeljnog uzroka kvara. Dijagnostički kodovi koji su zakonom obavezni za sve OBD-II sustave su standardizirani i svi proizvođači vozila koriste isti zajednički popis kodova. To znači da npr. šifra zatajenja paljenja P0300 predstavlja isti kvar na Toyoti, Fordu ili Volvu. [10]

Svaki kod kvara sastoji se od jednog slova i četiri znamenke pri čemu svako slovo i broj imaju svoje značenje, a skupa generiraju jedinstveni kod koji nam ukazuje s kojim je sustavom i dijelom tog sustava problem, detaljnije pojašnjenje dano je kroz primjer koda na slici br. 9.

Postoji nekoliko načina za čitanje kodova, kao što je dijagnostika ključem pa se broje bljeskovi i pauze indikatorske lampice na kontrolnoj ploči, spajanje LED lampe i promatranje broja bljeskova, ali najčešći je putem OBD-II skenera. [10]

OBD-II skeneri uključuju se u dijagnostički konektor vozila i omogućuju čitanje i brisanje kodova. Neki skeneri također dolaze sa softverom koji tumači kodove i opisuje problem. [10]



Slika 9: Značenje kodova kvarova

Izvor: <https://axlewise.com/wp-content/uploads/2022/03/OBD-codes-meaning.png>

#### 5.3.2.1. OBD-II format koda kvara

Prema [20], OBD-II kodovi kvarova kategorizirani su u četiri različita sustava:

- **Kategorija karoserije** (B-kodovi) uključuje funkcije koje se općenito nalaze u putničkom prostoru. Ove funkcije vozaču pružaju pomoć, udobnost, udobnost i sigurnost.
- **Kategorija šasije** (C-kod) uključuje funkcije koje su općenito izvan putničkog prostora, te funkcije obično uključuju mehaničke sustave poput kočnica, upravljanja i ovjesa.
- **Kategorija pogonskog sklopa** (P-kodovi) uključuje funkcije koje pokrivaju motor, prijenos i povezane dodatke pogonskog sklopa.
- **Kategorija mreže** (U-kodovi) uključuje funkcije koje dijele računalo i sustav u vozilu.



### 5.3.3. Generički kodovi i kodovi specifični za proizvođača

Nakon prvog slova slijedi broj, obično 0 ili 1, ali zna biti i 2 ili 3 koji ukazuje na to radi li se o prilagođenom kodu ili onom specifičnom za proizvođača. [20]

“0 i 2”- kao prva znamenka označava da su opći ili globalni kodovi. To znači da ih prihvaćaju svi automobili koji slijede OBD-II standard. Ovi su kodovi dovoljno uobičajeni kod većine proizvođača da se mogu dati generički kodovi i poruke o pogreškama. [20]

“1 i 3”- kao prva znamenka predstavlja da su to kodovi specifični za proizvođača ili su poboljšani kodovi. To znači da su ti kodovi jedinstveni za određenu marku ili model automobila i taj kod općenito neće koristiti većina proizvođača. [20]

Prema standardu ISO 15031-6:2015, treći broj ukazuje na to koji točno podsustav vozila ima grešku:

- 1 – Mjerenje goriva i zraka
- 2 – Krug injektora za doziranje goriva i zraka
- 3 – Sustav paljenja / zatajenje paljenja
- 4 – Pomoćne kontrole emisija
- 5 – Sustav za kontrolu brzine i praznog hoda
- 6 – Upravljačka jedinica i izlazni signali
- 7 – Mjenjač /transmisija
- 8 – Mjenjač /transmisija

Na slici br. 9 koja je dana kao primjer, a na kojoj je prikazan kod oznake P0305 znači da je računalo vozila otkrilo da jedan od cilindara motora ne radi ispravno. U ovom slučaju to je peti cilindar, po činjenici da ima pet cilindara vidimo da se radi o jačem automobilu sa više konjskih snaga (KS) kao što je npr. Audi Quattro, Volvo S60 ili Mercedes 270 CDI itd.

#### 5.3.4. OBD II – „zamrznuti okvir”

Izraz "zamrznuti okvir" proizlazi iz činjenice da kada se pojavi greška koja ima potencijal da upali žaruljicu za grešku motora „check engine“ na našoj kontrolnoj tabli, OBD-II sustav bilježi radne uvjete motora koji su postignuti u trenutku kada se greška pojavila. Podaci o zamrznutom okviru predstavljaju jedan okvir informacija koji se može smatrati „snimkom“ onoga što se događalo u trenutku kada se greška dogodila. [1]

Praktično gledano, podaci koji su zabilježeni u trenutku kada se greška dogodila ostat će u memoriji grešaka OBD-II sustava sve dok se kod ne popravi i izbriše ili ako se baterija isključi. Međutim, ako se greška s višim prioritetom dogodi prije nego što se izvorni kod riješi, kao što je greška koja može oštetiti, recimo, katalizator ili motor, izvorni podaci zamrznutog okvira mogu biti prebrisani tj. automatski zamijenjeni s podacima zamrznutih okvira ozbiljnijih kodova. Podaci zamrznutog okvira sadrže važne podatke kao što su parametri motora, opterećenje motora, broj okretaja motora, protok zraka, brzina vozila, pritisak goriva, temperatura rashladne tekućine motora i druge podatke. [1]

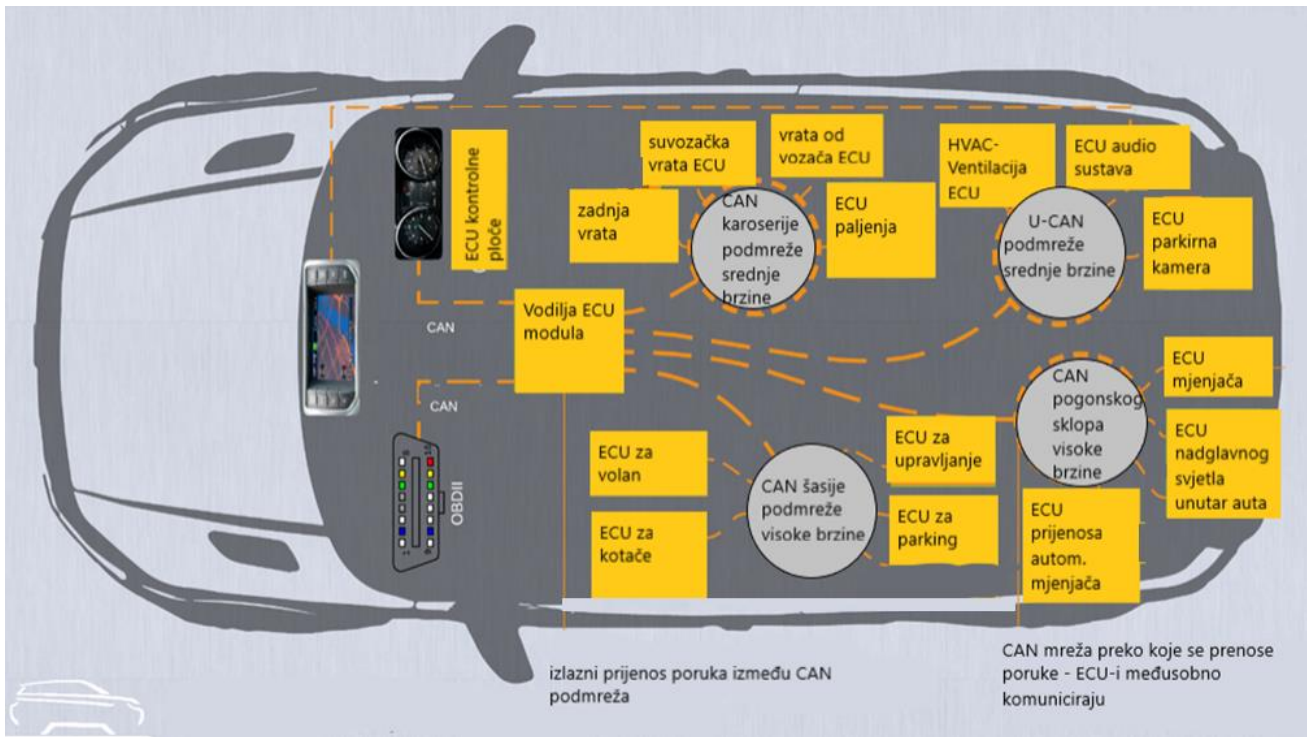
#### 5.4. Controller Area Network (CAN)

CAN (*eng. Controller Area Network*) je komunikacijski protokol koji je razvila tvrtka BOSCH koji je 1993. globalno standardiziran prema ISO-11898. Jedna od karakteristika CAN sustava je velika fleksibilnost u održavanju. Može se jednostavno instalirati na radnu stanicu bez ikakvih podešavanja na hardveru ili softveru. Osim toga, ima podesivi prioritet prijenosa podataka. Nema kašnjenja za poruku višeg prioriteta, a poruka nižeg prioriteta se automatski ponovno odašilje nakon završetka dominantne poruke. [11]

Moderni automobili sastoje se od niza različitih računalnih komponenti koje se nazivaju elektroničke upravljačke jedinice (ECU) [16], primjer istih i njihovu međusobnu komunikaciju možemo vidjeti na slici br.10. Tipičan automobil sadrži od 20 do 100 ECU-a, pri čemu je svaki ECU odgovoran za jednu ili više posebnih značajki vozila.

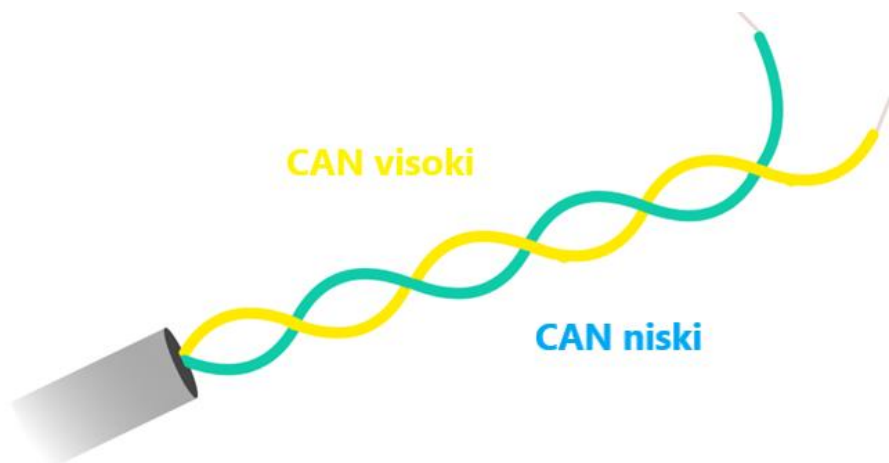
Na primjer, DCU-a (*eng. Door Control Unit*), je ECU koji kontrolira i nadzire različite dodatke u vratima automobila. Driver DCU nudi značajke poput automatskog pomicanja prozora,

zatvaranja i otvaranja vrata, sklapanja zrcala, sigurnosne brave za djecu i podešavanja zrcala. [11]



Slika 10: Sabirnica mreže kontrolera CAN u inteligentnom vozilu, gdje se informacije iz upravljačkih elektroničkih jedinica prikupljaju na CAN sabirnici preko CAN čvorova

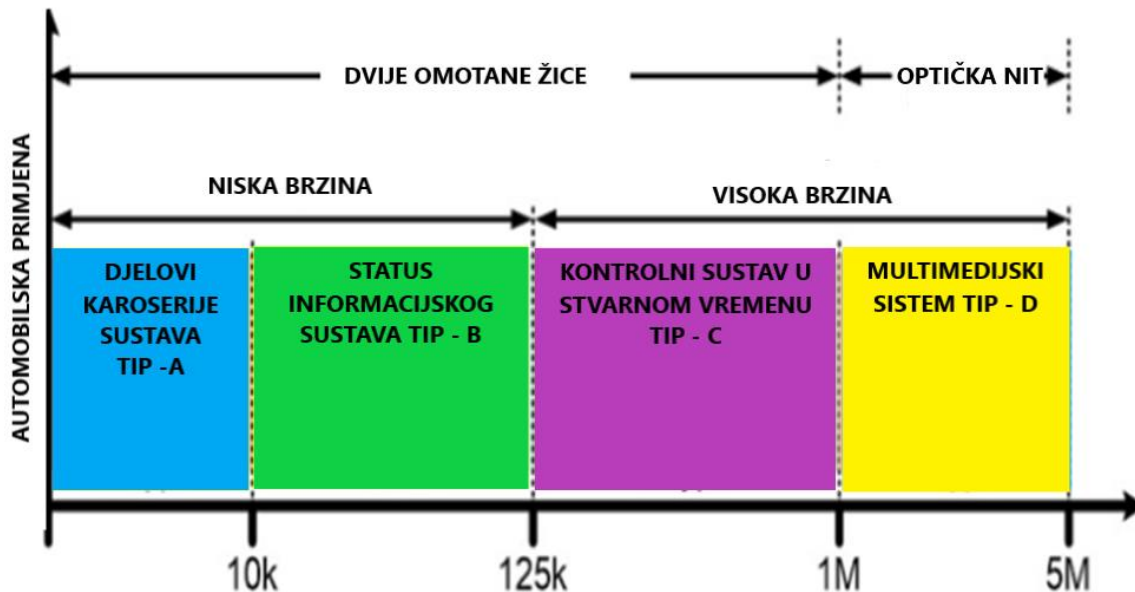
Izvor: <https://www.earth2.digital/assets/img/blog/canbus/02-controller-area-network-ecu-evoque-adam-ali.png>



Slika 11: izgled CAN Low-a i CAN High-a

izvor: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0579/8032/1980/files/twisted-can-bus-wiring-harness-high-low-green>

CAN sabirnica je skup od dvije (2) isprepletene električne žice (CAN\_Low & CAN\_High), čiji izgled možemo vidjeti na slici br.11. U mreži automobila gdje se informacije mogu slati i iz ECU-a, kao što je prikazano na slici br. 10 CAN Low i CAN High su upleteni zajedno kako bi se smanjile vanjske smetnje.



Slika 12: Brzina prijenosa informacija CAN-a

Izvor: <https://www.powerctc.com/sites/default/files/ff2.jpg>

Kao što je prikazano na slici br. 12, uređaj se općenito može podijeliti u dvije (2) kategorije: niske ili velike brzine. Brzine prijenosa ispod 10 Kbps uglavnom su tjelesni sustavi, poput električnih sjedala, sustava osvjetljenja, brava na vratima, električnih prozora brzina prijenosa podataka je između 10 Kbps i 125 Kbps.

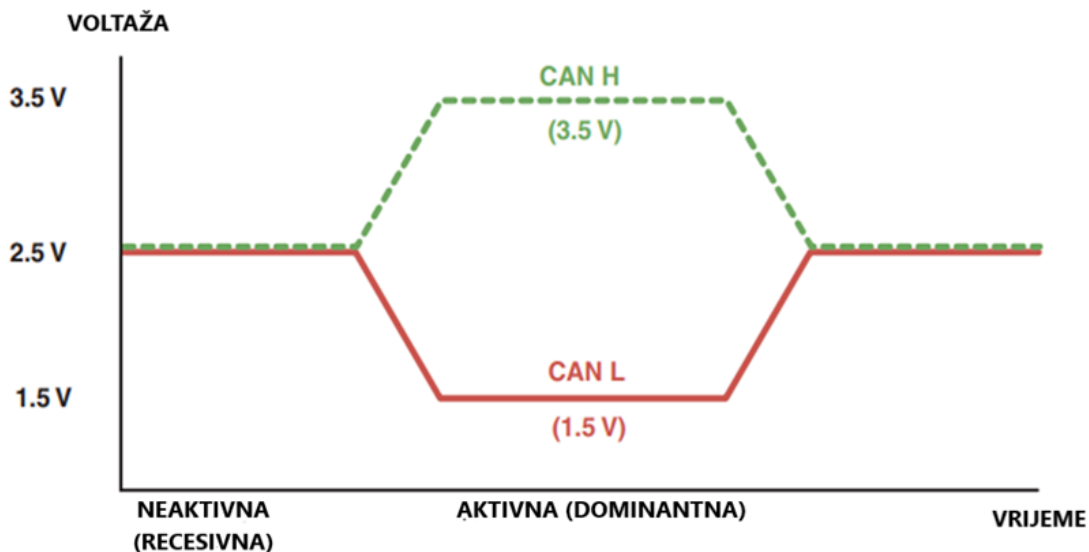
Brzina prijenosa sustava upravljanja u stvarnom vremenu s velikom brzinom prijenosa je između 125 Kbps i 1 Mbps. Kao što su mjenjači, sustavi upravljanja motorom, sustavi kočnica, sustavi upravljanja ovjesom ili zračni jastuci. Multimedijski sustav s brzinom prijenosa većom od 1 Mbps je auto audio i video sustav. [2]

CAN sabirnica je skup od dvije (2) električne žice tzv. (CAN\_Low & CAN\_High) gdje se u mreži automobila informacije mogu slati i iz ECU-a. [4]

U mreži automobila gdje se informacije mogu slati na i iz ECU-a. Mreža unutar automobila koja ECU-ima omogućuje međusobnu komunikaciju naziva se CAN (*eng. Controller Area Network*). Na slici br. 10. prikazana je CAN mreža vozila Evoque, ta CAN mreža je podijeljena na pod mreže povezane zajedno pomoću ECU modula pristupnika, a svaki ECU sa svojim CAN kontrolerom i CAN primopredajnikom naziva se čvor.

CAN\_Low & CAN\_High znači da koristi diferencijalnu vrstu komunikacije modula gdje je napon na jednoj žici jednak, ali suprotan napon na drugoj žici. Kada nema komunikacije, obje žice imaju 2,5 volta. Kada se uspostavi komunikacija, CAN H (visoko) raste za 1 volt na 3,5 volta, a CAN L (nisko) pada za 1 volt na 1,5 volta. [4]

Za komunikaciju u mreži automobila unutar koje se informacije mogu slati na ECU i iz njega, zaslužna je upravo CAN mreža koja im omogućuje međusobnu komunikaciju, a njen dijagram možemo vidjeti na slici 13. U vozilu Evoque, CAN mreža je podijeljena na podmreže povezane zajedno pomoću ECU modula pristupnika [4], kao što je prikazano na slici br. 10. Svaki ECU sa svojim CAN kontrolerom i CAN primopredajnikom općenito naziva se čvor.



Slika 13: CAN low i CAN high dijagram komunikacija

izvor:[https://www.researchgate.net/figure/Voltage-level-on-the-CAN-bus\\_fig1\\_334775940](https://www.researchgate.net/figure/Voltage-level-on-the-CAN-bus_fig1_334775940)

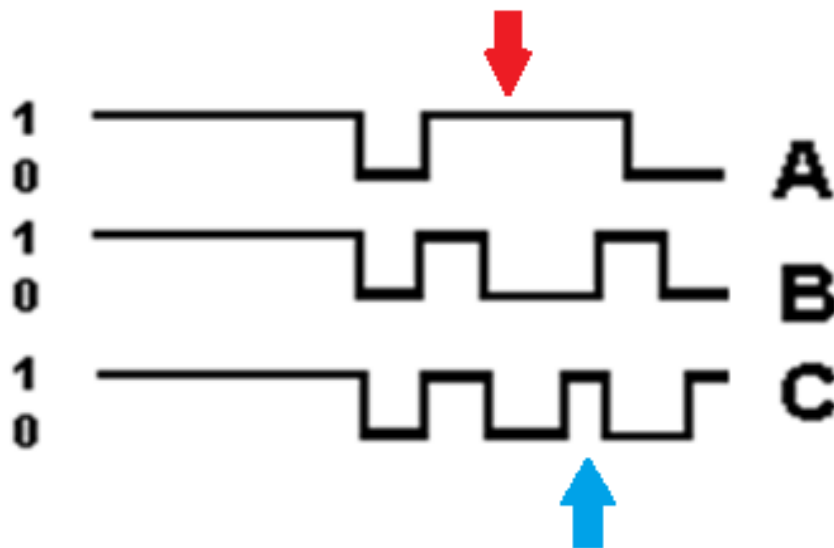
CAN\_Low & CAN\_High znači da koristi diferencijalnu vrstu komunikacije modula, a ista je prikazana na slici br. 13, gdje je napon na jednoj žici jednak, ali suprotan napon na drugoj

žici. Kada nema komunikacije, obje žice imaju 2,5 volta. Kada se uspostavi komunikacija, CAN H (visoko) raste za 1 volt na 3,5 volta, a CAN L (nisko) pada za 1 volt na 1,5 volta.

#### 5.4.1. Arbitraža poruka CAN-a

Prijenos CAN poruka vrši se digitalno, pri čemu se poruke prenose kao niz niskih ili visokih vrijednosti u obliku valnog signala unutar fiksne strukture poznate kao „okvir“ [4], čiji je primjer vidljiv na slici br. 15.

Komunikacija se vrši u binarnom jeziku pomoću (0 i 1), pri čemu je „bit“ najmanja jedinica podataka. Identifikator poruke slijedi početak okvira. Identifikator pomaže pri arbitraži poruka kada dvije ili više kontrolnih jedinica pokušavaju odašiljati poruku u isto vrijeme. Što je niža vrijednost identifikatora veći je prioritet poruke [4], kao što možemo vidjeti na slici br. 14, a pri čemu razne vrijednosti, uključujući sadržaj podataka i kontrolni zbroj slijede identifikator.



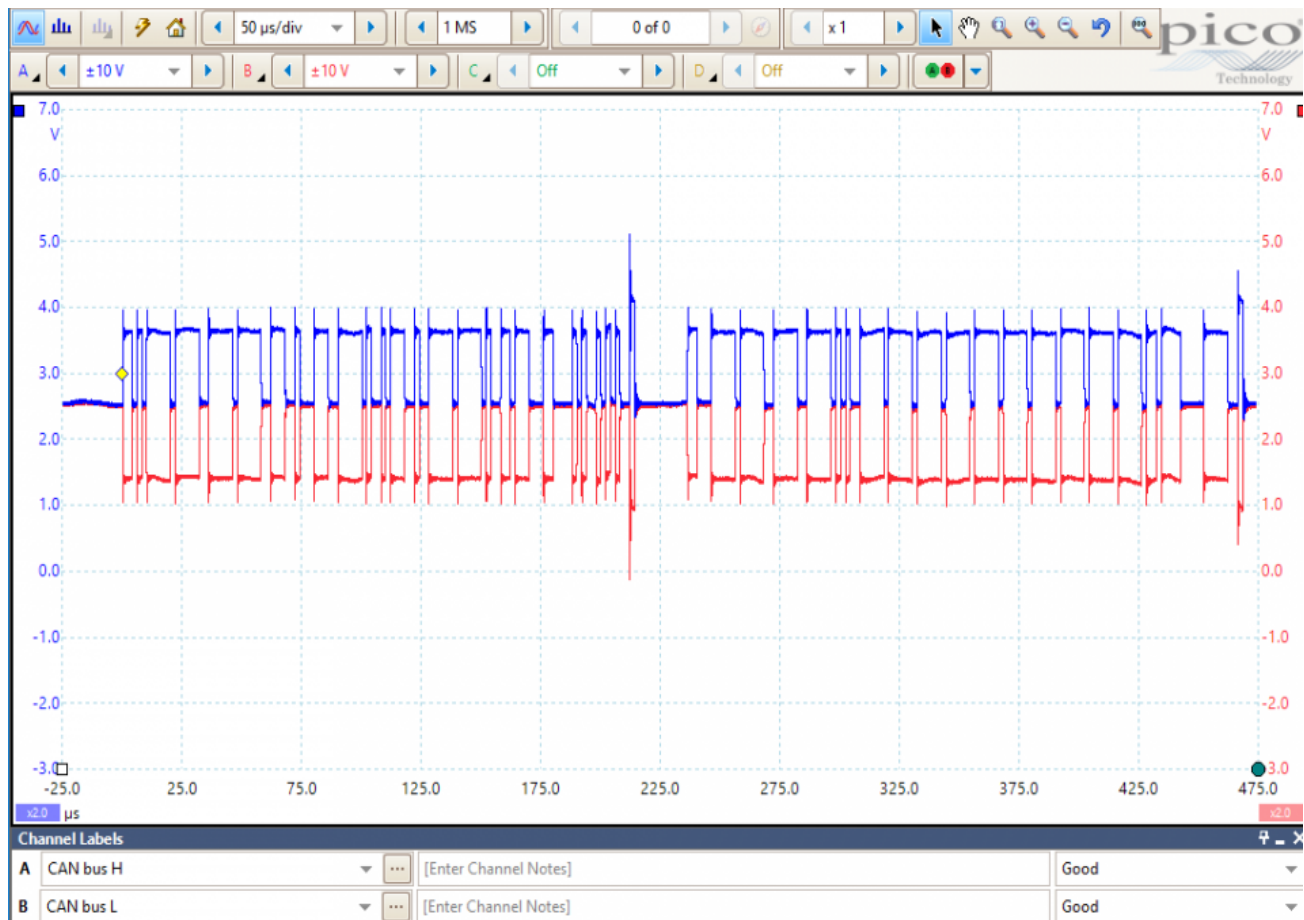
Slika 14: Arbitraža poruka CAN-a

Izvor: <https://www.snapon.com/Files/Diagnostics-US-2020/News-Center/January2021/TFJanuary12.png>

Modul A gubi priliku prvi poslati svoju poruku (crvena strelica).

Modul C gubi priliku poslati svoju poruku drugi put (plava strelica).

Modul B pobjeđuje u arbitraži, te prvi prenosi svoju poruku koja je (evidentno najvažnija)

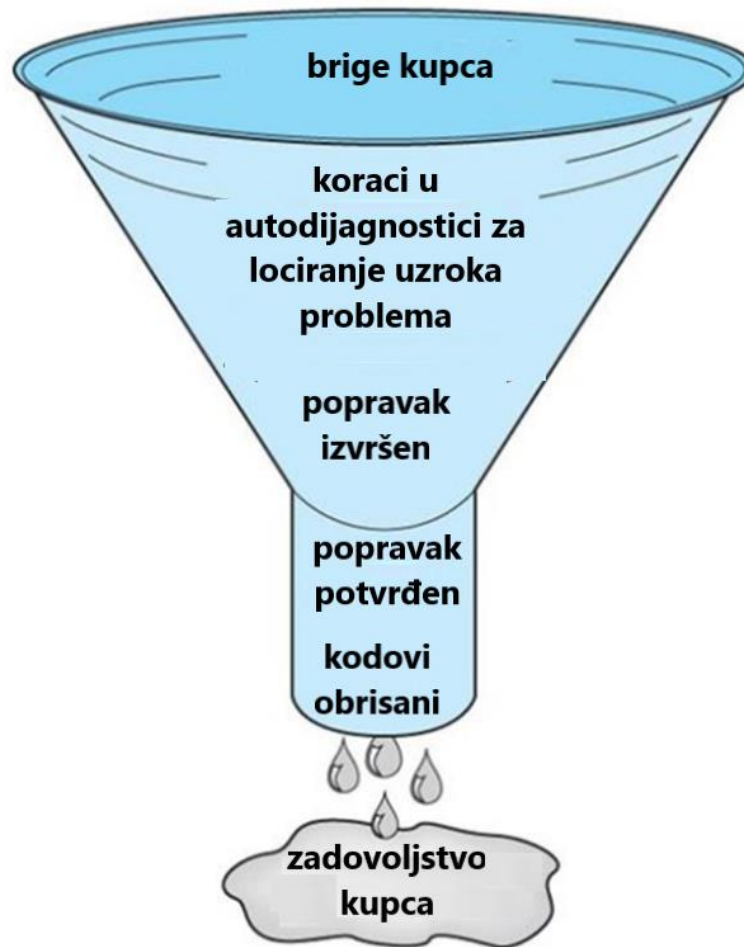


Slika 15: Primjer valnog oblika signala unutar "okvira"

Izvor: [https://www.picoauto.com/images/uploads/agt/\\_lrg/gt126-example-waveform-01.png](https://www.picoauto.com/images/uploads/agt/_lrg/gt126-example-waveform-01.png)

Kada kontrolna jedinica primi poruku, izračunava kontrolni zbroj iz korisnih podataka i uspoređuje ga s vrijednošću emitiranom unutar poruke. Ako su ta dva jednaka, poruka je važeća. Prijemna upravljačka jedinica to potvrđuje odašiljanjem potvrde tijekom preposljednjeg bita emitirane poruke. Stoga će emiter znati je li upravljačka jedinica primila nevažeću poruku. [4]

## 6. STRATEGIJA USPJEŠNE DIJAGNOSTIKE



Slika 16: Ilustrativni prikaz sužavanja dijagnostičkog procesa

Izvor: [https://player.slideplayer.com/99/17155382/slides/slide\\_1.jpg](https://player.slideplayer.com/99/17155382/slides/slide_1.jpg)

Uspješna dijagnostika ovisi o korištenju istog postupka za sve probleme i brige korisnika kako bi se došlo do temeljnog uzroka problema. [4]

U automobilskoj industriji ključno je razumjeti da mnogo različitih stvari može uzrokovati problem u radu automobila. Serviser mora suziti mogućnosti pronalaženja uzroka problema i njegovog ispravljanja. Ilustrativno prikazani lijevak na slici br.16 zapravo je način vizualizacije dijagnostičkog postupka. Na vrhu su simptomi problema, a kako se lijevak sužava mogući uzroci se eliminiraju dok se ne pronađe glavni uzrok i na kraju popravi. Sve dijagnostike bilo



audiovizualne ili one napravljene pomoću uređaja bave se simptomima koji mogu biti posljedica raznih uzroka. Kod principa lijevka je ključno da se širok raspon mogućih rješenja mora se suziti na najvjerojatnija, a ona se na kraju moraju dodatno suziti na stvarni uzrok, a prema [4], to će se prikazati u nastavku rada kroz osam koraka:

### **Korak 1: Provjera postojanja problema**

Ako se problem ne može potvrditi, ne može se ni riješiti ni testirati kako bi se potvrdilo da je popravak uspješan.

Sam vozač automobila zna mnogo o vozilu i načinu na koji se njime upravlja. Prije same dijagnostike potrebno je uvijek postaviti sljedeća pitanja:

Je li svjetlo indikatora kvara („check engine“) upaljeno?

Kolika je bila vani temperatura?

Je li motor bio topao ili hladan?

Je li problem bio tijekom pokretanja, ubrzanja, brzine ili nečeg drugog?

Koliko je vozilo prešlo kilometara?

Jesu li upaljena neka svjetla upozorenja? Ako da, koji/koja?

Je li na vozilu u posljednje vrijeme obavljen servis ili popravak?

Sva ova pitanja su važna prije nego započnemo samu dijagnostiku, a posljednje pitanje je vrlo važno, jer mnoge greške u radu motora su često rezultat toga što se nešto olabavilo tijekom popravka. Saznanje da je vozilo nedavno servisirano prije nego što je problem nastao može biti pokazatelj gdje potražiti rješenje problema.

Nakon što se utvrdi priroda i opseg problema, potrebno provesti daljnje dijagnostičke testove.

### **Korak 2: Izvršavanje audiovizualnog pregleda i osnovnih testova**

Sam audiovizualni pregled je najvažniji aspekt dijagnoze. Većina stručnjaka slaže se da se između 10% i 30% svih problema s radom motora može pronaći jednostavnim temeljitim vizualnim pregledom.

Vizualni pregled trebao bi uključivati:

- provjeru očitih problema kao što je curenje goriva
- provjeru vakumskih crijeva koja su probijena, oštećena ili odspojena
- provjeru prisustva korozije na priključcima
- provjeru neuobičajenih zvukova, dima, ili čudnog mirisa paljevine
- provjeru filtera zraka od raznih onečišćenja

(na slici br. 17 je prikazan primjer iz vozila koje je imalo problema s nedostatkom snage, upravo zbog toga što nečistoće blokiraju velik dio protoka zraka u motor).



Slika 17: Začepljeni filter zraka iz vozila koje je imalo problema sa nedostatkom snage, nečistoće blokiraju velik dio protoka zraka u motor

Izvor slike: <https://www.carthrottle.com/post/what-are-cotton-air-filters-and-are-they-worth-it/>

Također je važno i traženje dokaza o prethodnim popravcima. Bilo kada ako se izvode radovi na vozilu, uvijek postoji opasnost da se nešto poremeti, odvoji ili ostavi nepovezano.

Provjerite razinu i stanje ulja. Drugo područje za vizualni pregled je razina i stanje ulja. Razina ulja – ulje mora biti na odgovarajućoj razini.

Stanje razine ulja možemo provjeriti mjernom šipkom ili ako sumnjamo na prisustvo benzina u ulju šibicom ili upaljačem tako da pokušamo zapaliti ulje na mjernoj šipki i ako se ulje zapali, prisutan je benzin.

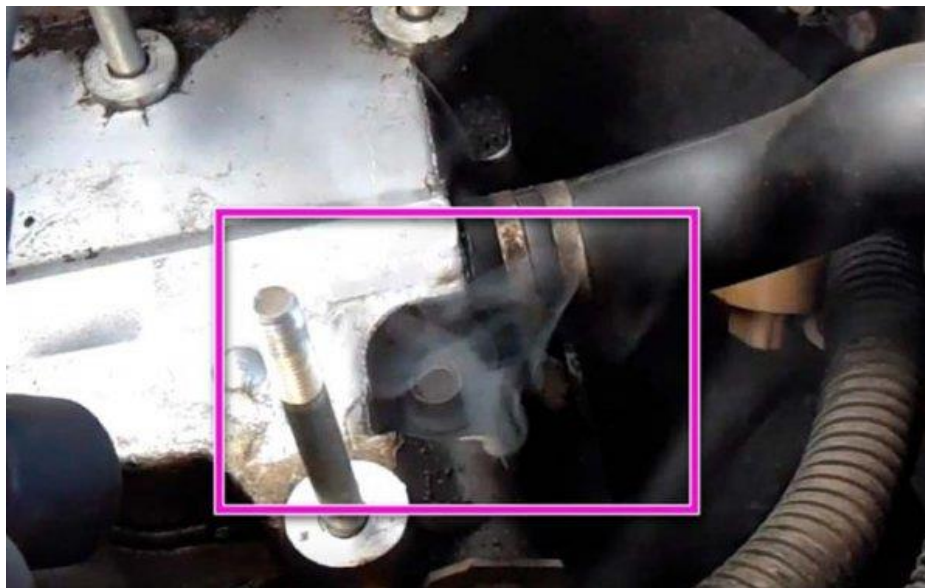
Postavljanje zamjenskih dijelova koji uzrokuju probleme:

Mnogi servisni tehničari smatraju da je dio originalne opreme samo marginalan i da bi se dobila stvarno "dobra stvar" mora se kupiti rezervni jeftiniji dio. Međutim, mnogi problemi mogu se povezati s korištenjem rezervnog dijela koji je otkazao na početku svog životnog vijeka.

Iskustvo pokazalo da jednostavna zamjena rezervnog dijela tvorničkim originalom često rješava problem. Zahtijeva se da original dijelovi prođu standarde kvalitete i izdržljivosti i testove na razini koja se ne zahtijeva od rezervnih dijelova. Tako da treba imati na umu da prisutnost novog zamjenskog dijela ne znači nužno da je dobar i da će funkcionirati na svakom vozilu.

Također još jedna od metoda vizualnih pregleda, a koja se odnosi na propuštanje vakuuma tj. proboj neželjenog zraka kroz razna puknuća na cijevima, čiji primjer vidimo na slici br. 19. Zrak koji probija teško je locirati a onemogućuje normalan rad motora, smanjuje performanse i dovodi do kvara nekih sustava koji ovise o vakuumu. Propuštanja vakuuma općenito može uzrokovati različite probleme u vožnji i često ih je teško locirati.

Jedna dobra metoda za takvu vizualnu dijagnostiku je korištenje generatora dima koji stvara mlaz dima. Spajanje izlaza dimnog stroja na crijevo koje je skinuto u vakuumski pojačivač kočnice omogućuje ulazak dima u usisni razvodnik. Svako propuštanje vakuuma uočiti će se promatranjem dima koji izlazi iz mjesta curenja kao što je prikazano na slici br. 18.



Slika 18: Dijagnostika dimom - locirano mjesto proboja zraka

Izvor: [https://i1.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/thumbs/1544712393\\_14.jpg](https://i1.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/thumbs/1544712393_14.jpg)



Slika 19: Prikaz puknuća vakuumske cijevi

Izvor: [https://i0.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/thumbs/1544712360\\_5.jpg](https://i0.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/thumbs/1544712360_5.jpg)

Također postoji i metoda prskanja vodom, kojom otkrivamo istjecanje zraka u motor kroz mlaznice. Znakovi usisavanja određuju se prskanjem vode iz npr. šprice ili boce s manjom rupom na način da vodu prskamo na crijeva motora koji radi, kako je prikazano na slici br. 20, pri čemu tekućina koja ulazi u proreze, rupe ili propuštene brtve uzrokuje smanjenje broja okretaja motora, što automatski ukazuje na to da je locirano mjesto proboja.



Slika 20: Metoda dijagnostike propusnosti zraka pomoću vode

Izvor: [https://i0.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/1544712418\\_20.jpg](https://i0.wp.com/autotopik.ru/uploads/posts/2018-12/1544712418_20.jpg)

Budući da propuštanje zraka uzrokuje neučinkovitost rada motora, na kontrolnoj ploči vozila zasvijetliti će "check engine" lampica. Također prilikom propuštanja vakuuma dešavaju se razni problemi s radom motora kao što je lupanje, a brzina u praznom hodu može gotovo pa nestati dok pri brzinama iznad 2.000-3.000 okretaja motor može raditi ispravno.

Ukratko se to dešava zbog toga što je narušena optimalna ravnoteža goriva i zraka, a obzirom na to da se vakuum koristi za pogon motora, senzora i kočnica, ako se proboj ne dijagnosticira na vrijeme to može uzrokovati dodatne troškove.

Također je važno provjeriti razinu i stanje rashladne tekućine. Mnogi mehanički problemi motora uzrokovani su pregrijavanjem. Ispravan rad rashladnog sustava ključan je za vijek trajanja svakog motora. Naravno uz napomenu da se to radi dok je hladnjak hladan, jer ako je motor vruć pad tlaka iznad rashladne tekućine uzrokovat će trenutno ključanje rashladne tekućine što može izazvati ozbiljne opekline, jer se rashladna tekućina eksplozivno širi prema gore i prema van od otvora hladnjaka.

Za ravnomjeran i stabilan protok ispušnih plinova u ispušnoj cijevi tijekom rada možemo koristiti test s običnim papirom. Za test s papirom moramo držati komad papira (može i novčanica) ili karticu od 7 x 11 cm unutar 2,5 cm od ispušne cijevi dok motor radi u

praznom hodu. Prilikom čega papir treba ravnomjerno otpuhivati od kraja ispušne cijevi bez "puhanja" ili povlačenja prema kraju ispušne cijevi. Ako se papir povremeno povlači prema ispušnoj cijevi, ventili u jednom ili više cilindara mogu biti izgoreni. Drugi razlozi zašto se papir može povući prema ispušnoj cijevi uključuju:

1. Motor bi mogao biti neispravan zbog siromašnog stanja koje bi se normalno moglo dogoditi kada je motor hladan. Pulsiranje papira prema ispušnoj cijevi također može biti uzrokovano rupom u ispušnom sustavu. Ako ispušni plin izlazi kroz rupu u ispušnom sustavu, zrak bi mogao biti uvučen u intervalima između ispušnih rupa od ispušne cijevi u ispušnom sustavu, uzrokujući povlačenje papira prema ispušnoj cijevi.
2. Potrebno je osigurati odgovarajuću razinu goriva. Trebamo provjeriti imamo li napunjenu barem četvrtinu spremnika, ako je razina goriva niska, moguće je da su voda ili alkohol na dnu spremnika više koncentrirani i mogu se uvući u sustav goriva.

Zbog raznih razloga voda može ući u spremnik goriva, a obzirom da je njena gustoća veća od gustoće benzina ona se sakuplja na dnu rezervoara, primjer toga možemo vidjeti na slici br. 21. Obzirom da benzinska crpka pumpa gorivo skoro od dna, voda se može uhvatiti zajedno sa benzinom i tako dospjeti do rezervoara, što je svakako bolje probati izbjeći jer će to negativno utjecati na performanse sustava motora.

U zimi na mjestima gdje je jako hladno, taj donji sloj vode u spremniku se može smrznuti, a time će led blokirati benzin. Sam rezultat toga je da se automobil neće pokrenuti, jer nema protoka goriva dok se led ne otopi.

Postoje različiti načini kako voda dolazi u spremnik, a neki od njih su i oborine bilo kiša ili snijeg prilikom nadolijevanja goriva u tim uvjetima prilikom čega se u 5 godina može stvoriti i do 100-200 mililitara vode.

Drugi način je taj da postoji voda u samom podzemnom skladištu goriva, i ako još uz to uzmemo u obzir sve izvore vlage dođemo do toga da se kroz 3-4 godine može stvoriti 100-200 mililitara vode u spremniku što je naravno ovisno o navedenim uvjetima.



Slika 21: Nakupljena voda na dnu rezervoara goriva

Izvor:<https://i.man-trailer.com/img/avtomobili/283/zachem-lit-spirt-v-benzobak-spirt-v-benzobak-dlya-udaleniya-vodnogokondensata-2.jpg>

Potrebno je provjeriti napon baterije. Napon baterije trebao bi biti najmanje 12,4 volta, a napon punjenja (motor radi) trebao bi biti 13,5 do 15,0 volti pri 2.000 o/min.

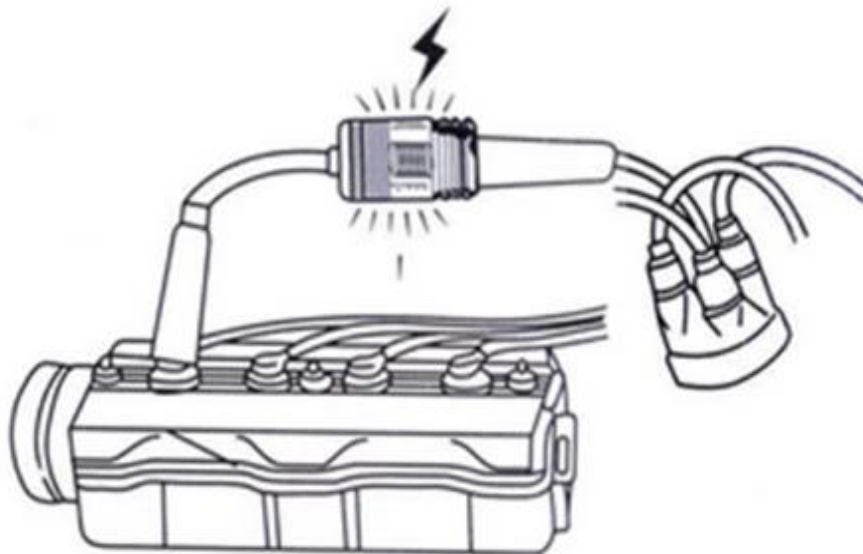
Nizak napon akumulatora može prouzročiti niz problema, uključujući smanjenu potrošnju goriva i netočnu (obično previsoku) brzinu praznog hoda. Napon akumulatora viši od normalnog također može uzrokovati probleme s upravljačkim modulom pogonskog sklopa i oštetiti elektroničke module.

Potrebno je provjeriti iskru vizualnim pregledom pomoću uređaja za ispitivanje iskre, prikazano na slici br. 22, pri čemu je potrebno ukloniti jednu žicu svjećice i pričvrstiti uklonjenu žicu svjećice na ispitivač svjećica. Potrebno je pričvrstiti spojnicu za uzemljenje uređaja za ispitivanje svjećica na dobro čisto uzemljenje motora, pokrenuti motor i promatrati tester za svjećice. Prilikom ispitivanja iskra na ispitivaču iskre mora biti stabilna i postojana, kao što je prikazano na slici br. 23.



Slika 22: Uređaj za ispitivanje svjećica

Izvor: [https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1vi9\\_XZfrK1Rjy0Fmq6xhEXXaF/uxcell-Spark-Plug-Tester-Ignition-System-Coil-Engine-Car-Diagnostic-Test-Tool.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1vi9_XZfrK1Rjy0Fmq6xhEXXaF/uxcell-Spark-Plug-Tester-Ignition-System-Coil-Engine-Car-Diagnostic-Test-Tool.jpg_Q90.jpg_.webp)



Slika 23: Prikaz principa rada uređaja za testiranje svjećica

Izvor: [https://ae01.alicdn.com/kf/H794e0335dd64449aaba55091ef5197a1B/6V-12V-Spark-Plug-Tester-In-Line-Ignition-Spark-Plug-Diagnostic-Coil-Test-Tool-Engine-Ignition.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/H794e0335dd64449aaba55091ef5197a1B/6V-12V-Spark-Plug-Tester-In-Line-Ignition-Spark-Plug-Diagnostic-Coil-Test-Tool-Engine-Ignition.jpg_Q90.jpg_.webp)



Crni dio sa slike br. 22 stavlja se na svjećicu, spojimo svjećicu i žicu svjećice za brzo i jednostavno ispitivanje, prozirno kućište sa zamjenjivom žaruljom služi za jednostavnu provjeru nedostatka iskre. Uređaj sa slike br. 22 testira ispravnost iskre i kontinuitet kruga paljenja. Sam po sebi uređaj je jednostavan i lak za korištenje jer se rezultati dobivaju u nekoliko sekundi. Uređaj sa slike br. 22 također pronalazi prljave spojeve svjećica, neispravne točke, loše kabele ili spojeve. Žarulja treperi kada se krug iskre završi, što ukazuje na problem u sustavu paljenja ili dovodu goriva. Ako se povremeno pojavi iskra, to stanje treba tretirati kao stanje bez iskrenja. Ako ovaj test ne pokaže zadovoljavajuću iskru, na nama je da pažljivo pogledamo i ispitamo sve komponente primarnog i sekundarnog sustava paljenja. Na slici br. 24 vidimo razliku između nove ispravne svjećice i stare neispravne svjećice pune nečistoća.



Slika 24: Usporedba neispravne stare i nove svjećica

<https://autostart.24sata.hr/media/img/25/23/bc2f25062037baa58ad0.jpeg>

Još jedna bitna stavka je provjeriti tlak pumpe za gorivo. Provjera tlaka pumpe za gorivo relativno je jednostavna na mnogim motorima s ubrizgavanjem goriva preko otvora. Često je uzrok povremenih lošijih performansi motora zbog slabe električne

pumpe za gorivo ili začepljenog filtera za gorivo. Provjera tlaka pumpe za gorivo u dijagnostičkom procesu vrlo rano eliminira nizak tlak goriva kao uzrok problema.

### **Korak 3: Potražiti dijagnostičke kodove kvarova (DTC)**

Ako je DTC prisutan u memoriji računala, može se signalizirati paljenjem indikatorske lampice kvara MIL (*eng. Malfunction Indicator Lamp*), obično označene kao "check engine" ili "uskoro servisirajte motor". Svi kodovi koji se prikazuju na alatu za ispitivanje kada MIL nije uključen nazivaju se kodom na čekanju. Budući da MIL nije uključen, to znači da se kvar nije ponovio kako bi ECU uključio MIL. Iako je ovaj kod na čekanju od pomoći tehničaru da zna da je u prošlosti otkrivena greška, bit će potrebno dodatno testiranje kako bi se pronašao glavni uzrok problema.

Potrebno je provjeriti i zabilježiti podatke zamrznute slike, ti podaci pokazuju kada je postavljen DTC, a to ne samo da će pomoći tehničaru da utvrdi što je moglo uzrokovati postavljanje koda, već također pomaže provjeriti popravak radom vozila pod istim ili sličnim uvjetima.

Također je potrebno obaviti skeniranje prije i nakon popravka kao što mnogi stručnjaci savjetuju trgovinama da naprave prethodno skeniranje svih računalnih modula vozila, kao i skeniranje nakon popravka vozila kako bi to bilo dio njihove standardne operativne procedure (SOP). Ne samo da je ovo dobra poslovna praksa, već stvarno pomaže u komunikaciji s klijentom o mogućim greškama na vozilu koje možda nisu dio izvorne brige kupca.

Prethodno skeniranje: uključuje pristup svim modulima u vozilu i dohvaćanje bilo kojeg ili svih pohranjenih dijagnostičkih kodova kvarova (DTC), uključujući kodove na čekanju. Svi pohranjeni DTC-ovi bilježe se na radnom nalogu. Iskusniji tehničari inače provjeravaju servisne informacije iz dokumentacije za sve tehničke službe koji se mogu odnositi na vozilo koje se servisira.

Naknadno skeniranje: Nakon što je vozilo popravljeno i prije nego se preda klijentu na upotrebu izvodi se potpuno skeniranje modula kako bi se ne samo potvrdio popravak, već i kako bi se osiguralo da još jedan DTC nije postavljen tijekom procesa popravka. Rezultati ovog naknadnog skeniranja također bi trebali biti dokumentirani na nalogu za popravak kako bi postali dio dokumentacije za povijest vozila.

#### **Korak 4: Provjera biltena (tehničke dokumentacije) ovlaštenog servisa**

Provjerite ispravke ili postupke popravka u dokumentaciji tehničkog servisa koji odgovaraju simptomima. Prema studijama koje su proveli proizvođači automobila, čak 30% vozila može se popraviti prema informacijama, prijedlozima ili zamjenskim dijelovima koji se nalaze u servisnoj dokumentaciji. DTC-ovi moraju biti poznati prije traženja servisnih biltena, jer bilteni često uključuju informacije o rješavanju problema koji uključuju pohranjeni dijagnostički kod kvara.

#### **Korak 5: Pažljiva analiza skeniranih podataka**

Proizvođači vozila uobičajeno daju tehničaru sve više podataka o alatu za skeniranje spojenom na konektor podatkovne veze (DLC).

Najbolji način gledanja podataka skeniranja je u određenom slijedu i sa specifičnim, odabranim bitovima podataka koji mogu reći najviše o radu motora, kao što je sljedeće:

- Temperatura rashladne tekućine motora je ista kao temperatura usisanog zraka nakon što vozilo stoji nekoliko sati.
- Ventil za regulaciju zraka u praznom hodu dobiva naredbu za prihvatljiv raspon.

Senzor za kisik (O2S) radi ispravno:

1. Očitavanja povremeno ispod 200 mV
2. Očitavanja povremeno iznad 800 mV
3. Brzi prijelazi između smjese „bogatog i mršavog“

Pažljivo gledanje podataka alata za ispitivanje i analiza dobivenih rezultata ključna je za lociranje izvora problema.

#### **Korak 6: Sužavanje problema na sustav ili cilindar**

Sužavanje fokusa na sustav ili pojedinačni cilindar najteži je dio cijelog dijagnostičkog procesa.

Na primjer, izvrši se test ravnoteže snage cilindra i ako se otkrije slab cilindar, onda je potrebno izvršiti ispitivanje kompresije i propuštanja cilindra kako bi se utvrdio vjerojatni uzrok.

### **Korak 7: Popravak problema i utvrđivanje uzroka**

Popravak ili zamjena dijela mora se izvršiti prema preporukama proizvođača vozila i moramo biti sigurni da je pronađen glavni uzrok problema. Također potrebno je slijediti postupke i metode popravka koje preporučuje proizvođač.

### **Korak 8: Provjera popravka i brisanje svih pohranjenih DTC-ova**

Probna vožnja kako bi se potvrdilo da je otklonjen izvor problema.

Provjera da se nisu pojavili dodatni problemi tijekom proces popravka.

Popravak i zatim brisanje svih dijagnostičkih kodova problema.

(Ovaj korak osigurava da računalo neće napraviti nikakve promjene na temelju pohranjenog DTC-a, ali se ne bi trebao izvoditi ako će se vozilo testirati na emisije jer će svi proći.)

#### **6.1. Alati za skeniranje**

Alati za skeniranje su „radni konj“ za sve dijagnostičke radove na apsolutno svim vozilima.

Prema [4], alati za skeniranje mogu se podijeliti u dvije osnovne skupine:

1. Tvornički alati za skeniranje - to su alati za skeniranje koji su potrebni svim trgovcima koji prodaju i servisiraju vozila određene marke. Primjeri tvorničkih alata za skeniranje uključuju:
  - „General Motors -Tech 2“, prikazan na slici br. 25 ili „GM MDI“
  - „Ford—Nova generacija Star (NGS)“ i „IDS“ (Integrirani dijagnostički softver).



Slika 25: Alat za skeniranje „General Motorsa - Tech 2“

Izvor:[https://ae01.alicdn.com/kf/UTB8jZr0t8ahduJk43Jaq6zM8FXaF/Skenerdijagnostyczny-Tech-2-Tis2000-programowanie-dla-Gm-Saab-Opel-Suzuki-Isuzu-Holden32MB-karta-oprogramowania.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/UTB8jZr0t8ahduJk43Jaq6zM8FXaF/Skenerdijagnostyczny-Tech-2-Tis2000-programowanie-dla-Gm-Saab-Opel-Suzuki-Isuzu-Holden32MB-karta-oprogramowania.jpg_Q90.jpg_.webp)

Jedan dijagnostički test vrijedi 1000 stručnih mišljenja.

Bez obzira na vještine i talente raznih ljudi, ipak je točnije izvršiti testove na vozilu nego se oslanjati na osjećaje ili mišljenja drugih koji vozilo nisu niti vidjeli. Čak ni vlastito mišljenje ne bi trebalo utjecati na naše razmišljanje.

Ključno je slijediti plan, obaviti testove, a rezultati testa će nas dovesti do uzroka.

Svi tvornički alati za skeniranje dizajnirani su za pružanje dvosmjerne mogućnosti, što serviseru omogućuje mogućnost upravljanja komponentama pomoću alata za skeniranje, čime se potvrđuje da komponenta može raditi kada se to naredi. Također, svi tvornički alati za skeniranje mogu prikazati sve tvorničke parametre.

2. Alati za naknadno skeniranje – ti alati za skeniranje dizajnirani su za rad na više od jedne marke vozila, dok mnogi alati za skeniranje nakon prodaje mogu prikazati većinu, ako ne i sve parametre tvorničkog alata za skeniranje, može doći do razlike kada pokušavate otkloniti neke greške. Primjeri alata za naknadno skeniranje uključuju:

- „Snap-on“ (razni modeli uključujući „MT2500“ i „Modis“)
- „OTC“ (razni modeli uključujući „Pegisys“, prikazan na slici br. 26 i „Genisys“)
- „AutoEnginuity“ i drugi programi koji koriste prijenosno računalo ili ručno računalo za zaslon



Slika 26: Alat „OTC Pegisys 3825JT“

Izvor: [https://m.media-amazon.com/images/I/61SriSzx6AL.\\_AC\\_SL1200\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/61SriSzx6AL._AC_SL1200_.jpg)

Uređaj sa slike br. 26 modela „Pegisys“ je napredna dijagnostika skeniranja pokrivenosti vozila temeljena na OEM-u korištena je više od 30 godina da pokriva vozila i testove potrebne za njihov popravak i održavanje, kao što je kut upravljanja, resetiranje uljnog svjetla, odzračivanje kočnica i više.

„Pegisys“ je osmišljen kako bi pružio više slobode za produktivan rad i samo „Pegisys“ tehnologija omogućuje da odaberemo verziju telefona ili PC dijagnostički kao sustav za svoju dijagnostičku platformu.

Ima bežičnu tehnologiju „AirBridge“ koja nas drži nevezanima za vozilo. Ključno je da treba paziti jer ovaj proizvod nije namijenjen Europskim utikačima, već su namijenjeni za uporabu u SAD-u. Utičnice i napon razlikuju se na međunarodnoj razini pa ovaj proizvod zahtjeva adapter i pretvarač za korištenje unutar Europske unije.

3. Globalni (generički) alati za skeniranje – jeftini i široko dostupni alati za skeniranje koji čitaju i prikazuju samo globalne podatke sposobni su prikazati razne informacije povezane s emisijama. Dok su samo globalni podaci ponekad korisni,

generički alati za skeniranje obično se ne smatraju prikladnima za korištenje od strane profesionalnih servisnih tehničara.



Slika 27: Globalni dijagnostički uređaj „ELM327“

Izvor: [https://ae01.alicdn.com/kf/H0c6c9e9b329c4fb0b8ba49bf352d05c7t/ELM327-Bluetooth-V1-5-magistrala-CAN-OBD-II-ELM-327-OBD2-kod-skanera-czytnik-OBD2-CAN.jpg\\_Q90.jpg\\_.webp](https://ae01.alicdn.com/kf/H0c6c9e9b329c4fb0b8ba49bf352d05c7t/ELM327-Bluetooth-V1-5-magistrala-CAN-OBD-II-ELM-327-OBD2-kod-skanera-czytnik-OBD2-CAN.jpg_Q90.jpg_.webp)

Navedeni uređaj „ELM327“ prikazan na slici br. 27, spada u globalne dijagnostičke alate, te ima mogućnost spajanja na sve OBD-II protokole, a spaja se isključivo putem bluetooth-a. Softver za „ELM327“ je besplatan program koji omogućuje korištenje računalnog i hardverskog sučelja za dobivanje informacija od računala automobila. Program je vrlo jednostavan za korištenje i jednostavan za učenje. Također ga je vrlo jednostavno instalirati, na način da se samo raspakira datoteka u mapu na hard disku računala i spreman je za rad.

Program omogućuje sljedeće operacije:

- Očitava dijagnostičke kodove grešaka, generičke i specifične za proizvođača, i prikazuje njihovo značenje (preko 3.000 definicija generičkih kodova u bazi podataka).
- Omogućuje brisanje kodova grešaka i omogućuje isključivanje MIL-a (svjetlo indikatora "provjerite motor").

- Prikazuje senzor trenutnih podataka, uključujući: Broj okretaja motora, izračunatu vrijednost opterećenja, temperaturu rashladne tekućine, stanje sustava goriva, brzinu, kratkoročno podešavanje goriva, dugoročno podešavanje goriva, tlak u usisnom razvodniku, vrijeme čekanja, temperatura usisnog zraka, protok zraka, apsolutni položaj leptira za gas, napone senzora kisika, status sustava goriva i tlak goriva te još mnogo toga.

## **6.2. Rješavanje problema korištenjem koda kvara**

Prema [4], određivanje uzroka stvarnog problema također se može postići pokušajem postavljanja suprotnog koda. Na primjer, ako kod ukazuje na senzor otvorenog položaja leptira za gas da ima veliki otpor, obrišite kod i stvorite stanje kratkog spoja niskog otpora. To se može postići korištenjem kratko spojnika i spajanjem signalnog terminala na 5-voltni referentni terminal. Ovo bi trebalo postaviti dijagnostički kod kvara.

- Ako se postavi suprotni kod, to znači da je ožičenje i konektor za senzor u redu, a sam senzor je neispravan (otvoren).
- Ako se postavi isti kod, to znači da je ožičenje ili električni priključak otvoren (ima veliki otpor) i uzrok je postavljanja DTC-a.

## **6.3. Metode za brisanje dijagnostičkih kodova kvarova**

Ponekad je potrebno izvršiti brisanje dijagnostičkih kodova kvarova iz računala vozila. Postoje četiri metode koje se mogu koristiti za brisanje pohranjenih dijagnostičkih kodova problema, a prema [3], to su:

1. Metoda - Brisanje kodova pomoći alata za skeniranje, ova metoda za brisanje kodova kvarova je preferirana od većine te je preporučuje većina proizvođača vozila, ukoliko se ta metoda može izvesti na tom vozilu. Računalo nekih vozila ne može se očistiti alatom za skeniranje.



2. Metoda - Ako alat za skeniranje nije dostupan ili se alat za skeniranje ne može koristiti na vozilu koje se servisira, napajanje računala može se isključiti, na dva načina:
  - Iskopčajte konektor koji napaja računalo ukoliko on postoji.
  - Isključite osigurač ili osigurače koji napajaju računalo.
  
3. Metoda - brisanje kodova, primjenjuje se samo kada druge dvije metode nemaju učinak. Može se koristiti uvijek u nužnom slučaju, a treba odvojiti kabel akumulatora s negativnog pola (minusa), kako bi izbrisali pohranjene dijagnostičke kodove kvarova.

## 7. PRAKTIČNI DIO RADA

Praktični dio rada obuhvaća i prati korak po korak postupak dijagnostike kao i sam popravak kvara, a potom i otklon greške sa vozila koje je predmet ovog rada.

Problem: vlasnik predmetnog vozila došao je u automehaničarsku radionu iz razloga jer mu se upalila lampica greške motora, zbog koje nije mogao proći na tehničkom pregledu vozila.

### Osnovni podaci o odabranom vozilu:

Automobil marke: Volkswagen

Model i oznaka: Passat CR TDI 2.0

Generacija: B6

Godište automobila: 2010.

Vrsta motora: diesel motor

Zapremnina: 1.968 cm<sup>3</sup>

Konjske snage: 140 KS

Prijeđeni kilometri na vozilu: 220.595 km



Slika 28: VW Passat B6 CR TDI 2.0

izvor: <https://autoportal.hr/wp-content/uploads/2020/10/Volkswagen-Passat-B6.jpg>

## 7.1. Postupak dijagnostike

Postupak dijagnostike gore navedenog vozila marke Volkswagen Passat sa slike br. 28, izvršen je pomoću dijagnostičkog softverskog alata „Delphi DS150“, a čiji se primjer seta može vidjeti na slici br. 29. Korišteni alat je iz 2014. godine, a cjelokupni set za dijagnostiku sastojao se od samog dijagnostičkog uređaja koji posjeduje adapter i ima OBD-II priključak. Za vršenje postupka dijagnostike također je bilo potrebno imati prijenosno računalo i instaliran pripadajući softverski alat od „Delphija DS150“, koji je došao u paketu, a čija instalacija je vrlo jednostavna.



Slika 29: Dijagnostički set „Delphi DS150“

Izvor: <https://www.des.ie/wp-content/uploads/2018/07/delphi-r3-2015-500x500.jpg>

Prvi korak je bio brza vizualna kontrola na kontrolnoj tabli automobila gdje je potvrđeno da gori lampica za grešku motora, kao što je vidljivo na slici br. 30. Nakon čega je uslijedilo traženje OBD-II priključka u vozilu, što se nije pokazalo kao problem obzirom da je traženi

priključak smješten na vidljivom mjestu u vozilu, odmah ispod volana, kao što je prikazano na slici br. 32, pa nije bilo potrebe za čitanjem uputstava o lokaciji za konektor dijagnostičkog uređaja.



Slika 30: Kontrolna tabla sa upaljenom lampicom greške motora

Važno je napomenuti da se vlasnik vozila nije žalio na posebne smetnje s automobilom prilikom vožnje, već je ključni problem bila upaljena kontrolna lampica. Auto je radio normalno bez nuspojava, ali je ipak lampica greške motora stvorila problem.



Slika 31: Lokacija OBD-II priključka na vozilu VW Passat

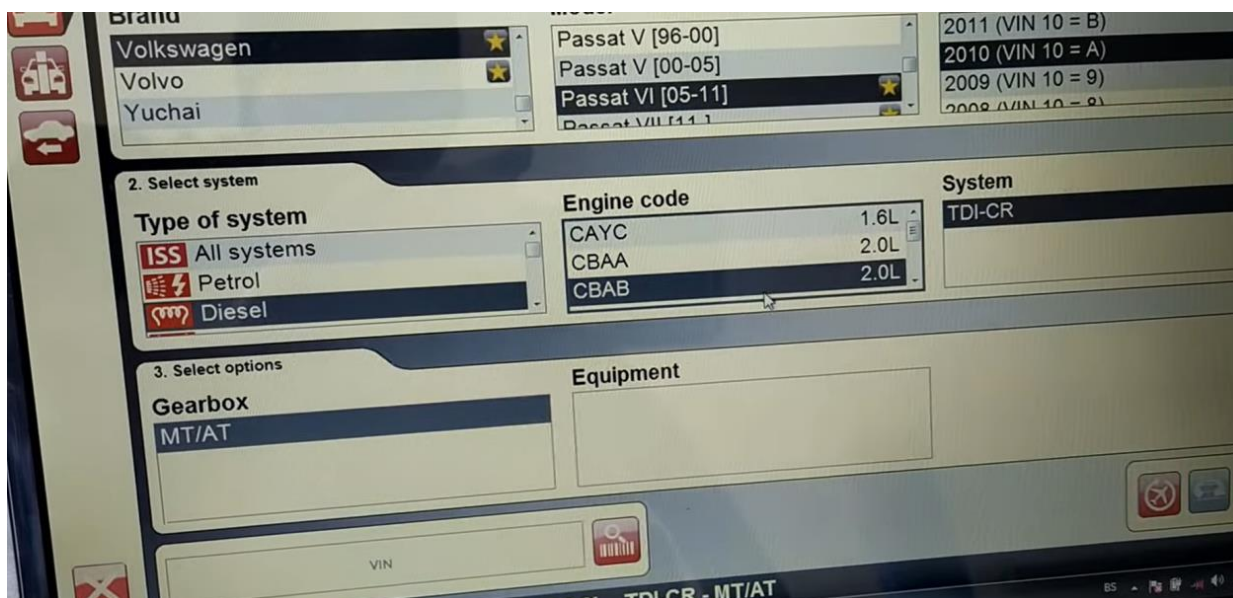
Za početak se spojila dijagnostika, kao što je prikazano na slici br. 32, a obzirom da je vozilo novije godišta, imalo je OBD-II konektor koji se nalazi ispod volana sa lijeve strane. Vozilo se zatim spojilo na dijagnostički alat Delphi DS150 koji se bežičnom vezom povezo na prijenosno računalo marke Lenovo instaliranim Delphi DS150 programom iz 2014. godine.



Slika 32: Spajanje dijagnostičkog alata „Delphi DS150“ sa vozilom

Nakon što se pronašao OBD-II priključak u automobilu, spojila se dijagnostika te upalilo kontakt na vozilu kako bi prijenos podataka mogao započeti. Nakon toga je uslijedio i početak potrage točnog uzroka problema.

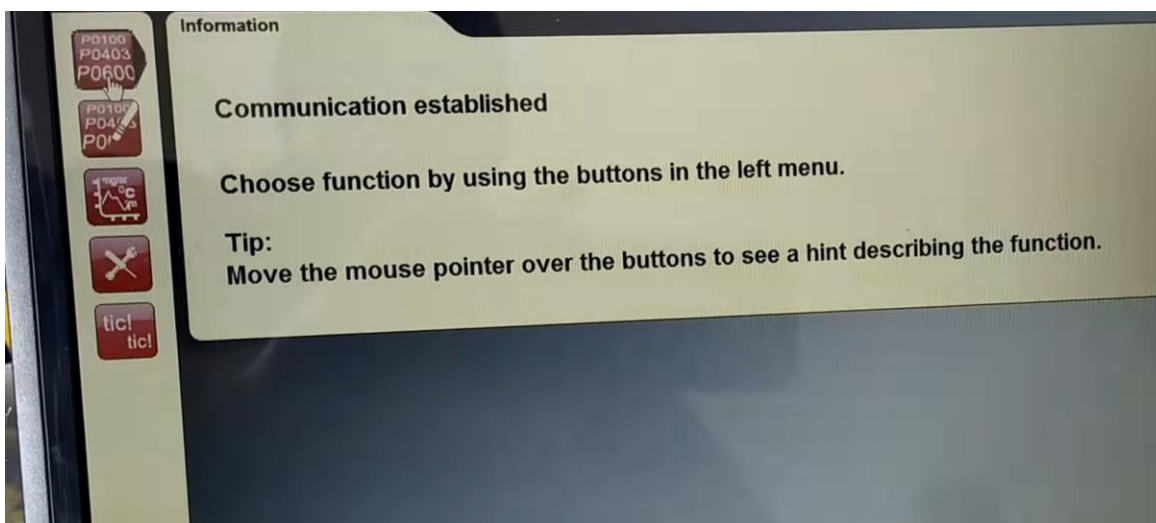
Otvorilo se sučelje spomenutog programa Delphi DS150, vidljivo na slici br. 33, gdje se izabrala marka vozila, model vozila, godina proizvodnje, tip motora itd.



Slika 33: Sučelje softvera „Delphi DS150“

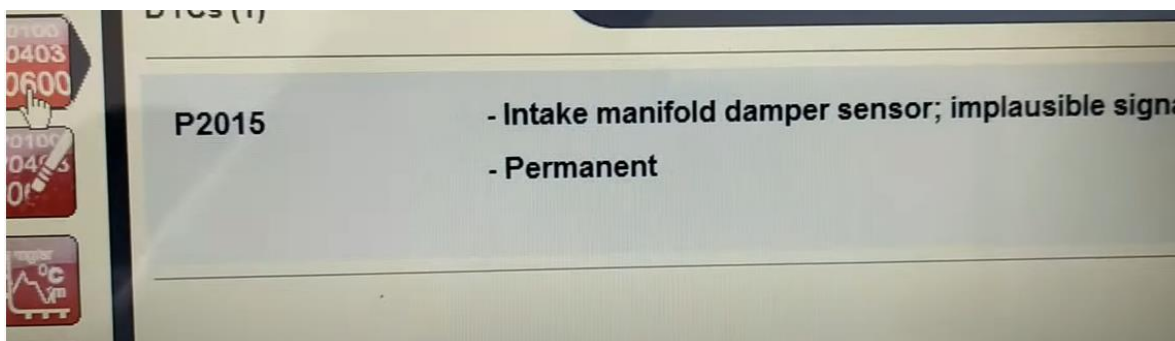
Nakon što su ispunjeni svi traženi parametri, program je dao mogućnost potvrde sa „OK“ ili otkaz radnje „CANCEL“ ukoliko je došlo do pogreške prilikom unosa. Nakon potvrde da je sve dobro uneseno, u programu se izbacila potvrda „communication established“, što je značilo da je veza uspješno uspostavljena, kao što je vidljivo na slici br. 34.

Također je došlo do odabira željene funkcije sa lijeve strane ekrana (program je imao i padajući izbornik sa objašnjenjima). Odabrao se prvi gornji kvadratić koji je označio i kodove grešaka koje je automobil posjedovao.



Slika 34: Potvrda uspostavljene veze automobila sa dijagnostičkim uređajem

Nakon što je odabran opisani kvadratić sa slike, program je izbacio kod greške „P2015“, kao što je prikazano na slici br. 35.



Slika 35: Greška "P2015" iz programa

**Opis greške:** GREŠKA „P2015“ - to je šifra greške koja se u govoru OBD-a, izvorno prevodi kao: „problem sa senzorom položaja zaklopke usisnog razvodnika“.

Nakon što je dijagnosticirana greška, izvršila se dublja analiza da bi se saznalo više o uzroku greške te se dolazi do podataka da su:

**Mogući uzroci za grešku „P2015“, bili sljedeći:**

- Zaklopke na usisnog grani su bile začepljene ili blokirane.
- Kabeli ili konektori na senzoru radnog položaja usisne grane su bili oštećeni ili istrošeni.
- Senzor radnog položaja bio je neispravan.

**Simptomi koda greške „P2015“, bili su:**

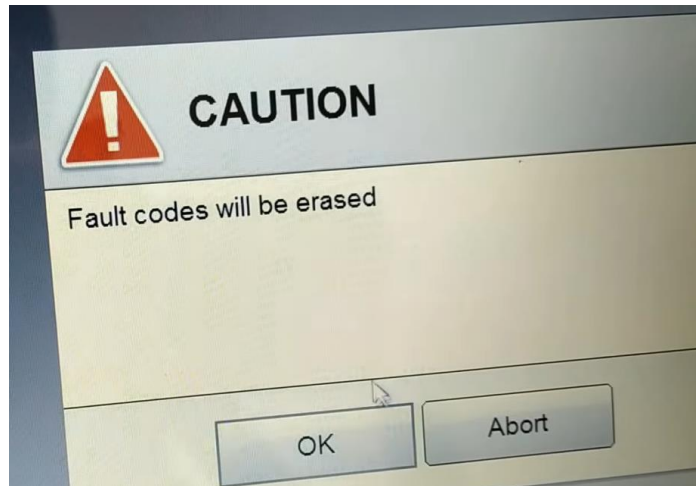
- Upaljena lampica greške motora.
- Problemi prilikom pokretanja vozila.
- Gubitak snage u motoru.
- Niska učinkovitost goriva i povećana potrošnja.

Senzor radnog položaja usisne grane bio je blizu usisne grane. Ovaj senzor je omogućio upravljačkom modulu pogonskog sklopa PCM-u da izračuna brzinu zraka koja struji unutar motora pri različitim okretajima u minuti.

Ovaj proces osigurao je da motor postigne dobre performanse u smislu snage kroz nisku potrošnju goriva.

**Greška „P2015“** se postavila kada je upravljački modul pogonskog sklopa otkrio rad izvan raspona u krugu radnog položaja usisne grane osjetnika.

Nakon što su se saznale potrebne informacije o greški, nastavilo se sa dijagnosticiranjem točnog uzroka kvara.



Slika 36: Pokušaj brisanja nađene greške

Za početak se greška pokušala izbrisati, kao što je prikazano na slici br. 36, kako bi bila uklonjena mogućnost da nije možda ostala samo zapamćena zbog privremene greške u sustavu. S obzirom da se greška nije mogla obrisati, dokazalo da je greška bila „trajna“ i dalje prisutna. Nakon pokušaja brisanja, sustav se vratio na početak i pokazao istu grešku.

Nakon što greška nije uspješno obrisana, preostao je samo postupak popravka kvara.

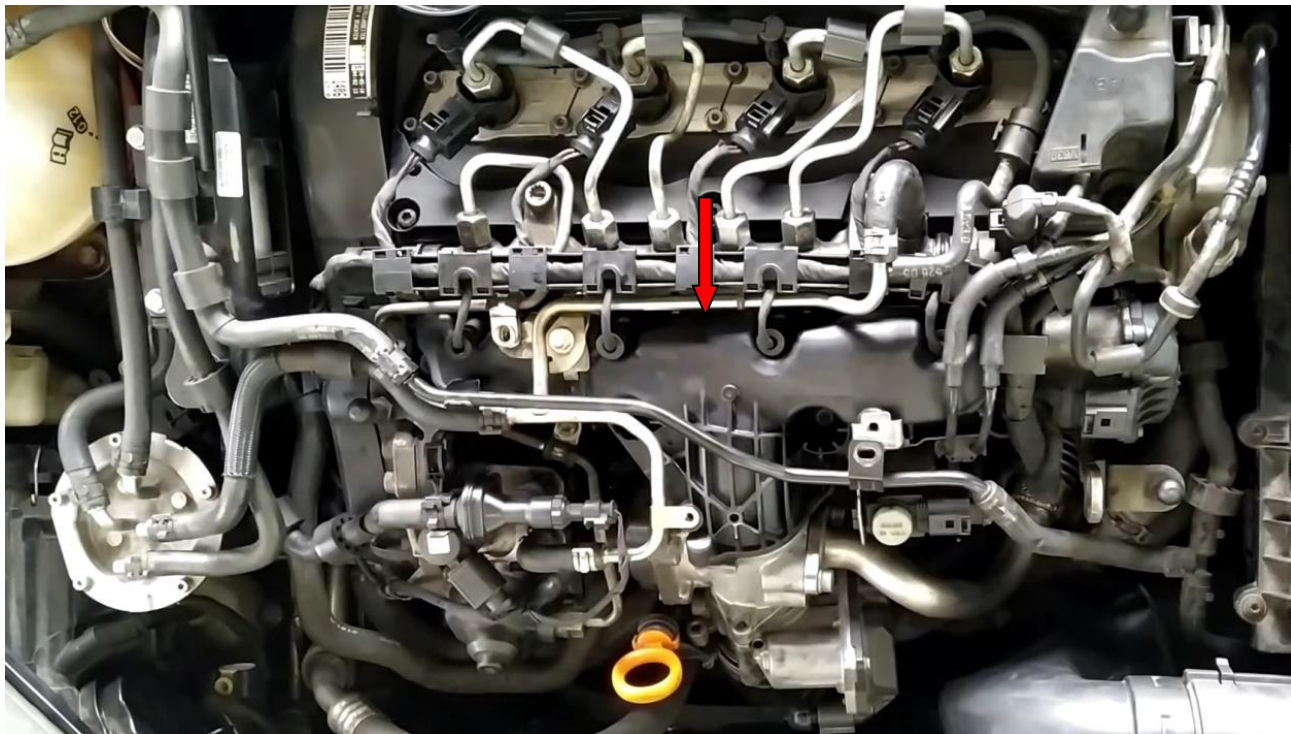
## 7.2. Lociranje i analiza problematičnog dijela

Započelo se otvaranjem haube i traženjem dijela, na kojem se ukazala greška u senzoru položaja, a lokacija problematičnog senzora prikazana je na slici br. 37.



Slika 37: Elektromotor unutar kojeg se nalazi senzor položaja

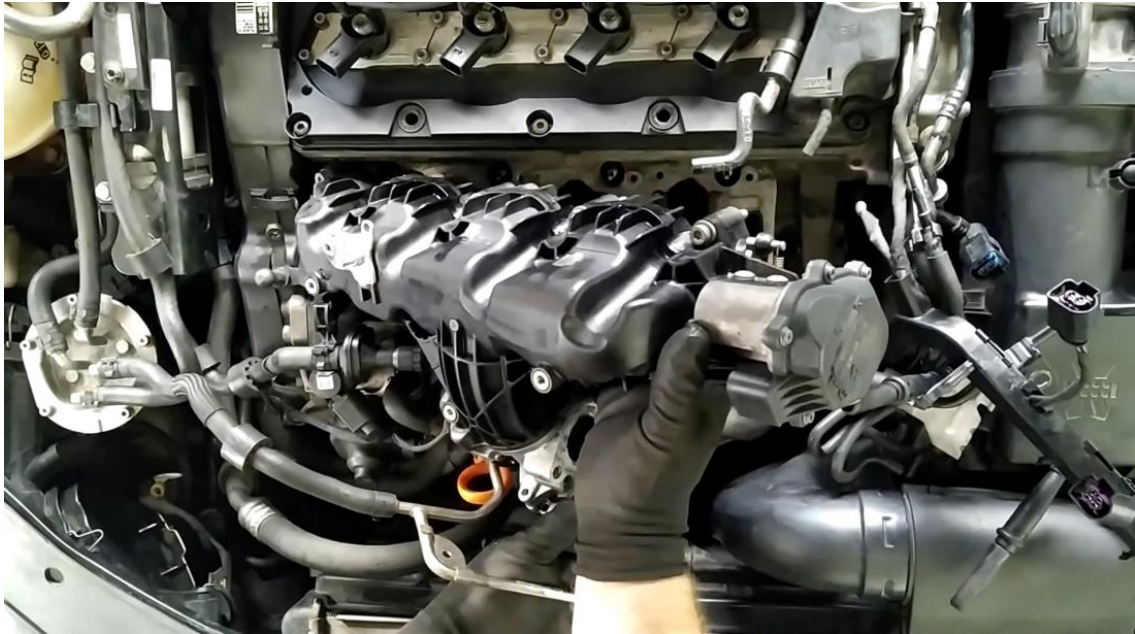




Slika 38: Početak demontaže usisne grane

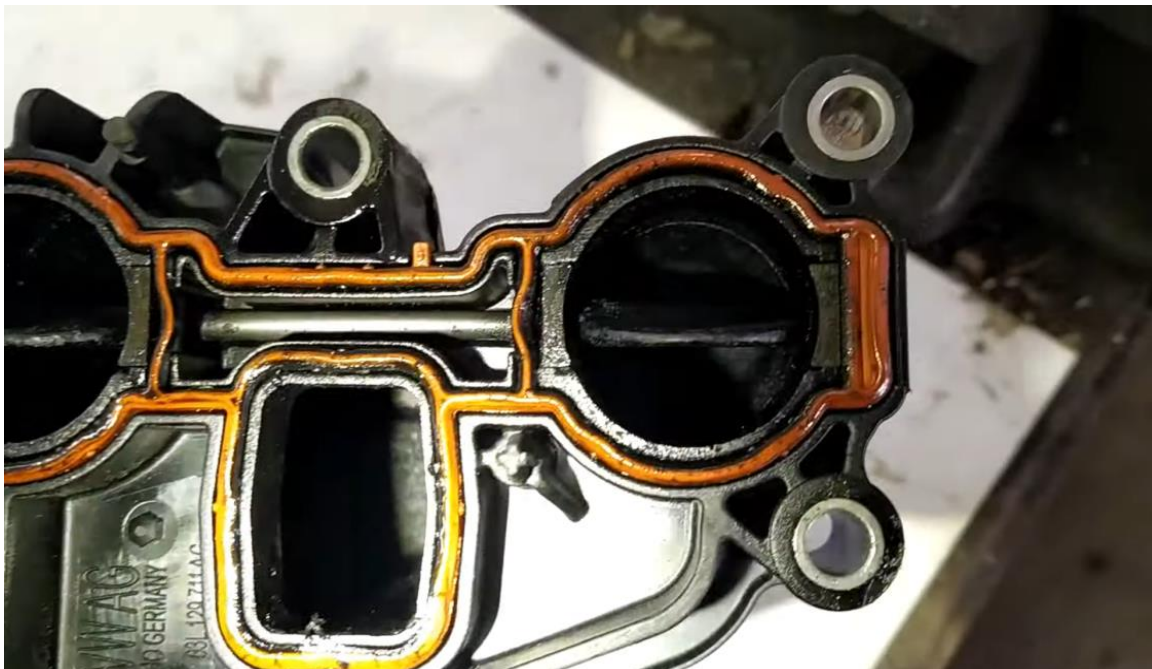
Započelo se demontažom, ali pritom se morao demontirati cijeli sustav zbog toga što se motor nije na licu mjesta odvojio od usisne grane, pa je bilo potrebno skinuti cijelu usisnu granu, i odvojiti taj elektromotor od zaklopki. Usisna grana prikazana je na slici br. 38 i označena je crvenom strelicom.

**Objašnjenje:** skidanje usisne grane bilo je potrebno radi provjere zaklopki koje su bile začepljene od čađi. Nakupljena čađ u zaklopkama onemogućila je da se pomiču kako je predviđeno, što je rezultiralo ometanjem senzora. Senzor je potom izbacio grešku motora na instrumentalnoj ploči vozila.



Slika 39: Skinuta usisna grana

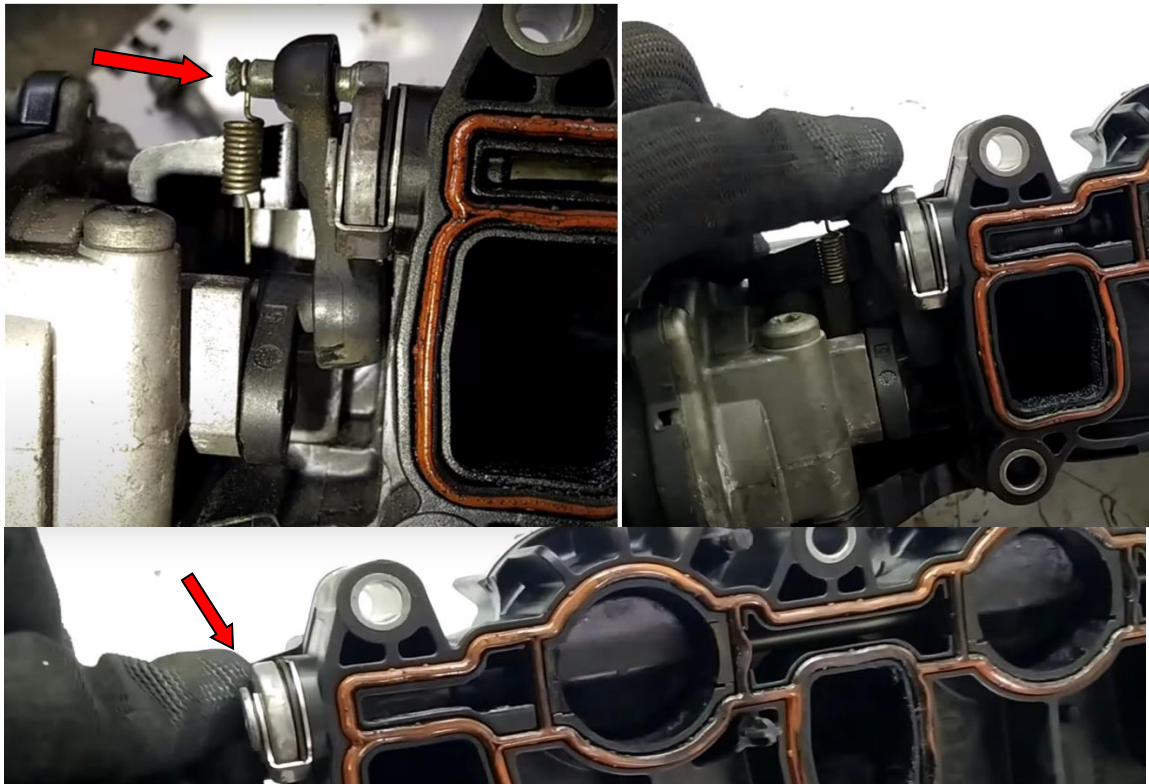
Nakon što se oslobodila i skinula usisna grana, kao što je prikazano na slici br. 39, pregledalo se stanje zaklopki. Nakon što se otklonila prvobitna sumnja da su zaklopke blokirane od čađi, i da je stanje bilo „bolje od očekivanog“, što se vidi na slici br. 40, krenulo se dalje s traženjem uzroka zbog kojeg se greška pojavila.



Slika 40: Provjera zaklopki od čađi

Položaj zaklopki bio je reguliran elektromotorom, a unutar njega je bio senzor položaja. Započela je provjera mehaničkim pritiskom na polugicu koja je označena na slici br. 41. Pritiskom na polugicu provjerilo se kretanje zaklopki tj. jesu li možda bile mehanički blokirane.

Nakon što je polugica pritisnuta, zaklopke su se zatvorile, a nakon otpuštanja ponovo otvorile što je ukazalo na to da su i u tom pogledu mehanički još uvijek bile funkcionalne, tj. da nisu blokirane.



Slika 41: Polugica na elektromotoru koja regulira položaj zaklopki

Nakon mehaničke provjere funkcionalnosti, detaljnijim pregledom iskusnog mehaničara došlo se do saznanja da zaklopke nisu bile u potpunosti otvorene, već su se zatvorile za par stupnjeva, što je rezultiralo greškom.

Pravilne potpuno otvorene zaklopke stajale su pod kutom od 90° (u normalnom stanju vozila, zaklopke moraju biti potpuno otvorene kada je vozilo ugašeno), što je vidljivo na slici br. 42. Kut je označen plavim crtama za zatvorene zaklopke kada prst mehaničara nije bio na polugici.



Slika 42: Krivi položaj zaklopki - zaklopke se zatvaraju "padaju" za nekoliko stupnjeva

Pritiskom na polugicu se još jednom provjerio utvrđeni problem te su se zaklopke očekivano vratile u normalno stanje otvorenosti, kao što je prikazano na slici br. 43. Time je zaključno da su se zaklopke ili „leptiri“ zamaknuli od normalnog stanja, a samim time je pozicija poluge elektromotora otišla izvan tolerancije. Senzor pozicije zaklopki nije iščitao u kojem su se položaju one nalazile i automatski se pojavila greška motora na instrumentalnoj ploči vozila.



Slika 43: Prikaz pravilnog položaja potpuno otvorenih zaklopki

U navedenom slučaju, bilo je potrebno zamijeniti usisnu granu, po cijeni od 3.000 kn za navedeno vozilo. Stoga se pokušalo improvizacijom riješiti problema radi smanjenja troškova i ubrzanja postupka registracije vozila.

### 7.3. Otklon kvara

Problem se pokušao riješiti izradom graničnika položaja koji je držao zaklopke u prvobitnom položaju, čime se dobio hod elektromotora kakav je nekada bio.

Za početak je bilo potrebno odvojiti motor od usisne grane skidanjem tri vijka koja su vidljiva na slici br. 44 koja se držala elektromotor na mjestu pričvršćenim za usisnu granu, kao što je vidljivo na slici br. 45. Pri skidanju se držalo opreza u slučaju gubljenja oprugice.



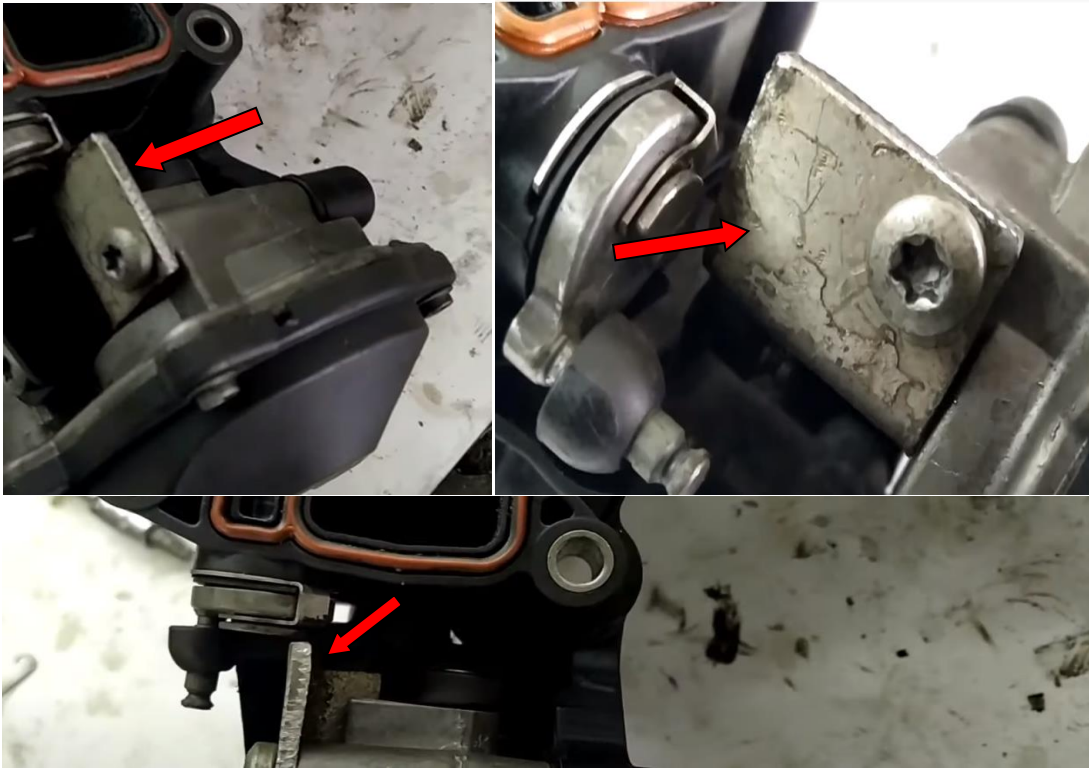
Slika 44: Početak odvajanja elektromotora od usisne grane – skidanje vijaka



Slika 45: Mjesto pričvršćenja elektromotora sa usisnom granom

Kada se sve razmontiralo, napravljen je mali lagano zakrivljeni komadić od metala tzv. graničnik, vidljiv i označen na slici br. 46 koji je držao zaklopke u prvobitnom položaju, a na koji se naslanja polugica od motora, kao što je vidljivo na slici br. 47 i na taj način nije bilo

dozvoljeno zaklopkama da budu otvorene ili zatvorene izvan mjenog položaja senzora pozicije.



Slika 46: Napravljeni graničnik položaja



Slika 47: Graničnik na koji se naslanja polugica motora

Nakon toga, kao što se vidi na slici br. 48, zaklopke su ponovno bile pod kutom od 90° što je bio ispravan položaj, stoga senzor položaja više nije predstavljao problem.



Slika 48: Prikaz ispravnog položaja zaklopki (kut od 90°)

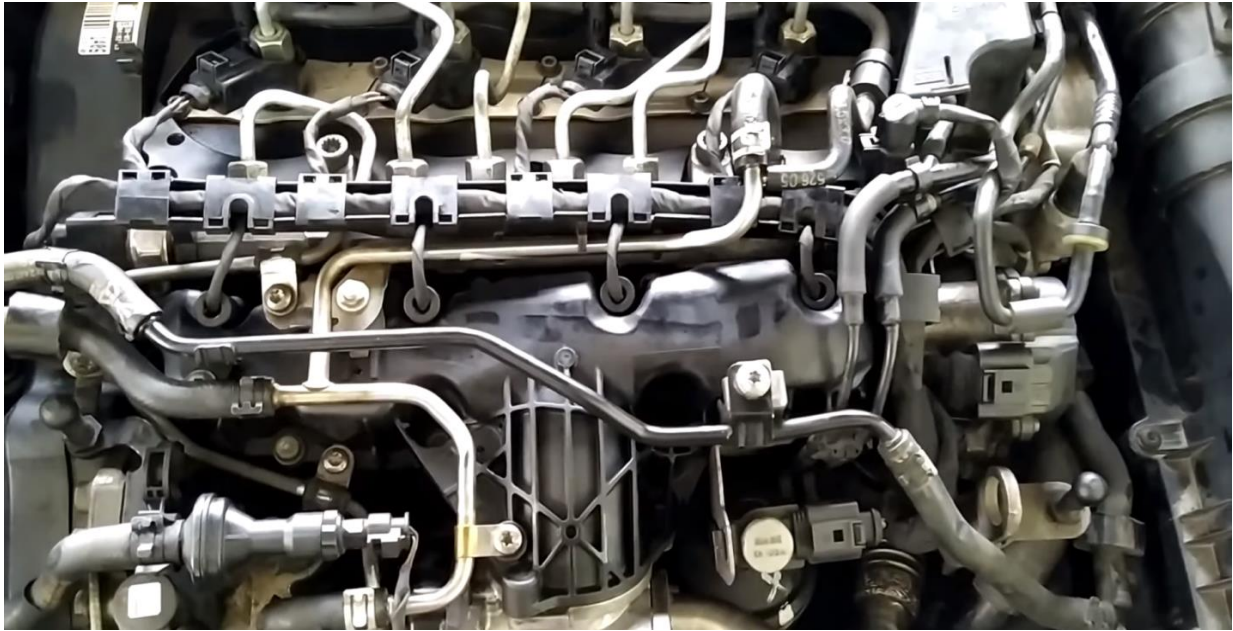
Nakon toga, montirala se usisna grana, kao što je prikazano na slici br. 49.



Slika 49: Proces montaže usisne grane



Nakon što je montirana usisna grana i sve je bilo vraćeno na mjesto, kao što je prikazano na slici br. 50, slijedio je povratak dijagnostičkom uređaju.



Slika 50: Montirana usisna grana

Nakon završene montaže usisne grane, sve je bilo za startanje motora, a vozilo se upalilo bez problema, pri čemu lampica motora nije bila upaljena.

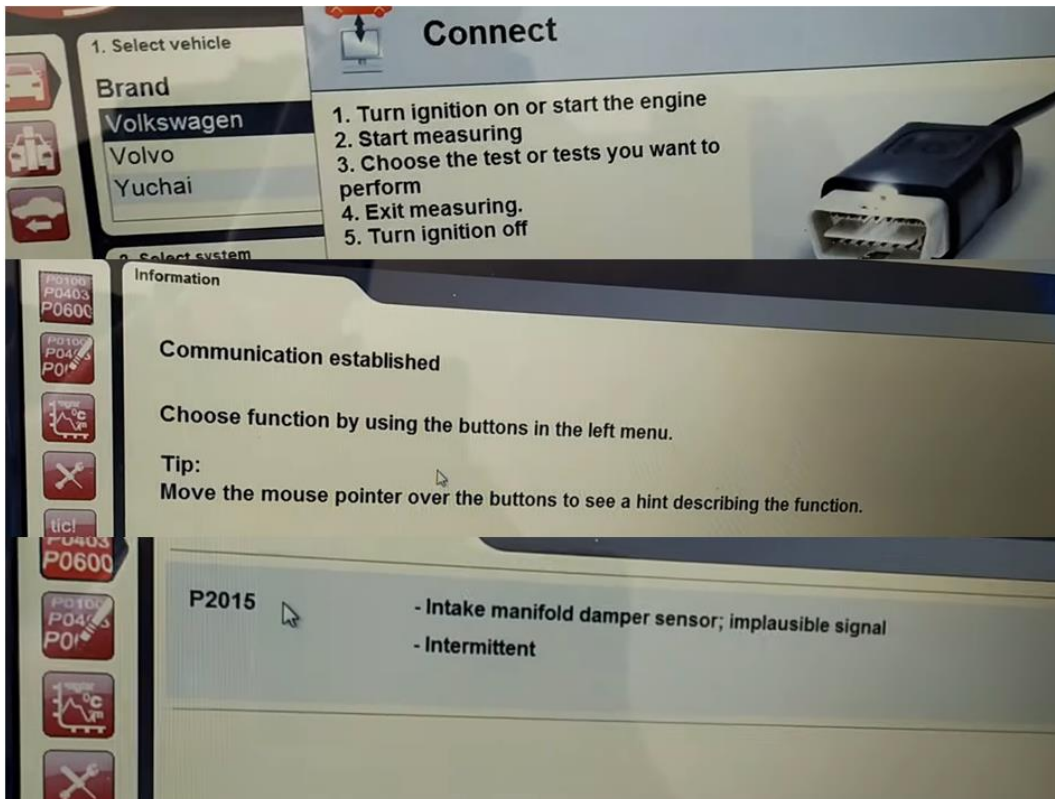
#### 7.4. Brisanje greške iz računala vozila



Slika 51: Kontrolna tabla u automobilu nakon popravka - bez grešaka

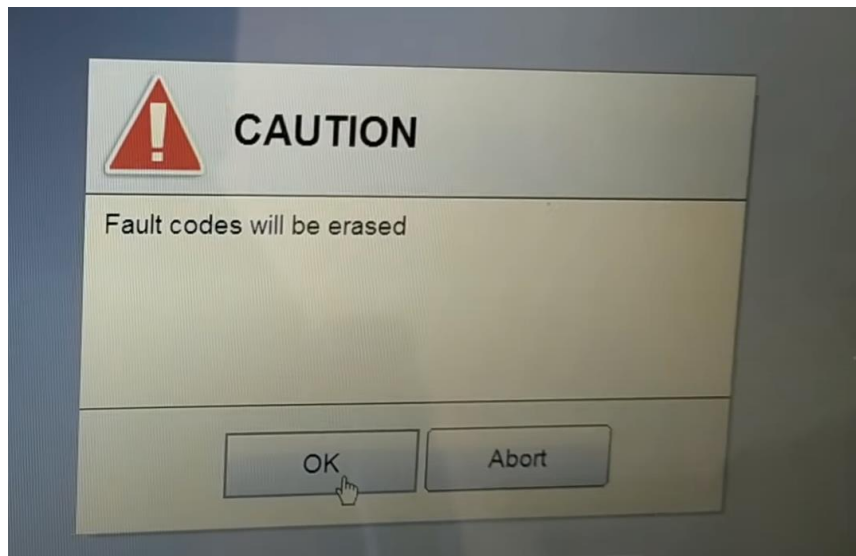
Iako lampica greške motora nije bila upaljena, kao što je vidljivo na slici br. 51, i dalje je bila zapamćena u memoriji vozila. Sljedeći korak je bio brisanje greške motora iz računala vozila.

Dijagnostički uređaj se ponovno povezoao sa automobilom, pri čemu je greška i dalje bila zapamćena u memoriji vozila, kao što je vidljivo na slici br. 52. Cilj je bio brisanje greške iz memorije računala vozila.



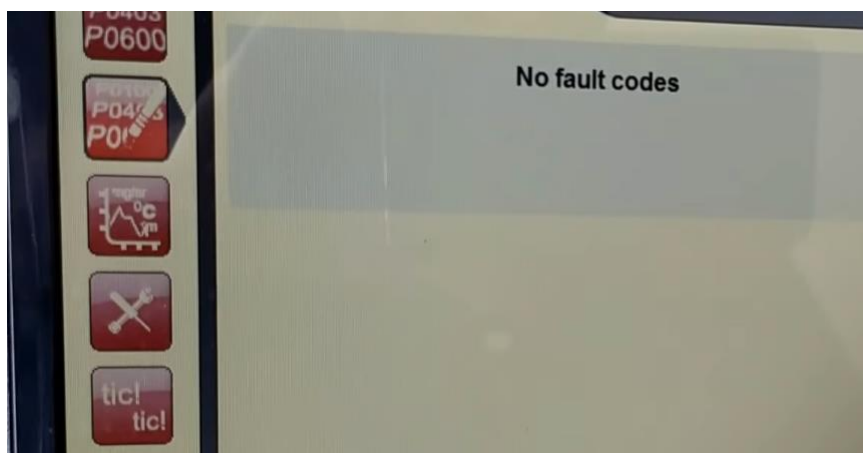
Slika 52: Provjera memorije vozila

U padajućem izborniku sa lijeve strane, bio je vidljiv drugi po redu kvadratić na kojem je nacrtana gumica koja briše. Klikom na nju otvorio se prozor za potvrdu o brisanju grešaka, nakon odabira ponuđene opcije „OK“, kao što je prikazano na slici br. 53.



Slika 53: Potvrda za brisanje grešaka

Nakon potvrdnog odabira, prikazanog na slici br. 54, vidi se da je greška uspješno izbrisana, što znači da je posao dobro napravljen, time je postignuta znatna ušteda novca i omogućeno da vlasnik vozila napravi žurni tehnički pregled.

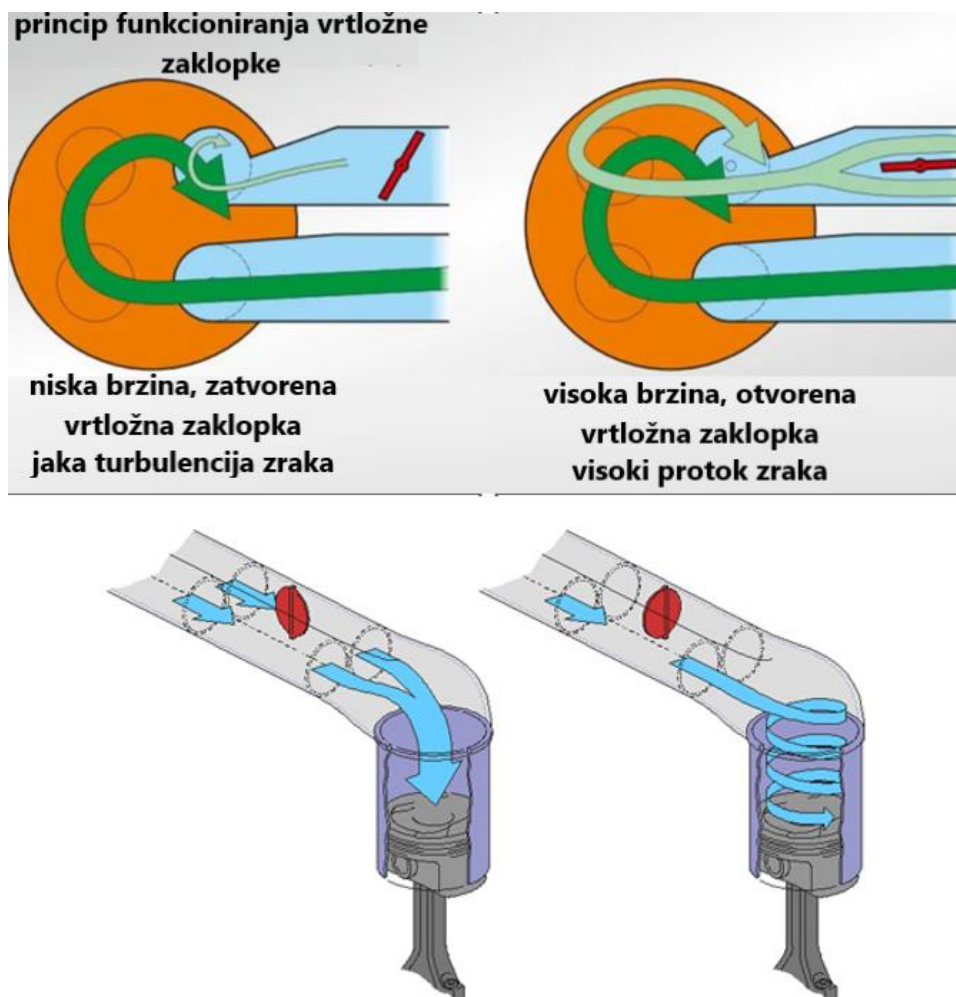


Slika 54: Potvrda da su greške izbrisane

## 7.5. Funkcija zaklopki

Tzv. vrtložna zaklopka je mali leptir ventil koji se postavlja na četverotaktne motore s unutarnjim izgaranjem. Instalira se unutar ili neposredno ispred usisnog otvora cilindra, omogućavajući prigušivanje protoka zraka njegovog usisnog otvora, uzrokujući vrtlog u usisnom otvoru. Vrtlog poboljšava proces miješanja zraka i goriva u motorima s izravnim

ubrizgavanjem, a obično su to dizel motori koji rade u uvjetima niskog opterećenja. Položaj vrtložne zaklopke podešava se električnim ili vakuumskim servo mehanizmom koji je pod kontrolom sustava upravljanja motorom. U tipičnoj izvedbi zaklopke će biti zatvorene u praznom hodu, stvarajući dodatnu turbulenciju u usisavanju. Kako se broj okretaja motora povećava, zaklopke se postupno otvaraju sve dok, na oko 2.000 o/min, ne budu paralelne s protokom zraka i ne predstavljaju praktički nikakav otpor, a princip rada zaklopki prikazan je na slici br. 55. Glavna funkcija zaklopki je da mora osigurati da zrak koji ulazi u cilindar bude dovoljno turbulentan za dobro miješanje goriva i zraka čak i pri niskim brzinama motora. To pomaže u smanjenju emisija i može pomoći poboljšanju niskog okretnog momenta.



Slika 55: Princip rada zaklopki

Izvor: [https://i91.photobucket.com/albums/k282/doggydaily/flapsmod\\_zps752cc2c8.jpeg](https://i91.photobucket.com/albums/k282/doggydaily/flapsmod_zps752cc2c8.jpeg) i <https://i692.photobucket.com/albums/vv282/chrisgair/Miscellaneous/SwirlFlapPrinciple.jpg>

## **Nedostaci zaklopki:**

Neki od sustava dizajnirani su tako da mogu imati i nedostatke koji su uglavnom povezani s onečišćenjem od recirkulacije ispušnih plinova, što ostavlja naslage čađi na zaklopkama i unutrašnjosti usisnog razvodnika, samim time blokira zaklopke te sprječava protok zraka što rezultira gušenjem motora. Tijekom vremena zakrilca se mogu početi zadržavati u jednom položaju i sustav upravljanja motorom može prijaviti kod „greška motora“ kao u našem slučaju. U slučaju blokade zaklopki na način da nema dovoljnog protoka zraka, gubitak tlaka pred nabijanja može oštetiti druge komponente kao što je npr. EGR ventil.

Potrebno je spomenuti da se zaklopke u nekim slučajevima znaju odlomiti, a usisane polomljene zaklopke uzrokuje totalno uništenje motora i zahtijeva potpuni popravak ili zamjenu.

Možemo zaključiti da ukoliko nam zaklopke rade probleme čak i da se skinu u potpunosti neće se ništa značajno promijeniti u pogledu performansi našeg vozila, jer senzor neće dati signal i upravljačka jedinica motora neće zabilježiti njihovu odsutnost tj. pojednostavljeno rečeno neće nam se pojaviti „greška motora“ koja je stvorila probleme kao u našem slučaju.

## **7.6. Kupovne varijante nosača za otklon greške P2015**

Važno je za napomenuti da postoje i razno razne kupovne izvedbe nosača koji služe za zavaravanje senzora tako što drže zaklopke otvorenima cijelo vrijeme, na istom principu je napravljen tzv. improvizirani graničnik položaja.

Primjer kupovne izvedbe nosača možemo vidjeti na slici br. 56



Slika 56: Primjer izvedbe kupovnih nosača specijaliziranih za otklon greške P2015 i mjesto postavljanja  
Izvor: <https://www.njuskalo.hr/motor-pogonski-dijelovi/greska-p2015-intake-manifold-flap-position-oglas-27228194>

Takve vrste nosača su malo teže dostupne, više manje ih je potrebno naručiti putem interneta, ali su relativno jeftine od c.c.a 100-200 kn i jednostavne za montažu.

Postoji samo jedan način postavljanja nosača pa postupak nije kompliciran. Nosač se postavi ispod kraka senzora, nakon čega se oprugica vrati nazad na svoje mjesto, kada je sve na mjestu zategne se jedan vijak na sklopu tako da se nosač ne može pomaknuti. U početku ga se zategne samo rukom i provjeri da rupa za drugi vijak nije blokirana.

Nakon toga koristeći ista tri vijka i rupe za vijke, senzor se ponovno postavlja na njegovo mjesto. Izvršena je provjera je li oprugica zakačena natrag na senzor i osovinu na razvodniku, nakon čega se upali motor i greška bi trebala nestati.

### **7.7. Cost-benefit analiza ušteda korištenjem dijagnostičkog softvera DELPHI**

Dijagnostički softver Delphi pokazao se kao izuzetno kvalitetan alat sa potpunom funkcionalnošću koja zadovoljava sve potrebe jednog boljeg servisnog centra. Iako isti spada u generičke alate to je izuzetna prednost obzirom da isti može raditi s 48 marki automobila i 4 tisuće modela vozila. Dijagnostički paket Delphi definitivno je opravdao svoju široku primjenu i „dobre recenzije“ na našim područjima i šire.

Svi programi za Delphi instalirani su na računalu za Windows operacijske sustave, XP, Vista, 7 ili 8. Svi oni imaju intuitivno sučelje, a jedna od ključnih prednosti naspram drugih

dijagnostičkih softvera je da Delphi uređaj može raditi s programom WOW (eng. „Wurth Online World“) koji je velika baza podataka za veliku većinu automobila na tržištu.

DelphiDS150 također nudi mogućnost pregledavanja priručnika za popravak raznih osobnih i teretnih vozila, nudi različita rješenja i sheme za montažu dijelova. Na taj način se znatno skraćuje vrijeme dijagnosticiranja i samog popravka kvara što automatski osigurava vremensku i novčanu uštedu.

Uspoređujemo li dijagnostički paket Delphi sa ostalim dijagnostičkim alatima koji imaju manje sofisticirane softvere i ograničenu primjenu, Delphi je definitivno jedan od kvalitetnijih dijagnostičkih alata gledano u omjeru cijene i kvalitete. Ukratko Delphi ima sve što je potrebno za uspješnu dijagnostiku, uz jednostavan i brz otklon grešaka.

U sektoru automobilske industrije, odluka o popravku ili zamjeni nekog dijela ima najčešće dva sudionika, a to su mehaničar kao iskusni savjetodavac i vlasnik vozila kao donositelj konačne odluke. Ovisno o vozilu i njegovoj uporabi, vlasnik vozila donosi krajnju odluku koja mu najviše koristi.

Upravo tu su ekonomska ušteda i brzina popravka bila su dva ključna čimbenika. Vlasniku automobila dan je izbor da se naruči i zamijeni cijela usisna grana, što je uobičajeno rješenje za takav kvar u ovlaštenom servisu i da na taj popravak ima garanciju ili da drugi serviser po svom slobodnom izboru riješi kvar.

### **Podaci koji su prevagnuli za donošenje odluke o načinu popravka:**

Tablica 3: Podaci o cijeni i vremenu kod zamjene usisne grane

<b>Nova usisna grana:</b>
Nova usisna grana: 3.000 kn
Vremenski period popravka: c.c.a 2 tjedna (obzirom da usisne grane nema na zalihi te se ista mora naručiti)
Sati rada mehaničara c.c.a 4 sata x 200 kn cijena sata rada = 800 kn
Korištenje zamjenskog vozila (srednje klase): c.c.a.14 dana x 140 kn/dan = 1960 kn
Ukupan trošak popravka vlasnika vozila i vrijeme bez automobila: 3.800 kn i 2 tjedna bez vozila, a ukoliko se vlasnik odluči i za najam vozila sveukupno će ga koštati: 5.760 kn

Tablica 4: Podaci o cijeni i vremenu improviziranog popravka

<b>Improvizirani graničnik:</b>
Improvizirani graničnik: 0 kn
Vremenski period popravka: odmah
Sati rada mehaničara: c.c.a 4 sata x 200 kn cijena sata rada = 800 kn
Ukupan trošak vlasnika vozila i vrijeme bez automobila: 800 kn i nema čekanja

U tablicama br. 3 i br. 4 dani su podaci o načinu popravka, vremenskom periodu čekanja i sveukupnom trošku vlasnika vozila. Vlasnik vozila kojem je automobil prijeko potreban odlučio se za jeftiniji i brži popravak iz tablice br. 4. Ukupan trošak klijenta je stajao 800 kn te mu je nakon nešto manje od 4 sata automobil bio gotov i spreman za preuzimanje. Kada sve to rezimiramo, birajući varijantu iz tablice br. 4, vlasnik vozila zagarantirao si je uštedu od 4.960 kn, u odnosi na varijantu iz tablice br. 3, što je definitivno opravdalo njegovu odluku.



## 8. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad popraćen je razvoj automobilske industrije od prvog praktičnog automobila davne 1885. godine pa do danas, kao i 80-ih začeo same auto dijagnostike i njenih poboljšanja, koja je sama po sebi došla kao odgovor na razne kontrole emisija te povećanje aktivne i pasivne sigurnosti korisnika uz neizbježnu sve veću prisutnost elektronike u automobilima. Od ne tako davnih 80-ih auto dijagnostika rapidno napreduje, te postaje dostupna svima koji je požele, a danas se bez nje ne može zamisliti servisiranje vozila, jer jednostavno je postala sastavni dio svakog uspješnog servisa.

Zbog naglog razvoja automobilske industrije i samim time povećanjem broja elektroničkih komponenti u automobilima te masovnog i sve većeg broja automobila na cestama ukazala se potreba za lakšim, bržim i sigurnijim održavanjem. Pojava i primjena auto dijagnostike (OBD-II), je omogućila zapis u memoriju određene elektroničke jedinice i samim time ulazak u „mozak“ automobila tj. memoriju grešaka koja olakšava pronalaženje raznih problema čak i onih koji nisu kritični za sigurnost, kao što je npr. nepravilna potrošnja goriva ili povećane emisije.

Danas se sve više ljudi odlučuje na kupnju vlastite auto dijagnostike putem interneta, koja je sama po sebi široko dostupna i puno jeftinija. Mogu se javiti i određeni problemi u dijagnosticiranju i primjeni, a kao produkt toga je u najmanju ruku nezadovoljstvo korisnika, povećani troškovi i ne riješeni problemi. Kod izbora dijagnostike potrebno je biti realan u pogledu sposobnosti korisnika, njegove informatičke pismenosti i želje za učenjem, predznanja o poznavanju strukture vozila, te po meni najvažnije sagledavanje realnog omjera cijene i kvalitete.

U praktičnom dijelu rada je korak po korak prikazan postupak dijagnostike, pronalazak i otklon greške te različite varijante uklanjanja/popravka predmetnog kvara, a sve pod vodstvom stručne osobe. Dijagnostika je vršena pomoću softverskog alata „Delphi DS150“, a dodatno je bilo potrebno prijenosno računalo s instaliranim spomenutim softverom te dijagnostički uređaj s adapterom.

U ovome radu je na praktičnom primjeru dokazano da zbog sve više ugrađene elektronike, a koja ponekad stvara nepotrebne probleme s automobilom i samim time izaziva troškove,

dolazi do sve veće potrebe za konstantnim tehnološkim poboljšanjima, baš kao i za sve boljom te naprednijom dijagnostikom, bez koje se danas ne može zamisliti servisiranje automobila.

Dijagnostika je danas drastično skratila vrijeme servisiranja, te je doslovno postala neizbježna i nezamjenjiva. Sama dijagnostika se kao grana razvija sve brže, te iziskuje neprekidno usavršavanje korisnika, a njen daljnji razvoj rapidno ide prema dijagnostici treće generacije koja će biti povezana GPS-om, te će se u svakom trenutku pod budnim okom omogućiti praćenje svih parametara automobila, od strane svake zainteresirane službe.

Kroz ovaj rad uvidjeli smo da je kontinuirani razvoj automobilske industrije, popratno zahtijevao i razvitak same auto dijagnostike, a sve kako bi se poboljšala razina sigurnosti održavajući automobile sigurnima u njihovim radnim uvjetima, čime je potvrđena hipoteza.

Također su objašnjeni razlozi, razni načini i metode kojima je auto dijagnostika značajno skratila vrijeme procesa servisiranja automobila, a samim time i smanjila troškove, čime je potvrđena hipoteza.

Sve je potkrijepljeno kroz praktični dio rada, u kojem je između ostalog dokazano da je auto dijagnostika postala nezamjenjiv dio svakog kvalitetnijeg servisnog centra. Dokazana je njena široka primjena i mnogobrojne mogućnosti koje nudi, dokazani su zadani ciljevi u radu, a sve je dodatno potkrijepljeno cost-benefit analizom koja nam sa ekonomskog aspekta potvrđuje da je primjena auto dijagnostike značajno poboljšala brzinu i kvalitetu usluga, smanjila troškove i značajno skratila vrijeme servisiranja, čime je zaslužno dokazala svoju vrijednost i nezaobilaznu primjenu u automobilskoj industriji.

## 9. LITERATURA

1. Ashcon M. (2021) Open source vehicle ECU diagnostics and testing platform, Department of Computer Science, University of Reading
2. Barker, R., Harding, A. (Eds.). (1992) Automobile Design: Twelve great designers and their work. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers,
3. Bosch R. (2007) Automotive handbook, 7th ed., Robert Bosch GmbH, Plochingen.
4. Bonnick A., Newbold D. (2011) Practical Approach to Motor Vehicle Engineering and Maintenance, 3th ed.
5. Pierburg: Emission control and OBD, @MS Motor Service International GmbH, 2008.
6. Chan, C.C.; Chau, K.T. (2012) Modern Electric Vehicle Technology. 1st ed. Oxford University Press,
7. Denton T. (2014), Automobile Electrical And Electronic Systems, 4th ed., Arnold, Oxford.
8. Dowlen, C. (2012) Creativity in car design – the behaviour at the edges Paper presented at the The 2nd International Conference on Design Creativity (ICDC2012), Glasgow, UK, str. 60-88
9. Georgano, N., Sedgwick, M., Ason Holm, B. (2001) Cars 1930 - 2000: The birth of the Modern Car. New York: Todtri.
10. Schaffer, F., (2009.) Dijagnoza vozila uz pomoć OBD, OBD-I, OBD-II, kao i KW 1281, Njemačka
11. Kahnt M. (2009), USB flash drive on a microcontroller, Embedded Projects Journal, Issue 4
12. Kondić, V., Horvat, M., Maroević, F. (2013) Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila, Tehnički glasnik 7,
13. Krstić, B., Krstić, V., Krstić, I. (2014) Automatizacija procesa dijagnostike motornih vozila, Konferencija „Održavanje“, BiH
14. Krstić, B., Krstić, V., Krstić, I. (2009) Dijagnostika vozila kao osnova njihovog održavanja, Poljoprivredna tehnika,
15. Matijević, V., Poljak, P., Petrović, V. (2010) Suvremeni sistemi za dijagnostiku vozila, INFOTEH – JAHORINA, Beograd,

16. Richter H. (2005), Elektronik und Datenkommunikation im Automobil, Technical Report, Institute for Informatics, Clausthal University of Technology, Clausthal,
17. Rubenstein, J. M. (2011) Making and Selling Cars: Innovation and Change in the U.S. Automotive industry. 1st ed. The Johns Hopkins University Press,
18. Selig, M. (2010) The Development of a New Automotive Diagnostic Approach, Master thesis, University of Huddersfield,.
19. Winner H., Hakuli S., Wolf G. (2009) Handbuch Fahrerassistenzsysteme, 1. Aufl., Vieweg Verlag
20. You S., Krage M., Jalics L. (2005) Overview of Remote Diagnosis and Maintenance for Automotive Systems, SAE World Congress, Detroit.

## WEB LITERATURA:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=B1bRQKtEcNY&t=4s>
2. <https://hr.man-trailer.com/4203099-why-pour-alcohol-into-the-gas-tank-alcohol-in-the-tank-to-remove-water-condensate>
3. <https://autostart.24sata.hr/magazin/istrazili-smo-ovo-su-najcesci-kvarovi-na-automobilima-6838>
4. <https://www.amazon.com/>
5. <https://www.carthrottle.com/post/what-are-cotton-air-filters-and-are-they-worth-it/>
6. <https://manuals.plus/bs/ozito/priru%C4%8Dnik-za-%C4%8Dita%C4%8D-obd2-kodova#axzz7YMFJZztu>
7. <https://www.snapon.com/EN/US/Diagnostics/News-Center/CAN-Bus>
8. <https://www.kmpdrivetrain.com/paddleshift/practical-tips-can-bus/>
9. <https://www.picoauto.com/library/automotive-guided-tests/can-l-h/>
10. [https://www.agcoauto.com/content/news/p2\\_articleid/294](https://www.agcoauto.com/content/news/p2_articleid/294)
11. <https://manuals.plus/bs/ozito/priru%C4%8Dnik-za-%C4%8Dita%C4%8D-obd2-kodova#axzz7YMFJZztu>
12. <https://www.slideshare.net/HALFROHREICH/planned-maintenance-9448076>
13. <https://alatnica.home.blog/2019/06/05/troskovi-korektivnog-i-preventivnog-odrzavanja-tehnickih-sistema/>
14. <https://avtotachki.com/bs/chto-takoe-sistema-vpuska-avtomobilya/>
15. <https://www.autonet.hr/arhiva-clanaka/sustav-usisa>
16. <https://blog.fcpeuro.com/how-to-fix-a-volkswagen-tdi-intake-flap-cel-p2015>
17. <http://opendesigngroup.blogspot.com/2015/09/autodijagnostika-elm-327-v15-obd2-i.html>
18. ISO 15031-6:2015, [www.iso.org](http://www.iso.org)

## POPIS SLIKA

Slika 1: Osnovna podjela održavanja.....	5
Slika 2: Podjela preventivnog održavanja .....	6
Slika 3: Tok korektivnog održavanja .....	9
Slika 4: Odnos troškova između preventivnog i korektivnog održavanja .....	10
Slika 5: Ilustrativni prikaz evolucije vozila po godinama.....	11
Slika 6: Fordov „T-model“ .....	13
Slika 7: Tijek OBD dijagnostike.....	23
Slika 8: 16-pinski OBD-II konektor u automobilu .....	25
Slika 9: Značenje kodova kvarova .....	29
Slika 10: Sabirnica mreže kontrolera CAN u inteligentnom vozilu, gdje se informacije iz upravljačkih elektroničkih jedinica prikupljaju na CAN sabirnici preko CAN čvorova .....	32
Slika 11: izgled CAN Low-a i CAN High-a .....	32
Slika 12: Brzina prijenosa informacija CAN-a .....	33
Slika 13: CAN low i CAN high dijagram komunikacija.....	34
Slika 14: Arbitražna poruka CAN-a.....	35
Slika 15: Primjer valnog oblika signala unutar "okvira" .....	36
Slika 16: Ilustrativni prikaz sužavanja dijagnostičkog procesa.....	37
Slika 17: Začepljeni filter zraka iz vozila koje je imalo problema sa nedostatkom snage, nečistoće blokiraju velik dio protoka zraka u motor .....	39
Slika 18: Dijagnostika dimom - locirano mjesto proboja zraka.....	41
Slika 19: Prikaz puknuća vakuumske cijevi .....	41
Slika 20: Metoda dijagnostike propusnosti zraka pomoću vode .....	42
Slika 21: Nakupljena voda na dnu rezervoara goriva.....	44
Slika 22: Uređaj za ispitivanje svjećica .....	45
Slika 23: Prikaz principa rada uređaja za testiranje svjećica .....	45
Slika 24: Usporedba neispravne stare i nove svjećica .....	46
Slika 25: Alat za skeniranje „General Motorsa - Tech 2“ .....	50
Slika 26: Alat „OTC Pegisys 3825JT“ .....	51
Slika 27: Globalni dijagnostički uređaj „ELM327“ .....	52
Slika 28: VW Passat B6 CR TDI 2.0 .....	55

Slika 29: Dijagnostički set „Delphi DS150“ .....	56
Slika 30: Kontrolna tabla sa upaljenom lampicom greške motora .....	57
Slika 31: Lokacija OBD-II priključka na vozilu VW Passat .....	57
Slika 32: Spajanje dijagnostičkog alata „Delphi DS150“ sa vozilom .....	58
Slika 33: Sučelje softvera „Delphi DS150“ .....	58
Slika 34: Potvrda uspostavljene veze automobila sa dijagnostičkim uređajem.....	59
Slika 35: Greška "P2015" iz programa.....	59
Slika 36: Pokušaj brisanja nađene greške .....	61
Slika 37: Elektromotor unutar kojeg se nalazi senzor položaja .....	61
Slika 38: Početak demontaže usisne grane .....	62
Slika 39: Skinuta usisna grana .....	63
Slika 40: Provjera zaklopki od čađi .....	63
Slika 41: Polugica na elektromotoru koja regulira položaj zaklopki.....	64
Slika 42: Krivi položaj zaklopki - zaklopke se zatvaraju "padaju" za nekoliko stupnjeva .....	65
Slika 43: Prikaz pravilnog položaja potpuno otvorenih zaklopki.....	66
Slika 44: Početak odvajanja elektromotora od usisne grane – skidanje vijaka .....	67
Slika 45: Mjesto pričvršćenja elektromotora sa usisnom granom .....	67
Slika 46: Napravljeni graničnik položaja .....	68
Slika 47: Graničnik na koji se naslanja polugica motora .....	68
Slika 48: Prikaz ispravnog položaja zaklopki (kut od 90°).....	69
Slika 49: Proces montaže usisne grane.....	69
Slika 50: Montirana usisna grana .....	70
Slika 51: Kontrolna tabla u automobilu nakon popravka - bez grešaka .....	70
Slika 52: Provjera memorije vozila.....	71
Slika 53: Potvrda za brisanje grešaka.....	72
Slika 54: Potvrda da su greške izbrisane.....	72
Slika 55: Princip rada zaklopki.....	73
Slika 56: Primjer izvedbe kupovnih nosača specijaliziranih za otklon greške P2015 i mjesto postavljanja.....	75

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1: Opis svakog pojedinog pina na OBD-II konektoru.....	26
Tablica 2: Pojednostavljena usporedba između OBD-I i OBD-II.....	27
Tablica 3: Podaci o cijeni i vremenu kod zamjene usisne grane.....	76
Tablica 4: Podaci o cijeni i vremenu improviziranog popravka .....	77

## **POPIS PRILOGA**

Prilog 1: Popis kodova grešaka pogonskog sklopa



## Prilog: Popis kodova grešaka pogonskog sklopa

Kod greške	Komponenta	Opis
P146D00	Grijanje adblue spremnika 1 povratna poruka	Spoj na plus
P146F00	Grijanje adblue spremnika 2 povratna poruka	Spoj na plus
P200000	NO <sub>x</sub> katalizator red 1	Pogrešna funkcija
P202A00	Grijanje adblue spremnika	Prekid
P202B00	Grijanje adblue spremnika	Spoj na masu
P202C00	Grijanje adblue spremnika	Spoj na plus
P203A00	Senzor razine adblue spremnika	Električna greška
P203B00	Senzor razine adblue spremnika	Signal nije plauzibilan
P203C00	Senzor razine adblue spremnika	Spoj na masu
P203D00	Senzor razine adblue spremnika	Spoj na plus
P204700	Ventil za doziranje adblue aditiva red 1	Prekid
P204800	Ventil za doziranje adblue aditiva red 1	Spoj na masu
P204900	Ventil za doziranje adblue aditiva red 1	Spoj na plus
P204F00	Adblue sustav (red 1)	Pogrešna funkcija
P205B00	Temperatura adblue spremnika	Signal nije plauzibilan
P206B00	Upravljački uređaj adblue - kontrola kvalitete	Napon izvan područja
P208B00	Navođenje transportne pumpe adblue aditiva	Signal nije plauzibilan
P208C00	Navođenje transportne pumpe adblue aditiva	Spoj na masu
P208D00	Navođenje transportne pumpe adblue aditiva	Spoj na plus
P208E00	Ventil za doziranje adblue aditiva red 1	Komponenta ostaje zatvorena
P208B700	Izlazni stupanj grijanja adblue spremnika	Spoj na masu
P20B800	Izlazni stupanj grijanja adblue spremnika	Spoj na plus
P20B900	Navođenje grijanja adblue spremnika 1	Prekid
P20BB00	Navođenje grijanja adblue spremnika 1	Spoj na masu
P20BC00	Navođenje grijanja adblue spremnika 1	Spoj na plus
P20BD00	Navođenje grijanja adblue spremnika 2	Prekid
P20BF00	Navođenje grijanja adblue spremnika 2	Spoj na masu
P20C000	Navođenje grijanja adblue spremnika 2	Spoj na plus
P20D800	Dorada ispušnih plinova naknadnog ubrizgavanja	Postignuta granica regulacije
P20E800	Adblue	Prenizak tlak
P20E900	Adblue	Previsok tlak
P20EA00	Upravljački uređaj adblue upravljanje glavnim relejom	Prerano isključivanje
20FA00	Aktiviranje adblue potisnu crpku 2	Prekid

P20FB00	Aktiviranje adblue potisnu crpku 2	Mehanička greška
P20FC00	Aktiviranje adblue potisnu crpku 2	Spoj na masu
P20FD00	Aktiviranje adblue potisnu crpku 2	Spoj na plus
P21C700	Glavni relej grijanja adblue aditiva	Električna greška
P21C800	Adblue sustav doziranja releja	Spoj na masu
P21C900	Aktiviranje adblue potisnu crpku 2	Spoj na plus
P226C00	Turbo punjač	Premali broj okretaja
P22CF00	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Aktivacija - nevjerođostojnost
P22D000	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Aktivacija - nevjerođostojnost
P22D100	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Aktivacija - nevjerođostojnost
P22D200	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Komponenta zaglavljena - otvoreno
P22D300	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Komponenta stegnuta zatvoreno
P22D400	Turbo punjač senzor položaja turbina	Električna greška
P22D500	Turbo punjač senzor položaja turbina	Signal nije plauzibilan
P22D600	Turbo punjač senzor položaja turbina	Spoj na masu
P24A700	Crpka za rashladno sredstvo hladnjaka povrata ispušnih plinova	Prekid
P24A800	Crpka za rashladno sredstvo hladnjaka povrata ispušnih plinova	Komponenta steže
P24A900	Crpka za rashladno sredstvo hladnjaka povrata ispušnih plinova	Spoj na masu
P24AA00	Crpka za rashladno sredstvo hladnjaka povrata ispušnih plinova	Spoj na plus
P24AB00	Crpka za rashladno sredstvo hladnjaka povrata ispušnih plinova	Komponenta teško radi
P24AE00	Senzor čestica	Električna greška
P24B000	Senzor čestica	Spoj na masu
P24B100	Senzor čestica	Spoj na plus
P24B300	Grijanje - senzor čestica	Prekid/električna greška
P24B500	Grijanje - senzor čestica	Spoj na masu
P24B600	Grijanje - senzor čestica	Spoj na plus
P24C600	Senzor temperature za senzor čestica	Električna greška
P24C700	Senzor temperature za senzor čestica	Signal nije plauzibilan