

Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila

Kovač, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:864699>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-08**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 308/PS/2019

Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila

David Kovač, 1519/336

Varaždin, rujan 2019. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za strojarstvo

Završni rad br. 308/PS/2019

Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila

Student

David Kovač, 1519/336

Mentor

Živko Kondić, prof.dr.sc.

Varaždin, rujan 2019. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za strojarstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo		
PRISTUPNIK	David Kovač	MATIČNI BROJ	1519/336
DATUM	29.05.2019.	KOLEGIJ	ODRŽAVANJE INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA
NASLOV RADA	Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Application of diagnostics in maintenance of motor vehicles		
MENTOR	prof.dr.sc. Živko Kondić	ZVANJE	red.prof.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Antun Stoić, redoviti profesor u TZ		
	2. prof.dr.sc. Živko Kondić, redoviti profesor		
	3. Marko Horvat, dipl.ing., predavač		
	4. Veljko Kondić, mag. ing. mech., predavač Marko Horvat, dipl.ing., predavač		
	5. _____		

Zadatak završnog rada

BROJ	308/PS/2019
OPIS	U završnom radu potrebno je: <ul style="list-style-type: none">- Objasniti osnove preventivnog i korektivnog održavanja.- Nakon toga opisati posebni postupak preventivnog održavanja "održavanje po stanj" te mjesto i ulogu dijagnostike u ovom vidu održavanja.- Objasniti mjesto i ulogu norme HRN EN 13306:2017 u sustavu održavanja.- Opisati općeniti sustav održavanja motornih vozila, a zatim se posebno usmjeriti na ulogu autodijagnostike, kodovi grešaka te opis alata za autodijagnostiku.- U Praktičnom dijelu rada potrebno je prikazati na odabranom vozilu primjenu Dijagnostičkog alata Launch- U završnom dijelu rada potrebno se kritički osvrnuti na rad te ograničenja.

ZADATAK URUČEN

19.09.2019



Predgovor

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

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Živku Kondiću na pomoći i usmjeravanju u toku izrade ovog završnog rada. Isto tako zahvaljujem svim profesorima, asistentima i suradnicima na Sveučilištu Sjever.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji na pruženoj potpori tijekom studiranja.

Sažetak

Ovaj završni rad se sastoji od dva dijela:

- a) teorijskog dijela i
- b) praktičnog dijela.

Na početku prvog dijela rada pisano je općenito o održavanju te o održavanju po stanju. Detaljno je opisana razlika između preventivnog i korektivnog održavanja. U nastavku je obrađena dijagnostika kao osnova održavanja po stanju. Nakon toga je opisano održavanje automobila i razvoj autodijagnostike, a zatim su pojašnjeni kodovi grešaka te spomenuti neki od alata za dijagnostiku. Na kraju prvog dijela su podaci o stanju vozila u Hrvatskoj i budućem razvoju autodijagnostike.

U drugom (praktičnom) dijelu rada napravljeni su primjeri dijagnostike na automobilima te su opisani načini uklanjanja kvarova. Također je ukratko opisan rad sa dijagnostičkim uređajem Launch sa kojim se vršila dijagnostika.

Glavne riječi: održavanje, dijagnostika, motorna vozila, zaštita okoliša

Summary

This final paper consists of two parts:

- a) theoretical part and
- b) practical part.

At the beginning of the first part of the paper, it is generally written about maintenance and condition based maintenance. The difference between preventative and corrective maintenance is described in detail. Below is processed diagnosis as a basis for condition based maintenance. After that, the maintenance of the car and the development of auto-diagnostics are described, then the error codes are explained and some of the diagnostic tools are mentioned. At the end of the first part are data on the state of vehicles in Croatia and the future development of auto-diagnostics. In the second (practical) part of the paper, examples of car diagnostics were made and ways of troubleshooting were described. It also briefly describes the operation of the Launch diagnostic device.

Keywords: maintenance, diagnostics, motor vehicle, environmental protection

Popis korištenih kratica

OPS (CBM)	održavanje po stanju (eng. Condition Based Maintenance)
SPM	metoda udarnog impulsa (eng. Shock Pulse Method)
HRN	hrvatska norma
EN	europska norma
CEN	europski odbor za normizaciju (fr. Comité Européen de Normalisation)
SUI	s unutarnjim izgaranjem
OBD	autodijagnostika (eng. On Board Diagnostics)
ECU	upravljačka jedinica motora (eng. Engine Control Unit)
ECM	upravljački modul motora (eng. Engine Control Module)
EGR	sustav recirkulacije ispušnih plinova (eng. Exhaust Gas Recirculation)
ABS	sustav sprječavanja blokiranja kotača (eng. Anti-Lock Braking System)
AC	sustav klimatizacije (eng. Air Condition)
SRS	sustav pasivne zaštite (eng. Supplemental Restraint System)
ESP	elektronski program sigurnosti (eng. Electronical Stability Program),
MAF	senzor masenog protoka zraka (eng. Mass Airflow Sensor)
MAP	senzor apsolutnog tlaka zraka (eng. Manifold Absolute Pressure)
TPS	senzor položaja leptira gasa (eng. Throttle Position Sensor)
CKP	senzor položaja koljenastog vratila (eng. Crankshaft Position Sensor)
CMP	senzor položaja bregastog vratila (eng. Camshaft Position Sensor)
APP	senzor položaja papučice gasa (eng. Accelerator Pedal Position)
IAT	senzor temperature dovodnog zraka (eng. Intake Air Temperature)
CTS	senzor temperature rashladne tekućine (eng. Coolant Temperature Sensor)
CARB	Odbor za zračne resurse (eng. California Air Resources Board)
EPA	Agencija za zaštitu okoliša (eng. Environment Protection Agency)
CAA	Uredba o čistom zraku (eng. The Clean Air Act)
MIL	indikatorska lampica kvara (eng. Malfunction Identifier Lamp)
DCL	konektor za spajanje dijagnostičkim uređajem (eng. Data Link Connector)
DPF	filter krutih čestica (eng. Diesel Particulate Filter)
SAE	Udruga automobilskih inženjera (eng. Society of Automotive Engineers)
EOBD	europska autodijagnostika (eng. European On Board Diagnostics)
EU	Europska unija
PWM	modulacija širine pulsa (eng. Pulse Width Modulation)
VPW	varijabilna širina pulsa (eng. Variable Pulse Width)

ISO	Internacionalna organizacija za standarde (eng. International Organization for Standardization)
KWP	protokol ključnih riječi (eng. Keyword Protocol)
CAN	kontrolna mreža (eng. Controller Area Network)
HS CAN	kontrolna mreža visoke brzine (eng. High Speed Controller Area Network)
MS CAN	kontrolna mreža srednje brzine (eng. Middle Speed Controller Area Network)
DTC	greška (eng. Diagnostic Trouble Code)
CVH	Centr za vozila Hrvatske
VCI	glava koja se spaja na DCL (eng. Vehicle Communication Interface)
VIN	identifikacijski broj vozila (eng. Vehicle Identification Number)
TPMS	sustav praćenja tlaka u gumama (eng. Tyre Pressure Monitoring System)

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Održavanje	2
2.1.	Korektivno održavanje	5
2.2.	Preventivno održavanje	6
2.2.1.	Održavanje po stanju.....	8
2.2.2.	Dijagnostika u održavanju	10
2.3.	Norma HRN EN 13306:2017	12
3.	Dijagnostika u održavanju motornih vozila	13
3.1.	Općenito o motornim vozilima	13
3.2.	Održavanje motornih vozila	14
3.3.	OBD	16
3.4.	Razvoj autodijagnostike motora.....	18
3.5.	OBD-II	20
3.6.	Kodovi grešaka.....	22
3.7.	Alati za dijagnostiku.....	24
3.8.	Vozni park u Hrvatskoj i budućnost autodijagnostike	25
4.	Praktični dio	27
4.1.	Dijagnostički alat Launch.....	27
4.2.	Autodijagnostika upotrebom alata Launch	29
4.2.1.	Primjer 1.....	29
4.2.2.	Primjer 2.....	32
4.2.3.	Primjer 3.....	36
4.2.4.	Primjer 4.....	37
4.2.5.	Primjer 5.....	38
5.	Zaključak.....	41
6.	Literatura.....	43

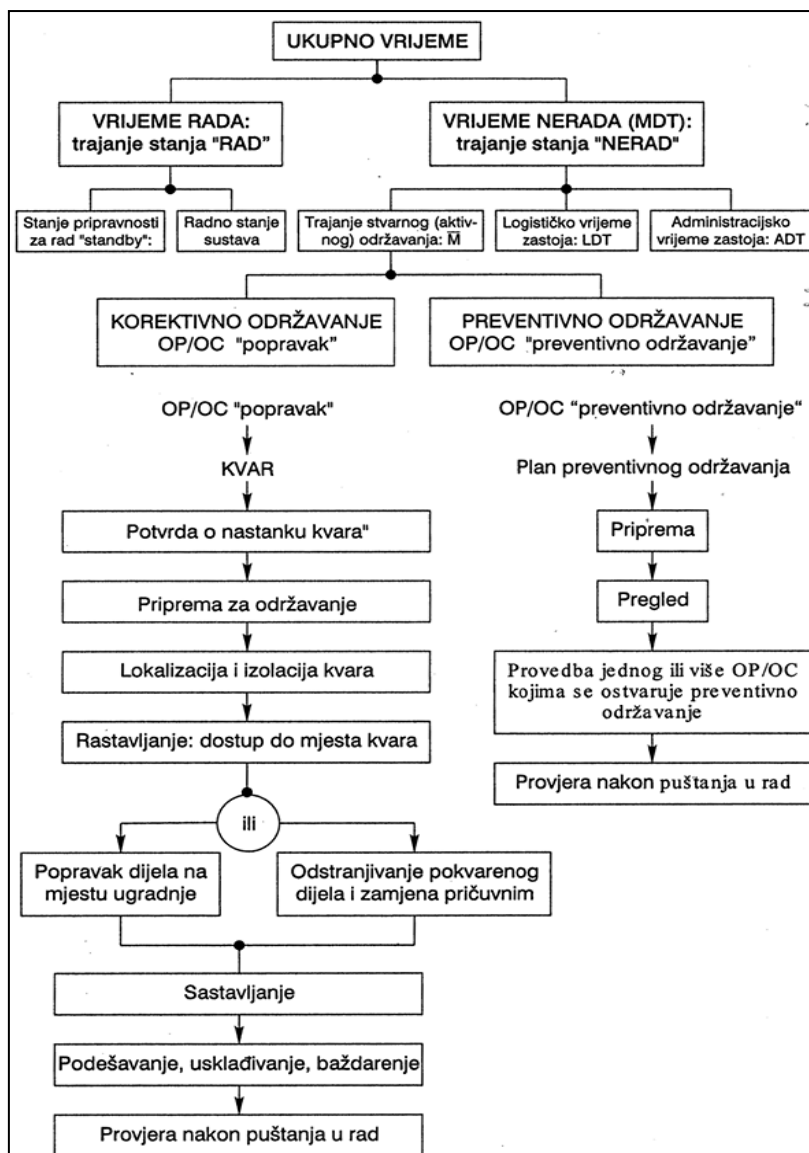
1. Uvod

Danas u modernom svijetu većina ljudi svakodnevno koristi motorna vozila da bi došli od jednog do drugog mjesta. Kako svaki tehnički sustav nije savršeno napravljen on je podložan kvarovima. Tehnički sustav može biti ispravan ili neispravan. Tako razlikujemo početne kvarove koji se javljaju na početku eksploatacije, slučajne kvarove koji se javljaju iznenada i kvarove koji nastaju zbog dotrajalosti. Pojedini sustavi se ne mogu popraviti dok je druge moguće ponovo vratiti u funkciju. Iz tog razloga postoji potreba za održavanjem koje se dijeli na korektivno, preventivno i kombinirano (korektivno-preventivno) održavanje. U pogledu održavanja motornih vozila preventivna održavanja se obavljaju u pogledu redovitih servisa, zamjene guma i sl. dok se korektivna vrše nakon pojave kvarova. Kada dođe do kvara potrebno je približno ili točno odrediti uzrok jer bi pogrešnim određivanjem uzroka kvara moglo doći do neželjenih financijskih i drugih posljedica. Unutar već spomenutog preventivnog održavanja može se razdvojiti nekoliko vrsta od kojih je jedno održavanje po stanju čiji se principi često koriste u održavanju automobila. Održavanje po stanju temelji se na praćenju stanja sastavnih elemenata te predviđanju vijeka trajanja. To je dijagnostički proces koji omogućava određivanje tehničkog stanja svih bitnih elementa ili sklopa u sustavu. Stoga je u održavanju motornih vozila nezaobilazno korištenje dijagnostičkih uređaja kojima se može predvidjeti ili otkriti uzrok kvara.

[1,2]

2. Održavanje

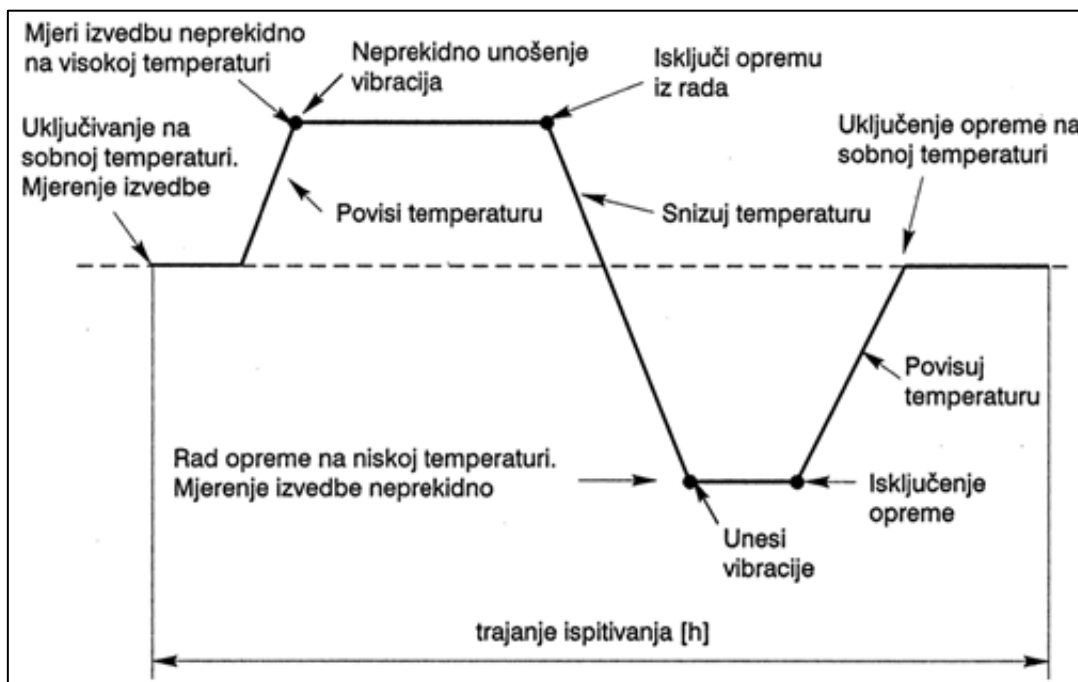
Održavanje je proces kojim se izvedba sustava u trenutku puštanja u rad zadržava na istoj razini tijekom cijelog vijeka trajanja. Vijek trajanja je vrijeme koje počinje u trenutku kad se sustav pusti u rad pa do završetka razgradnje sustava. Tehnički sustav može biti ispravan ili neispravan tj. ukupno vrijeme se dijeli na vrijeme rada i vrijeme nerada. [3]



Slika 2.1. Ukupno vrijeme sustava [3]

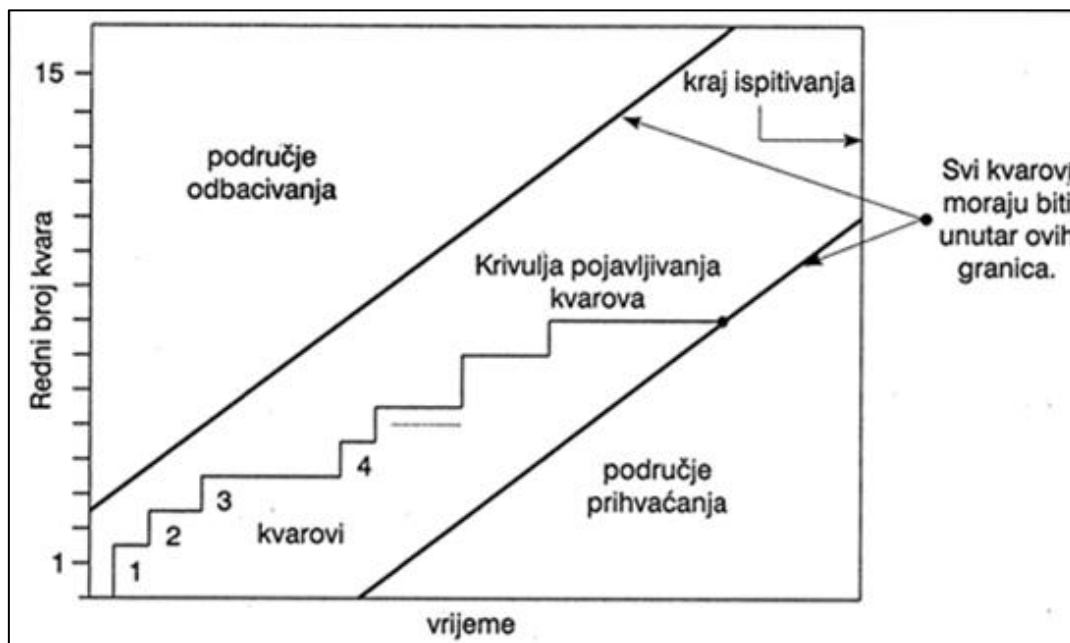
Prema slici 2.1. vidljivo je da se vrijeme rada dijeli na stanje pripravnosti za rad i radno vrijeme sustava dok se vrijeme nerada dijeli na vrijeme stvarnog održavanja, logističko i administrativno vrijeme zastoja. Od toga se održavanje dijeli na preventivno, korektivno i kombinirano (preventivno-korektivno). Iz toga je vidljiva procedura pojedine vrste održavanja. Kvarovi se najčešće javljaju zbog istrošenosti, pogreške u proizvodnji, lošeg rukovanja ili su uvedeni tijekom rada i održavanja. Zbog toga je potrebno poznavati pouzdanost sustava, a ona se

može dobiti ispitivanjem. Ispitivanje se obično vrši na prototipu sustava prema unaprijed određenom planu ispitivanja (slika 2.2.). [3]



Slika 2.2. Primjer plana ispitivanja pouzdanosti sustava [3]

Nakon završetka ispitivanja dobiva se jasna slika o pouzdanosti sustava (slika 2.3.). Krivulja pojavljivanja kvarova ovisna o vremenu mora se nalaziti unutar granica. Također pouzdanost se može odrediti i računski što ovisi o pouzdanostima pojedinih dijelova sustava i vrstama veza između njih. [3]



Slika 2.3. Prikaz završetka ispitivanja pouzdanosti [3]

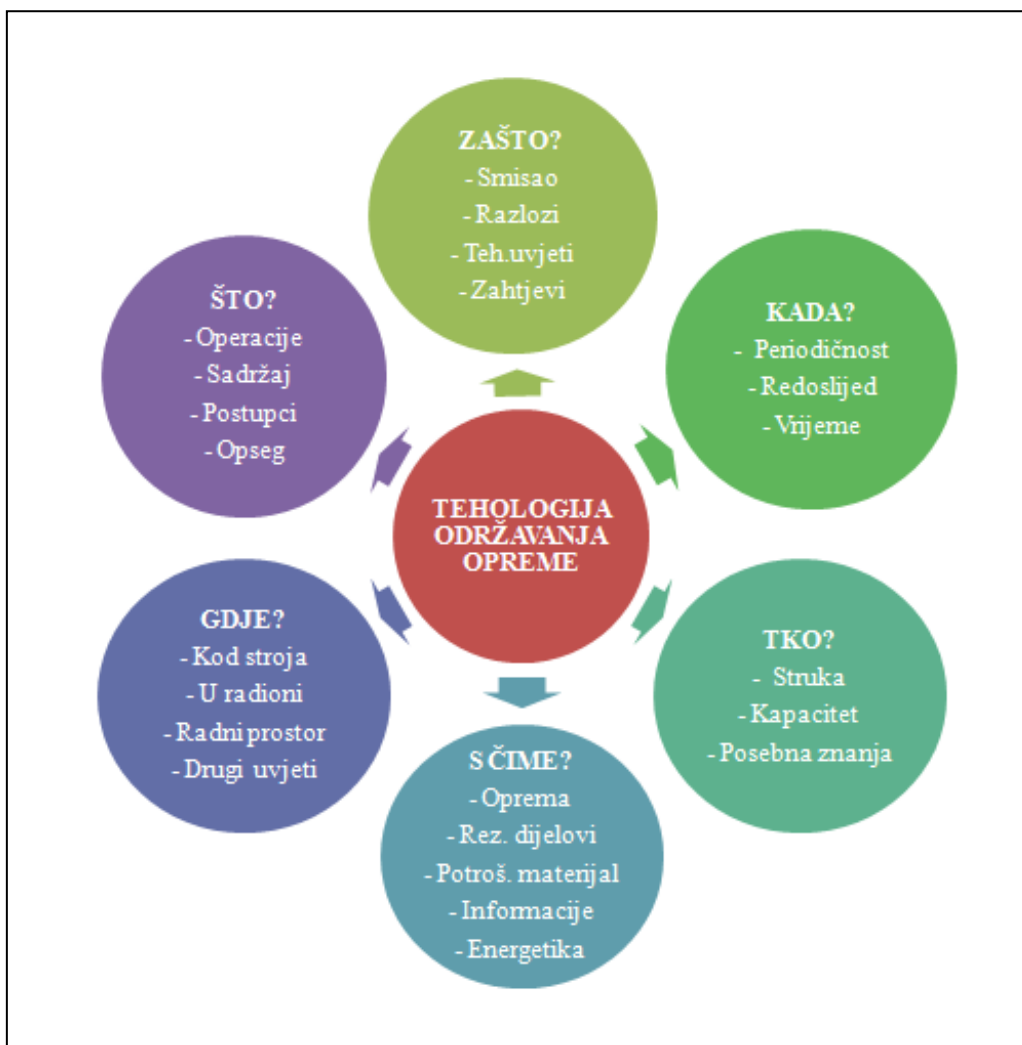
Gledajući s aspekta mjesta održavanja sustava razlikujemo tri razine:

- 1) organizacijska ili razina radnog mjesta,
- 2) srednja ili razina poduzeća i
- 3) razina proizvođača ili dobavljača. [3]

	RAZINA		
	Razina radnog mjesta	Razina poduzeća	Razina proizvođača
Gdje se izvodi?	tamo gdje se oprema nalazi	radionica za održavanje u poduzeću	kod proizvođača ili dobavljača
Tko izvodi?	radnik koji radi na toj opremi	članovi odjela (radionice) za održavanje	osoblje koje je proizvelo opremu
Pristup	popravak na opremi na mjestu gdje se ona nalazi	popravak i vraćanje korisniku	popravak i vraćanje u skladište zaliha
Aktivnosti	<ul style="list-style-type: none"> • pregled • servisiranje • podešavanje • manji popravci zamjenom nepopravljivih dijelova 	<ul style="list-style-type: none"> • detaljni pregled • potpuni servis • teža podešavanja • veći popravci i preinake • baždarenje prema radnim etalonima • preuzimanje poslova s prethodne razine održavanja 	<ul style="list-style-type: none"> • teža podešavanja na razini proizvođača • pregled, pretres i preinake • najteži popravci i preinake • baždarenje primarnim i sekundarnim etalonima • preuzimanje poslova s prethodne razine održavanja

Tablica 2.4. Sadržaj razina održavanja [3]

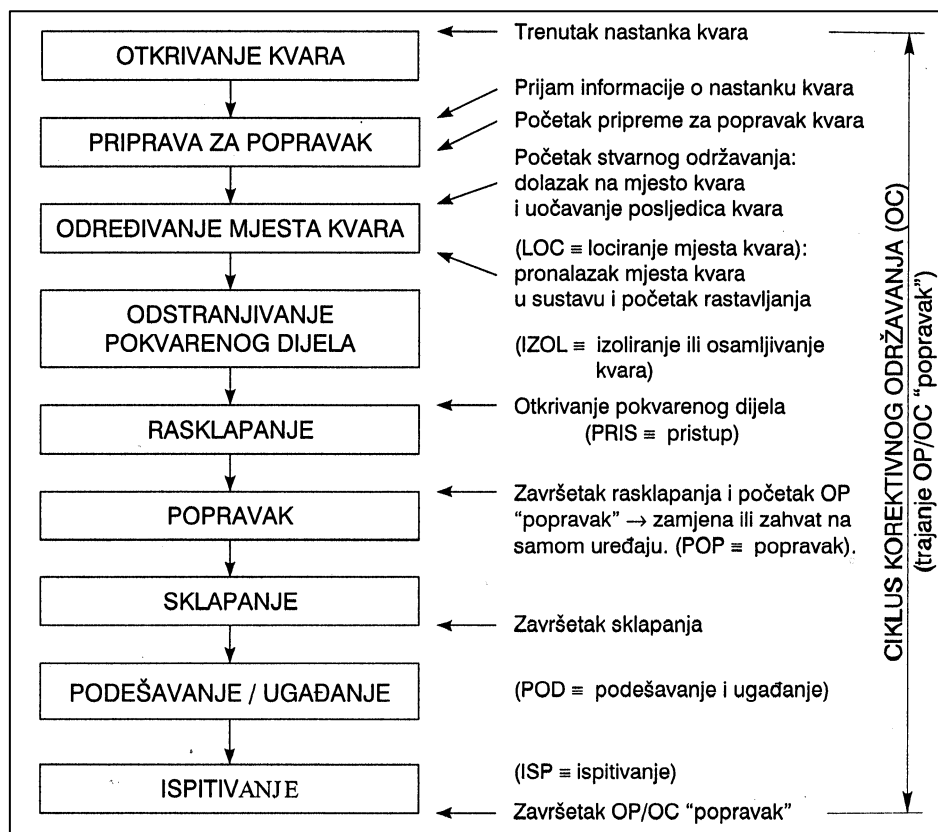
Prema slici 2.5. vidi se kojim pitanjima se bavi održavanje. To su zašto je potrebno, kada, što, gdje, tko obavlja i s čime.



Slika 2.5. Tehnologija održavanja opreme [2]

2.1. Korektivno održavanje

Korektivno održavanje je skup svih postupaka pomoću kojih se popravljaju kvarovi nastali zbog slučajnih uzroka. Ono je neizbježno zbog pojave iznenadnih kvarova koje je nemoguće spriječiti. Stoga su ti kvarovi najčešće hitni te se uklanja samo kvar koji onemogućava nastavak proizvodnje dok se drugi kvarovi otklanjaju naknadno. Trajanje korektivnog održavanja procjenjuje se pomoću normi i priručnika u kojima se nalaze vremenski podaci o trajanju pojedinih postupaka. U odnosu na metodu preventivnog održavanja ova vrsta ima prednost u smislu niske cijene i potpunog iskorištenja radnog dijela sustava. No veliki nedostatak je što se ne može znati kada će kvar nastupiti te se time teže mogu osigurati tražene razine pouzdanosti i raspoloživosti. [2,3,4]



Slika 2.1.1. Tijek ciklusa korektivnog održavanja [3]

Prema slici 2.1.1. vidljivo je da ciklus korektivnog održavanja počinje otkivanjem kvara, a završava ispitivanjem sustava. Između se odvijaju radnje rastavljanja, zamjene i sastavljanja pojedinog sklopa.

2.2. Preventivno održavanje

Kod velikih i profesionalnih (npr. zrakoplovi, medicina) sustava koji se ne smiju zaustaviti korektivno održavanje se ne može dopustiti. Prekidom rada sustava nastali bi veliki financijski i materijalni gubitci koje svakako treba izbjeći. Stoga se javlja potreba za preventivnim održavanjem. Preventivno održavanje je skup svih postupaka koje zahtjeva popisano održavanje i kojemu je svrha zadržavanje razine izvedbe sustava na vrijednosti koju je imao u trenutku puštanja u rad. Cilj je imati sustav koji se nikad neće pokvariti. Može biti vremenski ili radno orijentirano. Vremenski orijentirano se odnosi na pregled i servis nakon određenog vremenskog perioda (npr. godina dana). Radno orijentirano pak se odnosi na broj radnih sati sustava, broj prijeđenih kilometara i sl. Razlikujemo nekoliko vrsta preventivnog održavanja u koje spadaju:

- periodične provjere,
- pregled stanja (očitanje vrijednosti sa mjerila)
- zamjena kritičnih dijelova,

- baždarenja,
- redovna servisiranja (podmazivanje, čišćenje, zamjena ulja, dopuna goriva i sl.)
- obnavljanje,
- remont,
- poboljšavanje izvedbe,
- investicijsko održavanje (povećavanje financijske vrijednosti) i sl. [3,4]

Preventivno održavanje se dijeli na:

- a) osnovno održavanje,
- b) periodične preglede,
- c) kontrolne preglede i
- d) održavanje po stanju. [2]

Osnovno održavanje obavlja radnik na radnom mjestu uz upotrebu alata koji su mu dostupni. Zadatak radnika je da vrši preglede prije, za vrijeme i nakon upotrebe. Tako će se najprije uočiti nedostaci koje radnik mora prijaviti da bi se moglo preventivno reagirati i da radno mjesto bude spremno za sljedeću upotrebu. [2]

Periodični pregledi pak se vrše planirano kako bi se na vrijeme otkrio kvar te kako bi se uz to napravilo čišćenje i podmazivanje. Ove aktivnosti provode se tjedno, mjesečno, kvartalno, godišnje, sezonski ili nekako drugačije. [2,3]

Kontrolni pregledi slični su preventivnim no razlikuju se po načinu izvođenja. Njihov cilj je da bi se odredila sposobnost sustava i sigurnost za okolinu. Također postoje određena pravila prema kojima se trebaju obavljati.

Održavanje po stanju temelji se na stanju u toku mjerenja ili na temelju statističkih podataka stanja. Takvim načinom mogu se na vrijeme pripremiti rezervi dijelovi. Ova vrsta održavanja je detaljnije opisana u nastavku rada. [3,4]

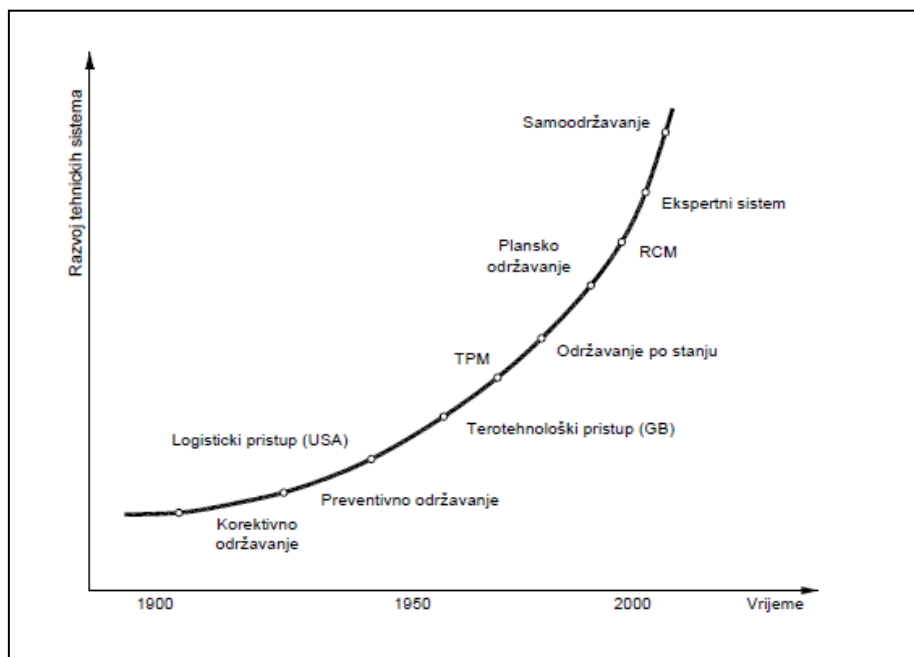
Prilikom izvođenja preventivnog održavanja potrebno je ukloniti sve kvarove bez obzira utječu li oni na rad cjelokupnog sustava ili ne. Sigurnost radnika koji radi na tom radnom mjestu je najvažnija pa je potrebno pregledati, provjeriti i dijelove koji su ispravni. Prednosti ovakvog pristupa održavanju su jednostavnije planiranje, veća pouzdanost i raspoloživost, manji broj rezervnih dijelova, kraće vrijeme ukupnog održavanja, osiguravanje kvalitete i manji troškovi. U nedostatke ulaze nepotpuno iskorištavanje, mogućnost pojave početnih kvarova na novim dijelovima, povećanje početnih troškova i drugo. [3,4]

Da bi se vršio ovakav način održavanja najvažnije je postojanje jasnih nacrti i planova održavanja. Nacrt održavanja izrađuje se prije izrade glavnog projekta sustava, a plan održavanja

nakon njegovog dovršetka. Nacrt se izrađuje na temelju radnih zahtjeva i opisa strukture te odgovara na pitanja korištenja, smještaja i procijenjenog životnog vijeka sustava. [3]

2.2.1. Održavanje po stanju

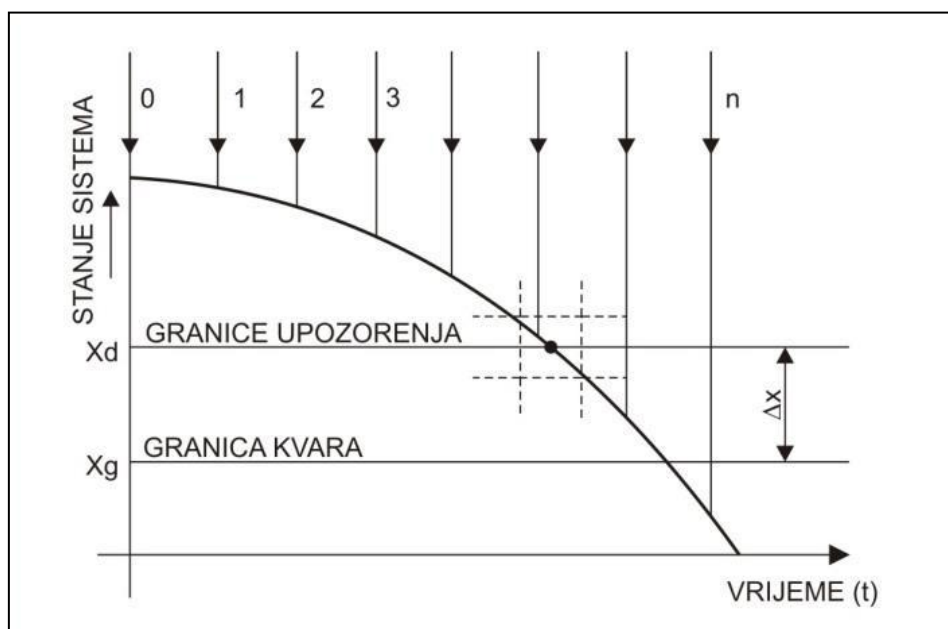
Održavanje po stanju ili skraćeno OPS (eng. CBS - Condition Based Maintenance) još se naziva i predvidljivo održavanje. To je održavanje koje se vrši na temelju stanja sustava i na temelju predviđanja stanja pomoću vrijednosti značajnih parametara sustava. Počinje se javljati u 70-im godinama 20. stoljeća paralelno sa razvojem elektrotehnike i uređaja za mjerenje parametara stanja. U početku se OPS odnosilo na subjektivne pokazatelje vezane za ljudska osjetila (vid, sluh, njuh, dodir i sl.). Kasnije pak se razvijaju dijagnostički sustavi kojima se putem senzora može odrediti stanje sustava. Takve razine koristile su se uglavnom u sustavima kojima je kvar bio nedopustiv kao na primjer u zrakoplovnoj i vojnoj industriji te medicini. Cijena cijelog sustava bila je izrazito visoka no s vremenom je pala pa ima sve veću primjenu. [5,6]



Slika 2.2.1.1. Razvoj postupaka održavanja [5]

Danas se OPS uvelike koristi za otkrivanje nastalih ili mogućih kvarova. Najčešće se upotrebljavaju dijagnostički uređaji uz subjektivno razmatranje. Da bi se uveo program održavanja prema stanju neophodno je posjedovati potrebne instrumente i metode, imati pripremljeno i obučeno osoblje, pogodnu organizaciju kao i potrebnu raspoloživost i dostupnost komponenti tehničkog sustava. Održavanju odnosno popravcima se pristupa nakon što je uočeno

da je jedan od parametara izašao izvan dopuštenih granica. Radnje održavanja nije potrebno provoditi odmah već je moguća odgoda imajući u vidu da u relativno kratkom roku treba početi s održavanjem. Prema slici 2.2.1.2. može se uočiti da se promatrano stanje postupno pogoršava do neke granice (X_d) koja upozorava da je potrebno izvršiti provjeru. Provjera stanja može biti kontinuirana ili diskretna pri čemu je potrebno odrediti početno stanje sustava. Sustav će nakon granice upozorenja (X_d) još uvijek biti u funkciji se dok ne dođe do pojave kvara (X_g). Ove granice unaprijed se definiraju izvođenjem pokusa. Razlika između granice upozorenja i granice kvara "signalizacijska tolerancija" (ΔX) koja određuje stupanj osjetljivosti odabrane dijagnostičke metode. Vremenski period (Δt) između kojih krivulja stanja siječe linije ovih granica mora biti dovoljno dug (ne i predug) da bi se krenulo s održavanjem. Stoga se princip OPS temelji na sprječavanju izlaska stanja izvan granica. [6]



Slika 2.2.1.2. Princip održavanja po stanju [6]

Dvije najčešće vrste održavanja po stanju su:

- kontrolom parametara i
- kontrolom razine pouzdanosti. [6]

OPS kontrolom parametara podrazumijeva stalnu ili periodičnu provjeru vrijednosti značajnih parametara ili cijelog sustava. Sa radnjama održavanja počinje se kada sustav prijeđe granicu upotrebljivosti tj. kada se približi kritičnoj razini. [5,6]

OPS kontrolom pouzdanosti upotrebljava se kada do promjene stanja dolazi zbog većeg broja faktora. Analizom podataka o razinama pouzdanosti pojedinih faktora dobije se funkcija pouzdanosti koja se pokorava normalnoj raspodjeli podataka. Ima smisla primijeniti OPS kada

raspored povoljnih tokova stanja ima široko rasipanje. Ispitivanjem sustava kroz nekoliko godina određuje se najmanja dopuštena razina pouzdanosti (R_d). Sustav se za cijelo vrijeme eksploatacije održava na razini većoj od dopuštene tako da kada se stvarna pouzdanost (R_s) približi dopuštenoj popravljiva onaj element koji ima najmanju pouzdanost. Ukoliko stvarna razina pouzdanosti padne ispod dopuštene razine ispituje se uzrok kvara te se preporučuje uvođenje održavanja po stanju kontrolom parametara. [5,6]

Neke od prednosti OPS su:

- smanjenje troškova održavanja,
- osiguranje raspoloživosti sustava unutar željenih granica,
- manja potrošnja energije,
- mogućnost planskog održavanja,
- pravovremeno uočavanje slabih točaka u procesu,
- osiguranje pouzdanosti sustava i sl. [2]

Isto tako postoje i nedostaci OPS kao na primjer:

- visoka cijena (u odnosu na cijenu sustava),
- veća kompleksnost,
- sustav za nadzor je također podložan kvarovima i sl.

Sustav za nadzor stanja često može biti skuplji od samog uređaja kojeg nadzire. Međutim, ako je spomenuti uređaj jako značajan tada se ipak vrši instaliranje sustava za nadzor. Ponekad se nadzor može vršiti bez skupocjene i sofisticirane opreme. U pogledu održavanja automobila tipičan primjer OPS je održavanje guma. Gume se mijenjaju na temelju istrošenosti tj. na temelju dubine profila i tvrdoće gume. Također generalni popravak motora automobila se obavlja u trenutku kada tlak kompresije motora padne ispod propisane razine tj. na temelju očitavanja parametra (tlaka kompresije). [7]

2.2.2. Dijagnostika u održavanju

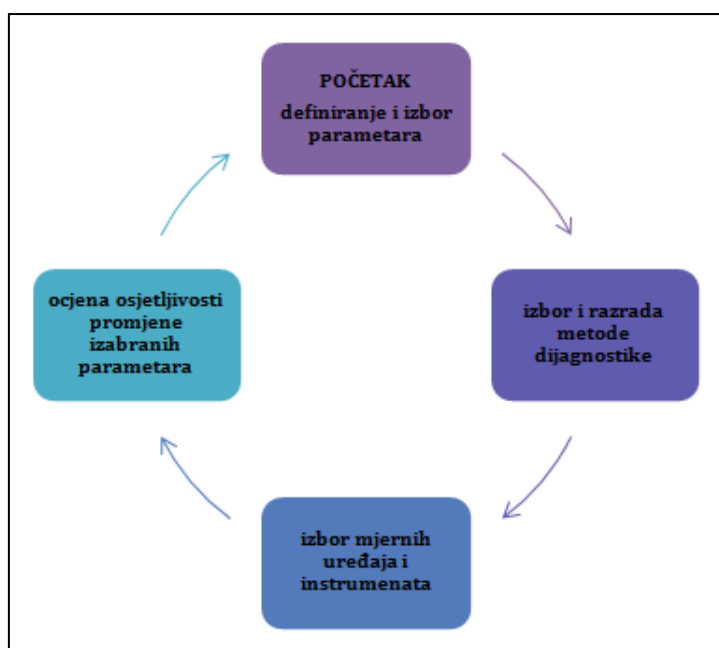
Dijagnostika stanja jedan je od osnovnih dijelova OPS čiji je zadatak otkrivanje stanja promatranog elementa bez njegovog rastavljanja (demoniranja). Česti zahtjev je da se dijagnostika izvrši bez zaustavljanja sustava. Osnovni cilj je otkivanje i sprječavanje kvarova. Termin dijagnostika odnosno dijagnoza počeo se najprije koristiti u medicini, a dolazi od grčkog "diagnosis" što u prijevodu znači procjenjivanje, ocjenjivanje, prepoznavanje, zaključivanje. Dijagnostika se izvodi kroz nekoliko faza:

- 1) definiranje i izbor dijagnostičkih parametara,

- 2) izbor i razrada metode dijagnostike,
- 3) izbor dijagnostičkih instrumenata i uređaja i
- 4) ocjena dijagnostičkih parametara. [2,8]

Usporedbom izmjerenih vrijednosti parametara sa dozvoljenim odstupanjima odlučuje se zadovoljava li promatrani element svoju funkciju unutar sustava ili je potrebno poduzeti neke preventivne ili korektivne radnje. Ako je sustav ispravan pokušava se predvidjeti koliko dugo će raditi ispravno. Na taj način se povećava pouzdanost, raspoloživost i efektivnost tehničkog sustava. Provjera stanja može biti kontinuirana ili periodička. Kontinuirana se izvodi stalno i obavlja ju neki uređaj, a periodička se obavlja u pravilnim vremenskim razmacima. Periodičke provjere vrši uređaj ili čovjek. Dijagnostika nalazi široku primjenu pri projektiranju novih proizvoda kada se karakteristike prototipa snimaju na probnom stolu. Ukoliko postoje odstupanja između proračunatih i izmjerenih vrijednosti parametara daje se prijedlog za modifikaciju. Neke od osnovnih dijagnostičkih metoda su ispitivanje šumova i buke, vizualne, penetrantske, magnetske, ultrazvučne metode, mjerenje vibracija, metoda udarnog impulsa SPM (eng. Shock Pulse Method) te ostale metode. Također je moguće značajno smanjiti financijske troškove pravovremenim otkivanjem uzroka mogućih kvarova. [2,5,6]

Najveći problem kod uvođenja dijagnostike je izbor metoda, instrumenata i parametara. Da bi se parametar smatrao dobrim pokazateljem stanja on mora biti jednoznačan, pristupačan, ponovljiv i osjetljiv na promjene. Općenito parametri mogu biti direktni i indirektni. Tijek izbora dijagnostičkih parametara prikazan je na slici 2.2.2.1. Nakon izbora dijagnostičkih parametara odabiru se i razrađuju metode. Uz to potrebno je odabrati mjerne uređaje i instrumente. [5,8]



Slika 2.2.2.1. Izbor i ocjenjivanje dijagnostičkih parametara [8]

Metode tehničke dijagnostike temelje se na:

- praćenju procesnih parametara (tlak, temperatura, protok, sila i sl.) ili
- ispitivanju metodama bez razaranja (vizualna, penetrantska, ultrazvučna, magnetska i sl.). [8]

2.3. Norma HRN EN 13306:2017

Puni naziv ove norme je HRN EN 13306:2017 Održavanje - Nazivlje u održavanju (eng. Maintenance – Maintenance terminology), a sastavio ju je CEN (fr. Comité Européen de Normalisation). CEN je europski odbor za normizaciju. Spomenuta norma definira i usmjerava prema kvalitetnom izvršenju održavanja te objašnjava podjelu i organizaciju održavanja. Odgovornost svake službe održavanja je definirati svoju strategiju održavanja prema sljedećim glavnim ciljevima:

- osiguravanje dostupnosti svih elemenata prema potrebi (uz optimalne troškove),
- uzeti u obzir sigurnost (ljudi, okoliša i drugo),
- razmatranje utjecaja na okoliš,
- održati trajnost proizvoda i/ili kvalitetu proizvoda ili usluge s obzirom na troškove. [9]

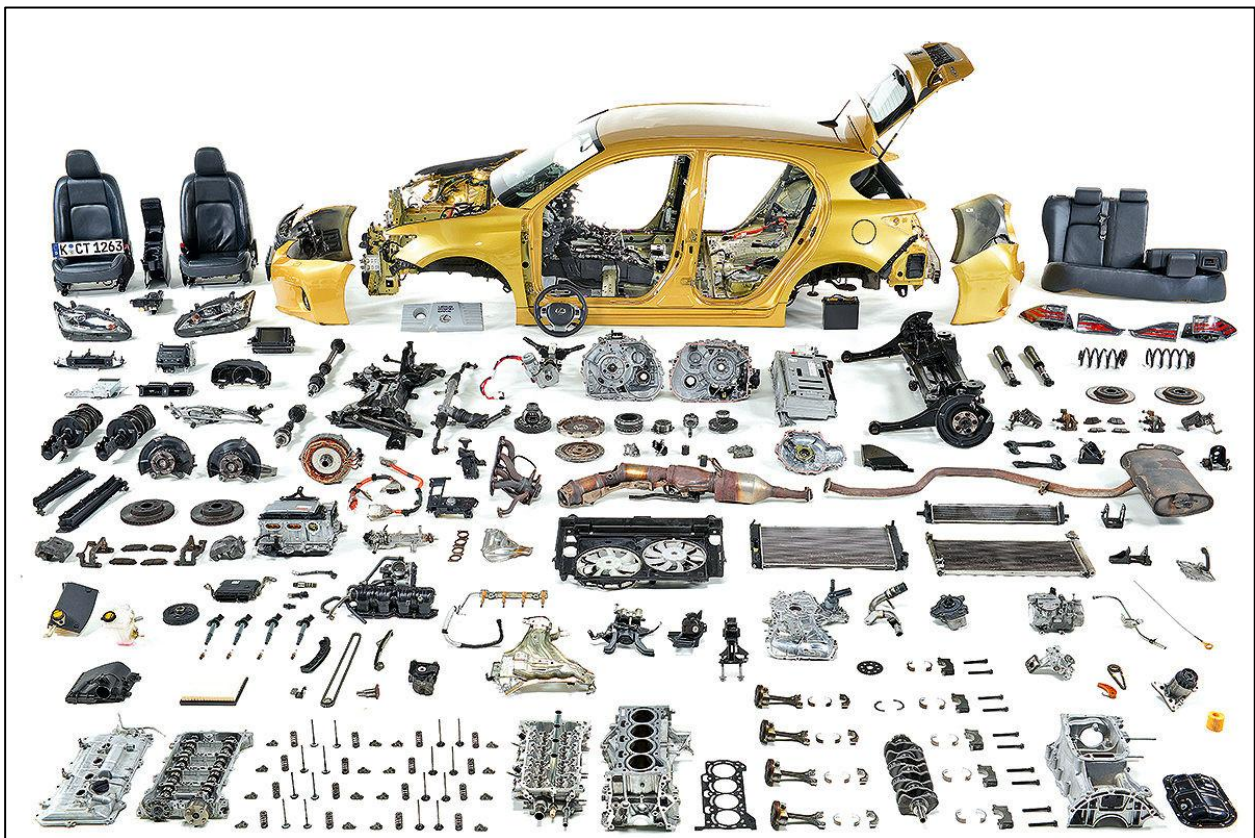
Norma HRN EN 13306:2017 definira kvar kao prestanak sposobnosti elementa da izvršava zahtijevanu funkciju. Održavanje je po definiciji kombinacija svih tehničkih, administrativnih i menadžerskih postupaka tokom vijeka trajanja nekog elementa s ciljem zadržavanja ili vraćanja elementa u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju. Cilj mu je konstantna spremnost objekata i opreme za rad te se obavlja kako bi se u predviđenom vijeku trajanja objekta njime rukovalo pouzdano, ekonomično i kvalitetno. Provođenjem kvalitetnog održavanja primjenjujući normu povećava se vrijeme raspoloživosti tehničkih sustava te će on duže vrijeme obavljati zahtijevanu funkciju uz minimalni rizik i troškove. [9]

Uz normu HRN EN 13306:2017 se na području Republike Hrvatske o okviru zakonske regulative zakona o zaštiti na radu primjenjuje "Pravilnik o zaštiti na radu pri održavanju motornih vozila i prijevozu motornim vozilima (SL, br. 55/65)".

3. Dijagnostika u održavanju motornih vozila

3.1. Općenito o motornim vozilima

Automobil je cestovno motorno vozilo namijenjeno za prijevoz putnika i dobara. Prvi automobil napravio je Karl Benz 1886. godine u Mannheimu dok je serijsku proizvodnju na traci započeo Henry Ford 1913. godine. Glavni sklopovi automobila su karoserija, motor, prijenosni sustav, ovjes, sustav za upravljanje, sustav za kočenje i električni sustav. Jedan prosječan automobil sastoji se od oko 30 000 dijelova od kojih svaki ima različitu pouzdanost pa su i potrebe za održavanjima istih različite. Podjela motornih vozila može se vršiti prema više kriterija kao što su oblik karoserije, vrsta motora, uporabna svojstva i sl. Prema vrsti motora razlikujemo automobile sa Otto i Diesel motorima koji se ubrajaju u motore s unutarnjim izgaranjem (SUI). Osnovna razlika između ova dva tipa je da kod Otto motora do zapaljenja gorive smjese dolazi prilikom pojave iskre na svjećici, a kod Diesel motora dolazi do samozapaljenja smjese. U novije vrijeme javlja se sve više električnih i hibridnih vozila kao najava novog vremena automobilizma. [10]



Slika 3.1.1. Dijelovi automobila [11]

3.2. Održavanje motornih vozila

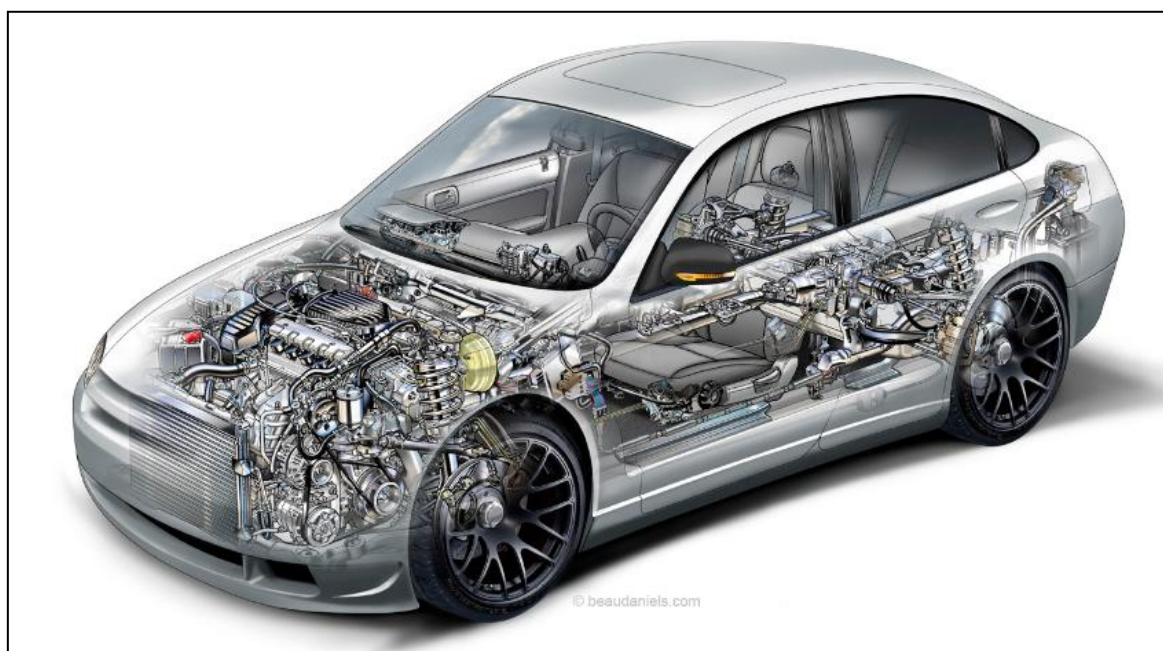
Motorna vozila su tehnološki vrlo složeni strojevi pa je tako sve teže imati cjelovit pregled njegovih sustava. Uz to proizvođači motornih vozila sve brže uvode novitete te se utrkuju u raznovrsnostima tehnoloških rješenja. Iz tog razloga potrebno je dobro poznavati sustave ugrađene u vozila da bi se moglo pristupiti njihovom održavanju. Obnavljanje parametara automobila ostvaruje se pravovremenim i redovnim zamjenama dijelova čiji su parametri degradirali kao i podešavanjem sklopova. Redovno održavanje vozila je zapravo otklanjanje manjih kvarova nastalih pri uobičajenim uvjetima eksploatacije i održavanja. Prilikom održavanja automobila uvelike se koriste engleska i njemačka terminologija dok se ponekad javljaju i riječi iz drugih jezika. Neizbježno je korištenje stranih riječi, kratica i sl. Uz to serviseri koriste upute, kataloge, računalne programe koji su nerijetko na nekom od svjetskih jezika. [9,12]

Svako vozilo u tijeku svog vijeka trajanja izloženo je kvarovima zbog nesavršenosti sustava i različitih utjecaja okoline (visoke i niske temperature, vlažnost, kiselost atmosfere, težak teren i sl.). Nesavršenost sustava definirana je kao pouzdanost motornog vozila koja je unesena u fazama projektiranja i proizvodnje vozila. One pak su određene tehničko-tehnološkim mogućnostima i dostignućima te financijskim ograničenjima. Postupci održavanja propisani su od strane proizvođača automobila ili opreme. Učestalost kvarova ovisi o kvaliteti samog vozila, uvjetima eksploatacije, stručnošću upravljanja vozila (vještine vozača) i o kvaliteti održavanja. Tako je preporučljivo zamijeniti motorno ulje, ovisno o vrsti ulja, svakih 10 000 do 30 000 kilometara. Isto tako ovisno o motoru treba izvršiti veliki servis kako bi se zamijenilo zupčasto remenje ili razvodni lanac sa svim pratećim elementima. To su primjeri koji se vežu za određeni broj prijeđenih kilometara ili određeni vremenski interval. Tu se još pridodaju čimbenici poput utrošene količine goriva ili broja jedinica održavanja. Neki dijelovi se bilo zbog cijene ili nekog drugog razloga ne mijenjaju na taj način već se njihova neispravnost i dotrajalost može odrediti na temelju pregleda stanja. Takav način održavanja najlakše se vidi na primjeru izmjene guma koje su dotrajale pri čemu se jasno vidi kakav je profil gume. Zabranjene su bilo kakve improvizacije pri održavanju jer one mogu dovesti do neželjenih posljedica. [9]

Osnovni uzroci pogoršanja tehničke ispravnosti vozila su:

- trošenje dijelova motora vozila,
- konstrukcija dijelova i mehanizama,
- režim eksploatacije,
- kvaliteta materijala i njegova obrada,
- kvaliteta goriva i maziva i

- kvaliteta održavanja. [9]



Slika 3.2.1. Dijelovi automobila [13]

Kod održavanja automobila razlikujemo dvije vrste održavanja, a to su servisno održavanje koje je ujedno i preventivno te radioničko održavanje uslijed korekcije kvarova (slika 3.2.2.). [9]

ODRŽAVANJE AUTOMOBILA					
SERVISNO			RADIONIČKO		LOGISTIKA
Dnevni pregledi	Periodični pregledi	Godišnji pregled	Popravci	Remont	Planska služba
njega vozila	tehnički pregled	agregatna zamjena	manji popravci	generalni remont vozila	nabava
pregled vozila	akumulatori	glavni tehnički pregled	srednji popravci	generalni remont agregata	skladište
pregled u toku upotrebe	gume			generalni remont sklopova	tehnička služba
	grijanja				
	klima				
	audio-vido oprema				

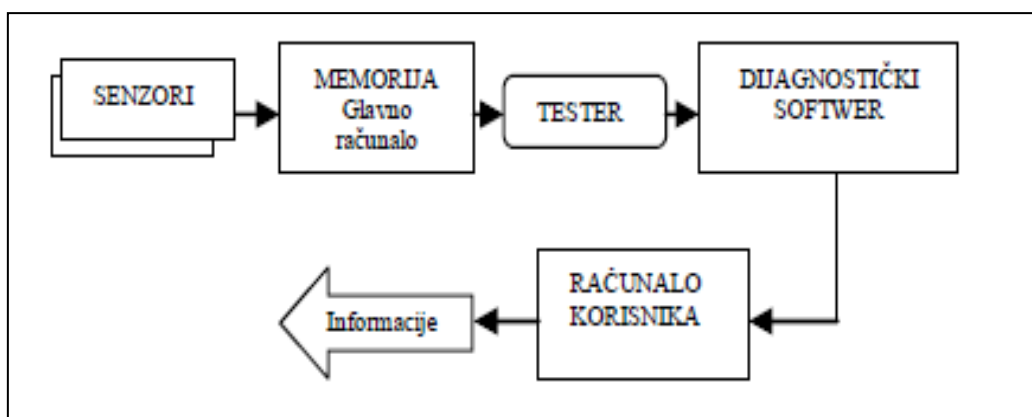
Tablica 3.2.2. Shema organizacije održavanja automobila [9]

3.3. OBD

OBD ili engleski On Board Diagnostics označava mogućnost dijagnosticiranja kvarova na vozilu i pristup pohranjenim kodovima grešaka. Dijagnostika automobila ne bi bila moguća bez upotrebe alata za dijagnostiku koji se spaja s automobilskim sustavima. Uz program za autodijagnostiku potrebno je računalo pa se najčešće koriste prijenosna računala ili tableti. OBD omogućuje uvid u stanje motora i ostalih sustava vozila. Upravljačka jedinica svakog sustava zapisuje kodove u memoriju ako primijeti neku nepravilnost u radu. Kodovi grešaka su standardizirani i upućuju na neispravnost komponente ili sustava. [6,14]

Osnovni zadaci koje OBD mora izvršiti su:

- 1) nadzor svih komponenti koje utječu na sastav ispušnih plinova i funkcioniranje vozila,
- 2) otkrivanje odstupanja i grešaka,
- 3) memoriranje grešaka i informacija o stanju sustava i
- 4) prikazivanje grešaka i informacija o stanju. [15]



Slika 3.3.1. Postupak autodijagnostike [6]

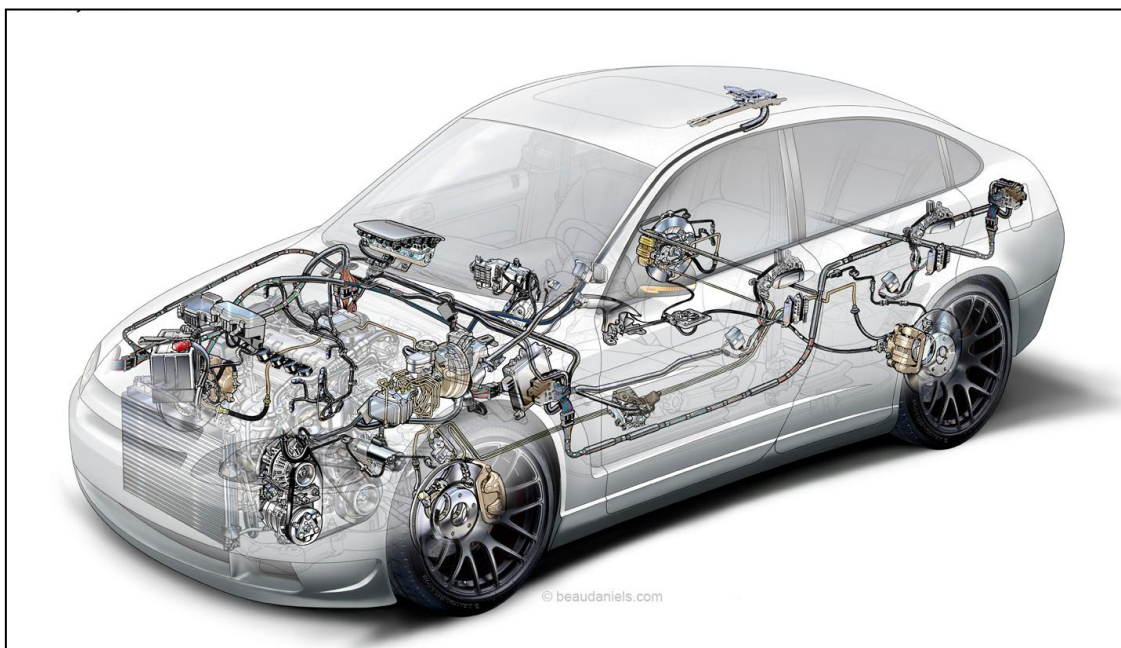
Za nadzor nad sustavom ili uređajem potrebno je imati zaseban sustav senzora koji su povezani sa centralnom jedinicom koja stalno prima i nadopunjava podatke tijekom rada. Broj senzora raste sa složenošću sustava i penje se i do nekoliko tisuća u složenim kompleksnim sustavima. Automobil stoga sadrži puno senzora kako bi se moglo upravljati različitim sustavima. Senzori nekoliko stotina puta u sekundi šalju podatke dok je ECU (eng. Engine Control Unit) ili ECM (eng. Engine Control Module) odnosno računalo motora programiran da na temelju tih vrijednosti upravlja izlaznim veličinama. Neke od komponenti sustava nadziru se neprekidno tokom rada, a neke samo povremeno (ciklički). Tako se na primjer ubrizgavanje goriva prati neprekidno dok se EGR (eng. Exhaust Gas Recirculation) sustav prati povremeno. Dijagnostikom se osim spajanja s motorom može spojiti na ostale sustave koji imaju svoje

centralne module odnosno računala. Iako su sustavi vozila odvojeni oni ostvaruju međusobnu interakciju. Zajedničkim radom pridonose kvaliteti i sigurnosti vožnje. Stoga se na vozilima nalaze sustavi poput:

- ABS - sustav sprječavanja blokiranja kotača (eng. Anti-Lock Braking Sistem),
- AC - sustav klimatizacije (eng. Air Conditioning),
- SRS - sustav pasivne zaštite (eng. Supplemental Restraint System),
- ESP - elektronski program sigurnosti (eng. Electronical Stability Program),
- EGR - sustav recirkulacije ispušnih plinova i sl. [7,14]

Uz već spomenute u vozilima se javlja niz drugih sustava te ih proizvođači često različito nazivaju. Neki od senzora koji se javljaju na vozilima su:

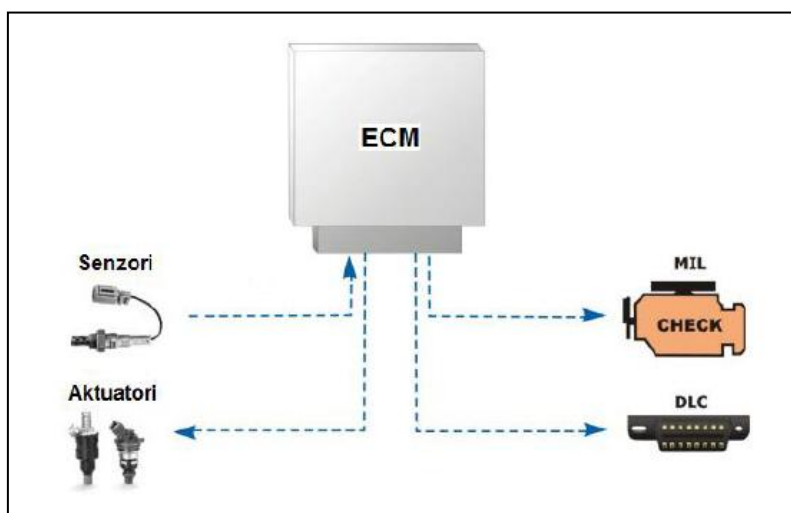
- MAF - senzor masenog protoka zraka (eng. Mass Airflow Sensor),
- MAP - senzor apsolutnog tlaka zraka (eng. Manifold Absolute Pressure),
- TPS - senzor položaja leptira gasa (eng. Throttle Position Sensor),
- CKP - senzor položaja koljenastog vratila (eng. Crankshaft Position Sensor),
- CMP - senzor položaja bregastog vratila (eng. Camshaft Position Sensor),
- APP - senzor položaja papučice gasa (eng. Accelerator Pedal Position),
- IAT - senzor temperature dovodnog zraka (eng. Intake Air Temperature),
- CTS - senzor temperature rashladne tekućine (eng. Coolant Temperature Sensor) i sl. [6]



Slika 3.3.2. Elektronika automobila [13]

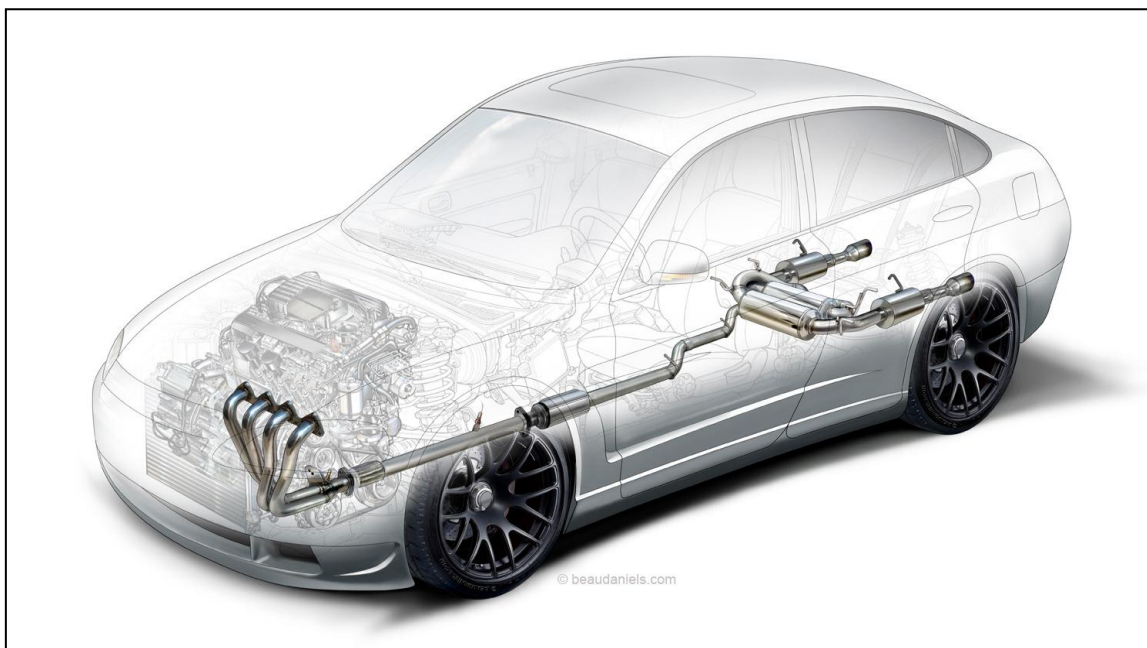
3.4. Razvoj autodijagnostike motora

Agencija CARB (eng. California Air Resources Board) 1970. godine donijela je zakon o kontroli ispušnih plinova motornih vozila na području Kalifornije. Iste godine je američki Kongres osnovao Agenciju za zaštitu okoliša EPA (eng. Environment Protection Agency) koja donosi Uredbu o čistom zraku CAA (eng. The Clean Air Act) kojom se zahtjeva smanjenje štetnih plinova iz motornih vozila za 90% do 1975. godine. Prvi samodijagnostički sustavi pojavili su se početkom 80-ih godina 20. stoljeća no CARB tek 1988. godine nameće obavezu ugradnju automatske dijagnostike za određivanje kvarova na ispušnom sustavu vozila. Propisano je da upravljačka jedinica motora ECU mora nadzirati kritične vrijednosti vezane uz ispušne plinove. Ukoliko bi se javila greška mora se upaliti kontrolna lampica MIL (eng. Malfunction Identifier Lamp) na kontrolnoj ploči unutar vozila. Tim propisima je definiran OBD sustav poznatiji kao OBD-I sustav. Pomoću DCL-a (eng. Data Link Connector) moguće se pomoću dijagnostičkog uređaja spojiti na ECU i očitati greške. [16]



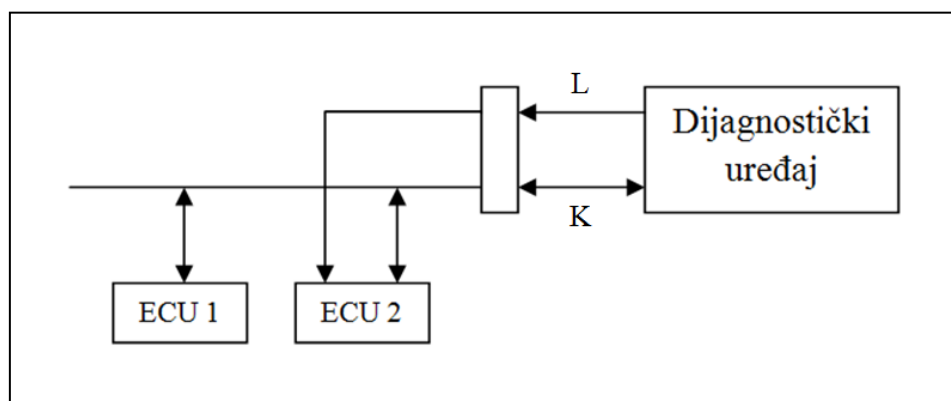
Slika 3.4.1. Funkcionalna shema OBD-I sustava [16]

Informacije sa senzora dolaze u ECU koji na temelju podataka izdaje naredbe i upravlja izvršnim elementima (slika 3.4.1.). Konkretno, lambda sonda daje informacije ECU o zasićenosti ispušnih plinova ugljičnim monoksidom nakon izgaranja. Na temelju toga ECU regulira omjer goriva i zraka kako bi se smanjila potrošnja goriva i emisije ispušnih plinova. Pojedini automobili imaju dvije lambda sonde koje "kontroliraju" jedna drugu te mogu ukazati na začepjenost katalizatora ili DPF-a (eng. Diesel Particulate Filter) koji je između njih. Njihova neispravnost može uzrokovati više nedostatka i moguće je da će ECU prebaciti motor u sigurnosni način rada (eng. safe mode). To će biti zadovoljavajuće za vožnju, ali ne i idealno kao u slučaju potpune ispravnosti sustava. [1]



Slika 3.4.2. Ispušni sustav automobila [13]

Za uspješnu komunikacijom s pojedinim modulom potrebne su K i L komunikacijska linija. K linija je jednožilna žica za prijenos podataka u oba smjera. U kombinaciji sa L linijom ima svojstvo protoka informacija odnosno primanja i slanja. L linija ima samo funkciju stimulacije (pobude) ECM-a. Protok informacija preko K linije ne može funkcionirati istovremeno. Nakon što informacija prođe u jednom smjeru tek onda može druga informacija u drugom. Kao što je vidljivo na slici 3.4.3. ECU1 i ECU2 su spojeni na različite načine. ECU1 spojen je samo K linijom koja inicijalizira postupak dijagnosticiranja te kasnije prima ili šalje podatke. U slučaju sa ECU2 L linija služi za inicijalizaciju, a K linija za primanje i slanje podataka. Pošto je svaki proizvođač automobila ima različiti OBD konektor nije jednoznačno određeno na kojem mjestu se nalaze K i L linija. Za svaki model vozila postoji uputa u kojoj su abecedno označeni pinovi (terminali za spajanje) i opis za što koji pin služi. Najčešće su se OBD-I konektori sastojali od 10 ili 12 pinova. [1]

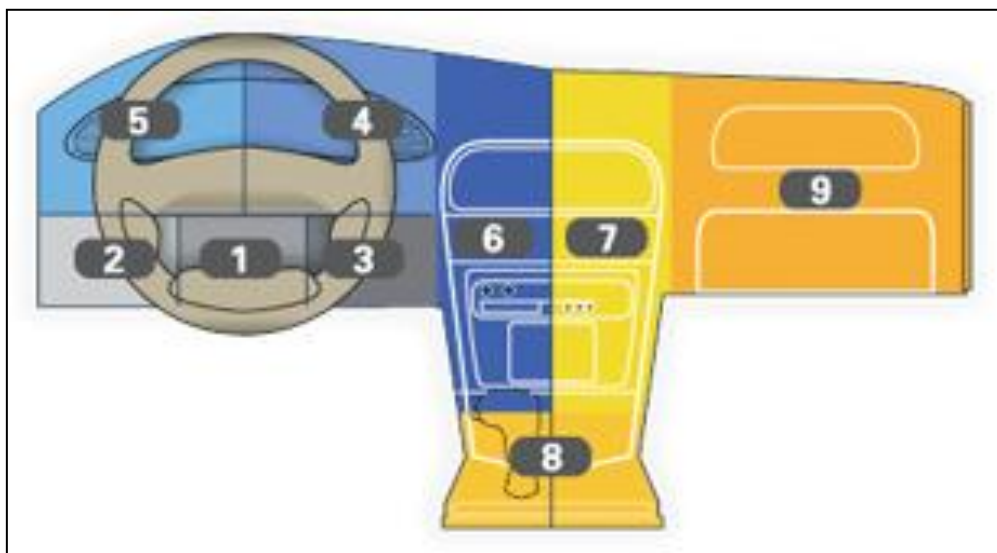


Slika 3.4.3. Pojednostavljeni prikaz dijagnostike s ECU-om na dva načina [1]

U počecima su informacije iz OBD-I sustava bile vrlo šture. Postojao je niz problema zbog nedostatka standardizacije. Svaki proizvođač automobila razvio je svoj sustav i svoje DLC konektore što je bilo vrlo nepraktično za servisere. Isto tako kodovi grešaka nisu bili jednoznačno određeni između proizvođača. OBD-I utičnice često su bile smještene na teško dostupnim mjestima pa je za uspostavljanje komunikacije sa ECU-om bilo je potrebno mnogo kablova. Alate za dijagnostiku imali su samo specijalizirani serviseri za određene tipove vozila. Iz tog razloga su 1994.godine agencije CARB i EPA sa Udrugom automobilskih inženjera SAE (eng. Society of Automotive Engineers) dogovorile smjernice za novi OBD sustav. Postavljeni OBD-II standardi kako bi svima bio omogućen pristup informacijama. [14,16]

3.5. OBD-II

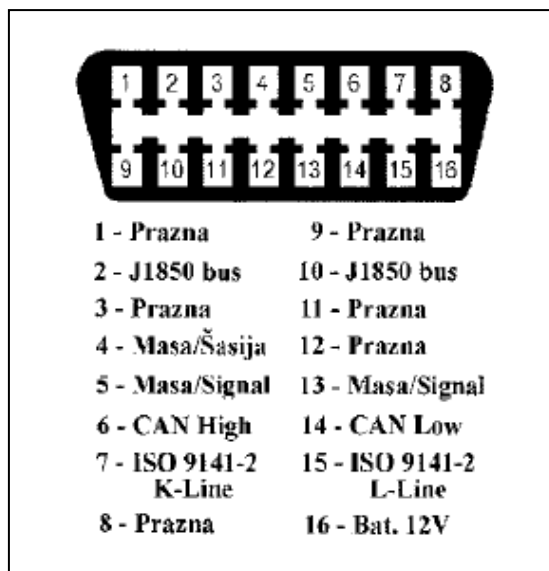
Uvođenjem reda tj. standarda pojavilo se OBD-II čiji konektori se sastoje od 16 pinova. OBD-II konektor od 2001. morao je biti ugrađen u sve tipove osobnih i lakih teretnih vozila. Prema standardu napravljen je jasan razmještaj pinova (slika 3.5.2.). Također je određeno da se konektor mora nalaziti unutar vozila te maksimalno 90 centimetara od vozača. Stoga znaju biti smješteni ispod volana, blizu ručice mjenjača, ispod pepeljare i sl. te su često prikriveni raznim poklopcima kako ne bi narušavali interijer vozila. Određeno je i da vozilo mora imati samo jedan konektor kako bi se što lakše i brže došlo do informacija. [1,6]



Slika 3.5.1. Područja smještaja DLC-a unutar vozila [16]

Najveći razlog za uvođenje OBD-II je ekologija. Ako motor vozila ne radi ispravno dolazi do povećanog ispuštanja štetnih plinova u okolinu. Iz tog razloga je potrebno što prije otkriti i ukloniti kvar. Time se olakšalo malim serviserima koji uz pomoć jeftinijih dijagnostičkih alata mogu doći do uzroka što prije nije bio slučaj. Današnji dijagnostički alati imaju mogućnost

testirati sve elektroničke komponente motora, ali i druge sustave (ABS, SRS, ESP, EGR itd.) na automobilu. Isto tako odmah ispisuju naziv greške ako je dostupan i kod. Dijagnostički uređaji napredovali su do te mjere da u realnom vremenu u toku rada mogu iščitati vrijednosti pojedinih senzora. [1,6]



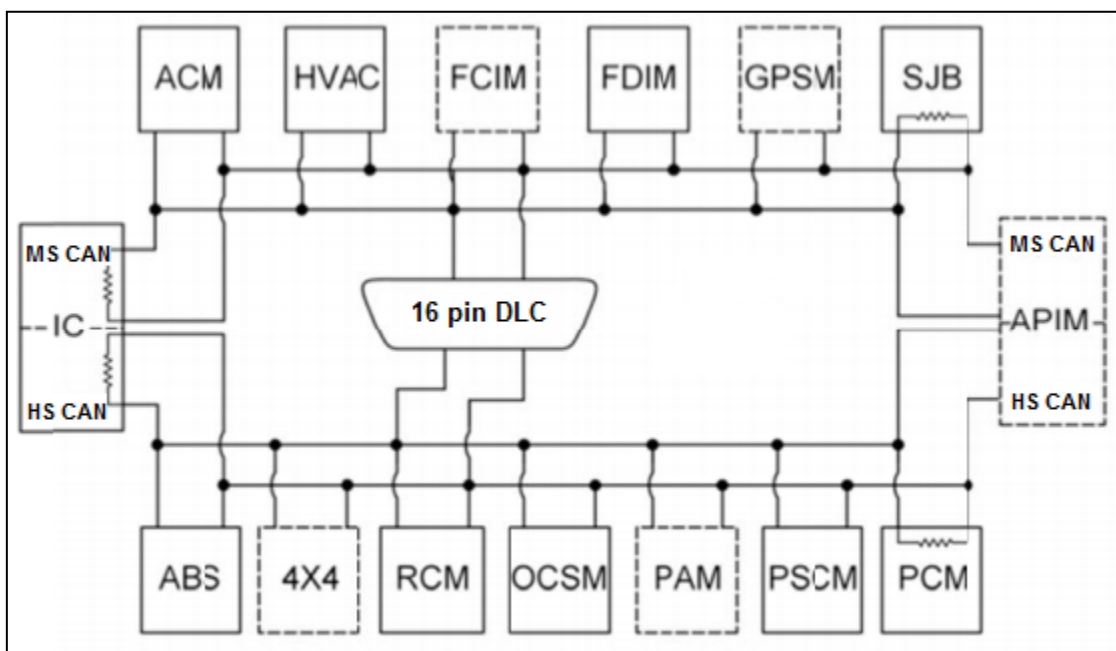
Slika 3.5.2. OBD-II konektor [6]

Kako se da zamijetiti na slici 3.5.2. pinovi 1, 3, 8, 9, 11 i 12 su "prazni" odnosno rezervirani za proizvođača dok su ostali standardizirani. Pin 1 najčešće je rezerviran za podatke koji nisu vezani uz ekologiju pa ne moraju biti svima dostupni. Na pinove 2 i 10 spaja se sučelje dijagnostičkog programa sa određenim modulom prema J1860bus protokolu. Pin 4 je minus odnosno masa za napajanje sučelja, a 5 i 13 su mase za slanje signala. Veza na pinu 6 je sa CAN High sabirnicom. Pinovi 7 i 15 su veze sa K i L linijom prema ISO9141-2. Pin broj 14 je veza sa CAN Low sabirnicom, a posljednji 16-ti je napajanje za sučelje od 12V. [1]

Kod OBD-II razlikujemo nekoliko vrsta protokola. Prije su se upotrebljavali PWM (eng. Pulse Width Modulation), VPW (eng. Variable Pulse Width), ISO (eng. International Organization for Standardization), KWP (eng. Keyword Protocol) 2000 i CAN (eng. Controller Area Network) protokoli. Za osnovnu dijagnostiku potrebna su samo 3 pina no ne koriste svi protokoli iste pinove. Najčešće se razlikuju u pinovima za tijek signala. Tek 2008. godine uveden je novi CAN bus protokol kako bi se riješila zbrka među protokolima te se on i danas koristi. U odnosu na OBD-I sustave bolji su zbog većih brzina sabirničkih protokola i mogućnosti memoriranja većeg broja podataka. Prema slici 3.5.3. vidi se da je OBD-II sustav kompleksniji i sadrži dvije CAN bus sabirnice:

- HS CAN (eng. High Speed Controller Area Network) i

- MS CAN (eng. Middle Speed Controller Area Network). [14,16]



Slika 3.5.3. Shema OBD-II sustava [16]

HS CAN sabirnica se koristi za pogonski sustav i podvozje tj. tamo gdje postoji potreba za brzim prijenosom informacija. MS CAN sabirnica koristi se za sustave udobnosti za koje brzina prijenosa nije toliko važna. Od 2005. godine sve osobna i teretna vozila na području Europske unije moraju podržavati OBD-II standard koji nosi naziv EOBD (eng. European On Board Diagnostics). [16]

3.6. Kodovi grešaka

Kada pojedini modul vozila detektira da neka od komponenti izlazi van dopuštenih vrijednosti uključuje grešku odnosno DTC (eng. Diagnostic Trouble Code) koju bilježi u memoriju. Greška se sastoji od koda i kratkog opisa koji servisera upućuje na određeni dio. Kod pak se sastoji od slovne oznake i četveroznamenkastog broja. Zabilježena greška ne mora značiti isključivo kvar određenog elementa. U nekim slučajevima može doći do prekida i kratkog spoja na žicama te će se također zabilježiti greška. Također uslijed neispravnosti jednog elementa može doći do bilježenja kvara drugih elemenata ako su oni sustavno povezani. To ne mora značiti da su i ostali elementi u kvaru već je potrebno točno odrediti uzrok. Točnim otkrivanjem uzroka dolazi do bržeg i jeftinijeg otklanjanja kvara. Ponekad je samo potrebno izbrisati DTC te dalje pratiti što se događa sa tim elementom. Elementi nekad izađu izvan dopuštenih vrijednosti pa upravljački modul zabilježi grešku što ne mora nužno značiti da je element neispravan. Kod novijih vozila se uz takve greške zna pojaviti zvjezdica (*) koja sugerira da upravljački modul

nije siguran radi li se o kvaru ili o slučajnosti. Kodovi grešaka podijeljeni su na generičke (opće) kodove i na kodove proizvođača vozila. Generički kodovi uvijek imaju nulu iza slovne oznake i često za njih postoji objašnjenje u dijagnostičkim programima. Za razliku od generičkih kodovi proizvođača nemaju objašnjenje već se u dijagnostičkim programima pojavljuje samo kod. Prema kodovima grešaka moguće je u literaturi ili raznim programima poput Autodate doći do pojašnjenja kvara. Prema DTC kodovima razlikujemo:

- 1) Pxxx - motor i transmisija,
 - 1.1) P0xxx - generički kodovi,
 - 1.2) P1xxx - kodovi proizvođača,
 - 1.3) Px1xx - smjesa goriva,
 - 1.4) Px2xx - smjesa goriva,
 - 1.5) Px3xx - sustav paljenja,
 - 1.6) Px4xx - emisije plinova,
 - 1.7) Px5xx - regulacija praznog hoda motora,
 - 1.8) Px6xx - ECU,
 - 1.9) Px7xx - transmisija.
 - 1.10) Px8xx - transmisija i moduli,
- 2) Bxxx - karoserija,
- 3) Cxxx - šasija i
- 4) Uxxx - ostali sustavi. [1,14]

Zahvaljujući standardizaciji OBD sustava sada postoje jednoznačni kodovi (slika 3.6.1.) za sve vrste vozila što prije nije bio slučaj. Svaki od proizvođača za istu grešku imao je svoj kod. [15]

Proizvođač	Kód proizvođača	(E)OBD
Audi	16706	
BMW	67	
Citroën/Peugeot	41	
Ford	227	
Mercedes-Benz	045	
Opel	19	
Toyota	6	
Volkswagen	00514	
Volvo	214	

Slika 3.6.1. Jedan kod greške za sve [15]

Uz već spomenutu MIL kontrolnu lampicu mogu se uključiti lampice (slika 3.6.2.) rashladne tekućine, grijača, zračnih jastuka, motornog ulja, kočionog sustava, struje i sl. Ukoliko je lampica koja se upalila crvene boje potrebno je odmah zaustaviti vozilo te potražiti pomoć servisera.



Slika 3.6.2. Lampice na kontrolnoj ploči

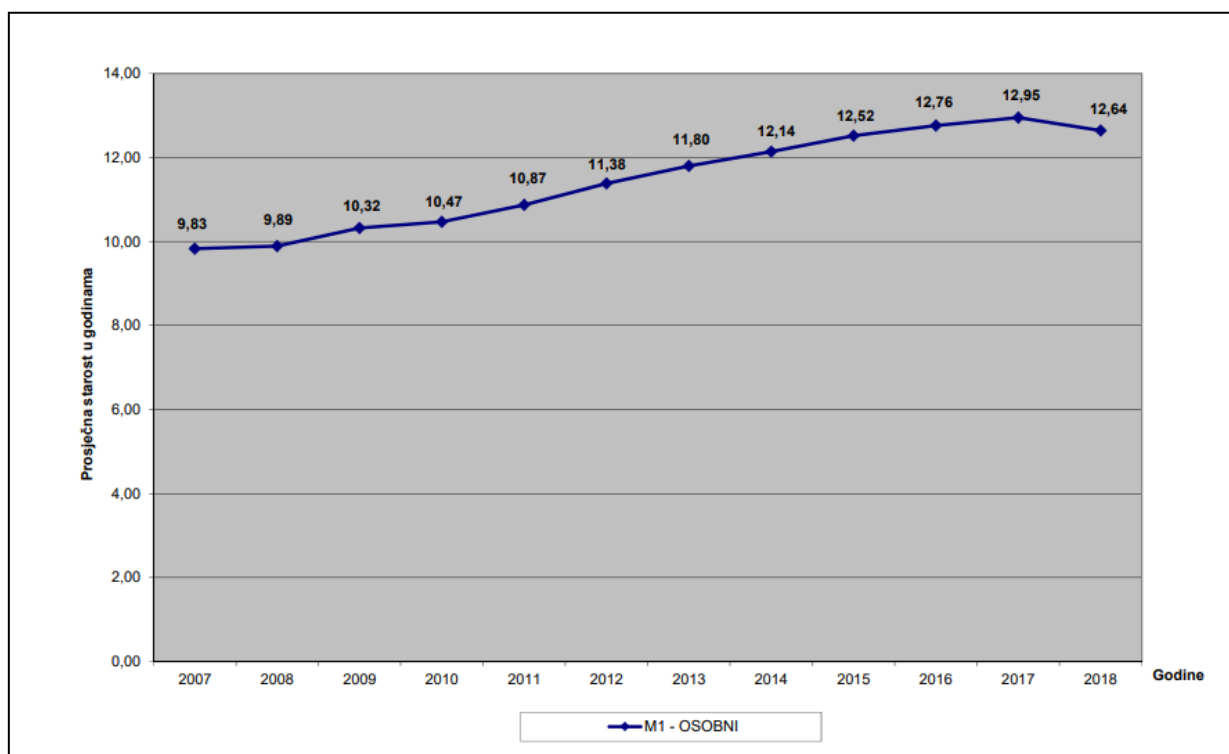
3.7. Alati za dijagnostiku

Bez dijagnostičkih uređaja i programa danas je nezamislivo baviti se održavanjem motornih vozila. Stoga se sa razvojem automobila razvijaju i dijagnostički alati kojih ima sve više. Razvijeno je mnoštvo jednostavnijih i kompliciranijih alata. Neki od njih pokrivaju samo određenu skupinu vozila. Ovlašteni servisi za određene marke vozila najčešće imaju svoje certificirane alate. Tako za starija vozila postoje alati poput VAG-Com (Volkswagen, Audi, Škoda, Seat), OP-Com (Opel), BMW Carsoft (BMW) i MB Carsoft (Mercedes Benz). Ovisno o potrebama i financijskim mogućnostima servisera kupuju se alati čija cijena se može kretati od nekoliko stotina do nekoliko tisuća kuna. Alati za dijagnostiku sastoje se od hardverskog (dio koji se spaja na OBD konektor) i softverskog (program) dijela. Naravno uz posjedovanje samog hardverskog i softverskog dijela alata potrebno je imati određeno predznanje o održavanju vozila. Sva novija vozila opremljena su OBD priključkom na koji se moguće povezati sa upravljačkom jedinicom kako bi se iščitale greške. Nerijetko su ti alati na stranim jezicima (najčešće engleski) pa je potrebno biti upoznat sa stranom terminologijom vezanom uz vozila. Razvojem automobila javljaju se nadogradnje dijagnostičkih programa. Danas je sve više alata koji pokrivaju širok spektar vozila kao što su Texa, Launch, Multi-Daig, Delphi, Auto-Com, ScanTool i sl. Većina njih ima hardverski dio koji se priključuje na OBD konektor te se putem bluetooth veze povezuju s računalom. Takav način povezivanja vrlo je praktičan za servisere jer ne moraju sjediti u vozilu sa prijenosnim računalom. Osim čitanja i brisanja grešaka mnogi alati

imaju funkcije za podešavanje sustava, pomoći za servisere, pregled parametara, kalibraciju i sl. [1,6]

3.8. Vozni park u Hrvatskoj i budućnost autodijagnostike

Korištenje automobila neizostavni je dio današnjeg društva. Prema podacima Centra za vozila Hrvatske (CVH) u 2018. godini je u Hrvatskoj bilo registrirano 2 167 996 vozila raznih namjena od čega 1 665 391 spada u M1 skupinu. To je oko 2,5 stanovnika po vozilu. U skupinu M1 spadaju motorna vozila za prijevoz putnika koja uz sjedalo vozača imaju još najviše 8 sjedala tj. osobni automobili i kombi vozila. Od tog broja čak 69% vozila je starije od 10 godina te je ovaj postotak u porastu. Oko 25% vozila je od 2 do 10 godina starosti, a samo 6% je novih vozila. To govori kako Hrvatska ima jedan od najstarijih voznih parkova na području EU (Europska unija). Konkretno prosječna starost vozila M1 kategorije u Hrvatskoj je 12,64 godine (slika 3.8.1). To je jedan od pokazatelja da je sigurnost u prometu u Hrvatskoj vrlo niska. Starost vozila ujedno rezultira većim brojem neispravnosti na vozilima uslijed dotrajalosti, a to se odražava i na broj tehnički neispravnih vozila na tehničkim pregledima. Kao što se može vidjeti na slici 3.8.2. najviše neispravnosti je povezano sa uređajima za kočenje, osvjetljavanje i signalizaciju te na dijelove osovina, kotača, pneumatika i ovjesa. Iz toga se može zaključiti da domaći serviseri imaju pune ruke posla. [17,18]



Slika 3.8.1. Prosječna starost vozila M1 kategorije [18]

	OZNAKA SKLOPA	NAZIV SKLOPA	KOLIČINA GREŠAKA	% U UKUPNO UTVRĐENOM BROJU NEISPRAVNOSTI
			UKUPNO UTVRĐENO NEISPRAVNOSTI	1.633.751
POSTOTAK NEISPRAVNOSTI NA SKLOPOVIMA U ODNOSU NA UKUPNI BROJ UTVRĐENIH NEISPRAVNOSTI	00	IDENTIFIKACIJA VOZILA	14.508	0,89
	01	UREĐAJI ZA UPRAVLJANJE	47.909	2,93
	02	UREĐAJ ZA KOČENJE	495.278	30,32
	03	UREĐAJI ZA OSVJETLJAVANJE I SVJETLOŠNU SIGNALIZACIJU	374.041	22,89
	04	UREĐAJI KOJI OMOGUĆUJU NORMALNU VIDLJIVOST	49.705	3,04
	05	SAMONOSIVA KAROSERIJA, ŠASIJA I OSTALI DUELOVI	109.397	6,70
	06	OSOVINE, KOTAČI, PNEUMATICI I OVJES	196.396	12,02
	07	MOTOR	102.006	6,24
	08	UTJECAJ NA OKOLIŠ	10.232	0,63
	09	ELEKTRIČNI UREĐAJI I INSTALACIJE	16.196	0,99
	10	PRIJENOSNI MEHANIZAM	20.506	1,26
	11	KONTROLNI I SIGNALNI UREĐAJI	50.176	3,07
	12	ISPITIVANJE ISPUŠNIH PLINOVA MOTORNIH VOZILA (EKO TEST)	74.932	4,59
	13	SPAJANJE VUČNOG I PRIKLJUČNOG VOZILA	9.551	0,58
	14	OSTALI UREĐAJI I DUELOVI VOZILA	6.452	0,39
	15	OPREMA VOZILA	50.095	3,07
	16	DODATNA ISPITIVANJA VOZILA KATEGORIJE M2 I M3	126	0,01
17	PLINSKA INSTALACIJA	6.245	0,38	

Tablica 3.8.2. Udio grešaka prema sklopovima na tehničkom pregledu u 2018. godini [18]

U 2018. godini u svijetu je proizvedeno oko 71 milijun automobila od čega je u Kini proizvedena gotovo trećina što se vidi prema tablici 3.8.3. Predviđa se da će europsko tržište alata za dijagnostiku u sljedećih 5 godina (do 2024. godine) rasti godišnjom stopom od 5,42%. Njemačka ima najveći udio na tržištu te se očekuje da će i dalje biti na vrhu. Na svjetskom tržištu najveća konkurencija im je Kina koja uz Japan i Južnu Koreju sve više ulaže u razvoj naprednih automobilskih tehnologija. Za daljnju budućnost tek ostaje za vidjeti što će se desiti i kako će se dijagnostički sustavi razvijati zbog dolaska nove generacije vozila (električnih). [19,20]

DRŽAVA	BROJ AUTOMOBILA	POSTOTAK
Kina	23 529 423	33,4%
Japan	8 358 220	11,9%
Njemačka	5 120 409	7,3%
Indija	4 064 774	5,8%
Južna Koreja	3 661 730	5,2%
SAD	2 795 971	3,9%
Brazil	2 386 758	3,4%
Španjolska	2 267 396	3,2%
Francuska	1 763 000	2,5%
UKUPNO	70 498 388	100%

Tablica 3.8.3. Svjetska proizvodnja automobila u 2018. godini [19]

Danas se već razmišlja o uvođenju OBD-III tj. unapređenje OBD-II kojem bi se dodala telemetrija. Drugim riječima vozilo sa OBD-III sustavom bilo bi u mogućnosti obavijestiti Agenciju za nadzor prometa o nastalom kvaru na vozilu. Time bi se vozače čija vozila su neispravna natjeralo na testiranje i popravak kvarova. Također ne bi bilo potrebe za provjeru Eko testa prilikom tehničkog pregleda vozila pa bi se troškovi za vozače ispravnih vozila smanjili. Za sada je jedina prepreka uvođenju OBD-III zaštita privatnosti vozača. [16]

4. Praktični dio

U ovom dijelu rada bit će prikazan postupak dijagnostike automobila na primjerima te kako su kvarovi bili otklonjeni. Za dijagnostiku koristi se alat Launch koji će biti ukratko opisan.

4.1. Dijagnostički alat Launch

Dijagnostički alat Launch X-431 PRO-S izdanje 2018. godine dolazi u paketu sa tabletom Lenovo, VCI (eng. Vehicle Communication Interface) konektorom, punjačem, kablovima i konektorima za starija vozila itd. kao što je prikazano na slici 4.1.1.. Alat je kineskog podrijetla te podržava sva američka, europska i azijska osobna vozila. Njegova cijena kreće se oko 12 000 kuna. Glavni dijelovi (slika 4.1.2.) su prijenosni tablet sa Android operacijskim sustavom sa dijagnostičkim programom i VCI konektor koji se spaja na OBD konektor na vozilu. Veza između tableta i VCI konektora ostvaruje se putem bluetooth veze. Prilikom otvaranja programa nude se opcije sa slike 4.1.2. kao što su inteligentna dijagnostika (eng. intelligent diagnosis), lokalna dijagnostika (eng. local diagnostic), poništavanje (eng. reset), povijest dijagnosticiranja (eng. diagnostic history) i dr. te u cjelini ima mnoštvo dijagnostičkih i specijalnih funkcija.



Slika 4.1.1. Torba Launch X-431 PRO-S



Slika 4.1.2. Tablet sa dijagnostičkim programom i VCI konektor

Najčešće se koristi lokalna dijagnostika preko koje se moguće povezati na željeni sustav automobila (npr. ECU, ABS, AC, SRS). Na početku je potrebno odabrati marku vozila (slika 4.1.3), a zatim program sam iščitava podatke o vozilu iz upravljačkog modula. Rijetko se događa da program ne uspije iščitati podatke pa je potrebno manualno odabrati tip vozila ili upisati identifikacijski broj vozila odnosno VIN (eng. Vehicle Identification Number) oznaku. Nakon toga odabire se su željeni sustav automobila te se iščitavaju i brišu greške, pregledavaju parametri senzora ili izvršavaju specijalne funkcije. Izbornik Reset služi za servisna poništavanja TPMS (eng. Tyre Pressure Monitoring System) senzora, izmjene ulja, izmjene disk pločica, regeneracije DPF-a i slično.



Slika 4.1.3. Odabir marke vozila

4.2. Autodijagnostika upotrebom alata Launch

4.2.1. Primjer 1

MARKA VOZILA	BMW
MODEL VOZILA	116D
BROJ ŠASIJE (VIN)	WBAUH510X0E472230
GODINA PROIZVODNJE	2010.
VRSTA MOTORA	2.0
VRSTA GORIVA	diesel
ZAPREMINA MOTORA (cm ³)	1995
SNAGA MOTORA (kW)	85

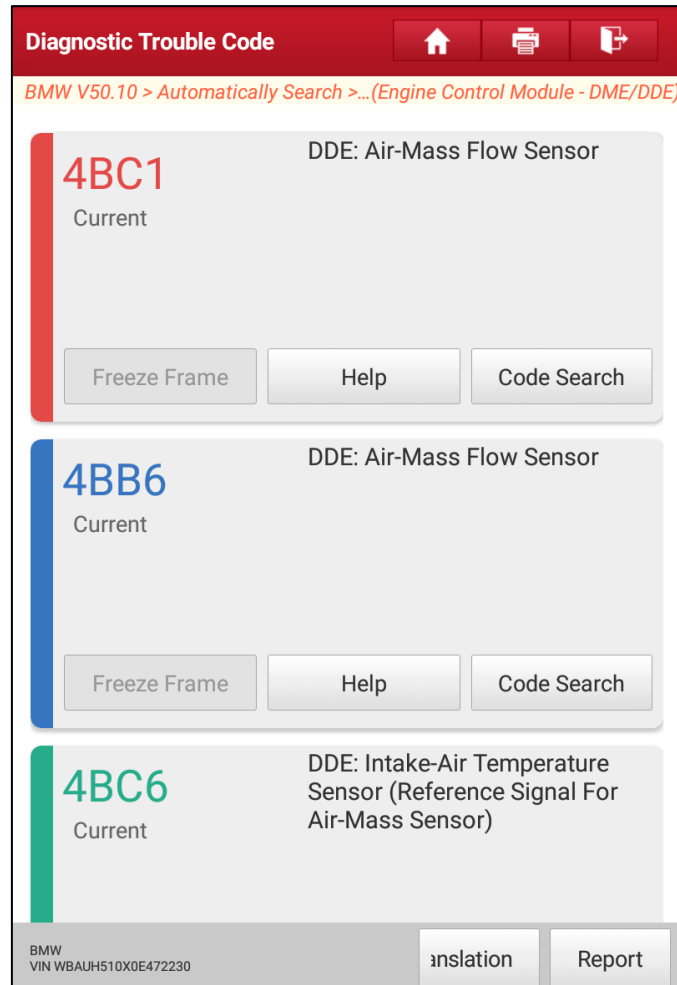
Tablica 4.2.1.1. Podaci o vozilu broj 1

Do potrebe za dijagnostikom vozila došlo je zbog uključivanje MIL lampice na kontrolnoj ploči. Na početku je potrebno priključiti (slika 4.2.1.2.) dijagnostički uređaj na DCL te uspostaviti bluetooth vezu sa tabletom Launch. Zatim se u opciji lokalne dijagnostike odabire marka vozila (slika 4.1.3.) te dijagnostički program sam pronalazi podatke o vozilu. Nakon toga odabrano je povezivanje sa modulom motora (ECM) te slijedi uspostavljanje komunikacije i očitavanje grešaka.



Slika 4.2.1.2. Spajanje VCI konektora na DCL

Dijagnostički program očitao je tri greške (slika 4.2.1.3.) i sve su povezane sa senzorom masenog protoka zraka (slika 4.2.1.4.). Utvrđeno je da je neispravan pa je istog potrebno zamijeniti. S obzirom na položaj (slika 4.2.1.5.) MAF senzora zamjena je vremenski kratka. Nakon zamjene problemi i greške u sustavu su uklonjeni.



Slika 4.2.1.3. Memorirane greške na vozilu broj 1



Slika 4.2.1.4. Senzor masenog protoka zraka (MAF senzor)



Slika 4.2.1.5. Položaj MAF senzora na vozilu

4.2.2. Primjer 2

MARKA VOZILA	Mazda
MODEL VOZILA	6
BROJ ŠASIJE (VIN)	JMZGY19T671450874
GODINA PROIZVODNJE	2006.
VRSTA MOTORA	2.0 CD
VRSTA GORIVA	diesel
ZAPREMINA MOTORA (cm ³)	1998
SNAGA MOTORA (kW)	89

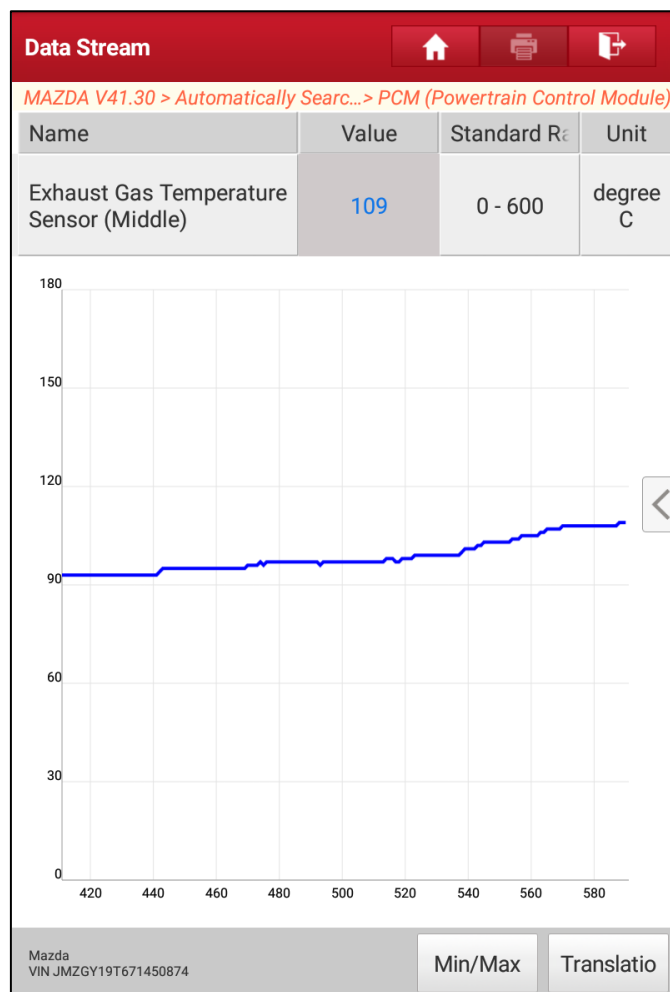
Tablica 4.2.2.1. Podaci o vozilu broj 2

Na vozilu Mazda 6 u početku su se pri malim brzinama javljali trzaji te je motor radio nestabilno. Kasnije je došlo do toga da se motor odmah nakon pokretanja počeo gasiti. Upalila se MIL lampica te je potrebno dijagnosticirati uzrok kvara. U memoriji upravljačkog modula motora zabilježene su 4 greške (slika 4.2.2.2.) uz koje su vidljivi pripadajući kodovi grešaka. Greške su vezane uz leptir gasa i senzor temperature ispušnih plinova pa je moguću uzrok jednog ili oba od ova dva elementa.

Fault Report		
MAZDA V41.30 > Automatically Searc...> PCM (Powertrain Control Module)		
DTC	Description	State
P2621	Throttle Position Output Circuit Low	CMDTCs(More Infor- mation...)
P2033	Exhaust Gas Temperature Sensor Circuit High Bank 1 Sensor 2	CMDTCs(More Infor- mation...)
P1588	Throttle Control Detected Loss Of Return Spring	CMDTCs(More Infor- mation...)
P2033	Exhaust Gas Temperature Sensor Circuit High Bank 1 Sensor 2	Freeze- Frame Mode2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> Clear DTC Refresh </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> lacion T Search Report </div>		

Slika 4.2.2.2. Memorirane greške na vozilu broj 2

Nakon otkivanja mogućih uzroka kvara kreće se ka preciznijem određivanju. Unutar dijagnostičkog programa Launch postoji mogućnost pregleda rada svih elemenata sustava. Na prikazanim dijagrama se može se jasno vidjeti krivulja rada elementa. Tako se na ovom primjeru pregledao rad senzora temperature ispušnih plinova koji je vidljiv na slici 4.2.2.3.. Temperatura ispušnih plinova mora se kretati unutar 0°C i 600°C. Prema dijagramu jasno se uočavaju skokovi za vrijeme pritiskanja papučice gasa što govori da senzor temperature ispušnih plinova radi ispravno. To upućuje na moguću neispravnost leptira gasa.



Slika 4.2.2.3. Provjera rada senzora temperature ispušnih plinova

Nakon rastavljanja uočeno je da se na leptiru gasa nakupila čađa (slika 4.2.2.4.). Stoga je potrebno zamijeniti leptir gasa ili očistiti čađu na njemu što je u svakom slučaju jeftinije rješenje. Čađa je uklonjena pomoću odgovarajućih sredstva za čišćenje što je vidljivo na slici 4.2.2.5.. Elementi ponovo stavljeni na vozilo, greške u memoriji obrisane i vozilo ponovo ispravno radi.



Slika 4.2.2.4. Leptir gasa prije čišćenja



Slika 4.2.2.5. Leptir gasa nakon čišćenja

4.2.3. Primjer 3

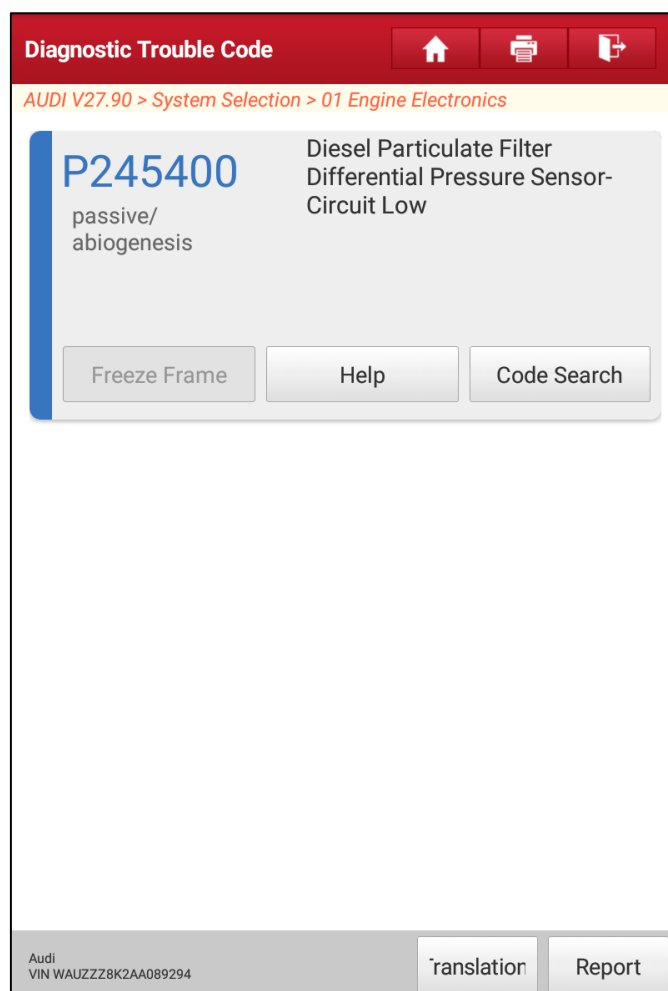
MARKA VOZILA	Audi
MODEL VOZILA	A4
BROJ ŠASIJE (VIN)	WAUZZZ8K2AA089294
GODINA PROIZVODNJE	2010.
VRSTA MOTORA	2.0 TDI
VRSTA GORIVA	diesel
ZAPREMINA MOTORA (cm ³)	1968
SNAGA MOTORA (kW)	88

Tablica 4.2.3.1. Podaci o vozilu broj 3

Zbog nepravilnog rada motora vlasnik vozila javio se serviseru da riješi problem. Konkretno u toku rada sustav je vršio regeneraciju DPF-a. Izvršeno je spajanje s dijagnostičkog uređaja s vozilom tj. sa ECM-om kao što je to opisano u prijašnjim primjerima. Program je izbacio samo jednu grešku (slika 4.2.3.3) koja upućuje na senzor diferencijalnog tlaka na DPF-u. Prvo je provjereno je li senzor ispravno postavljen. Kako je uočeno da je sve u normalnom stanju utvrđeno je da senzor ne radi ispravno pa je zamijenjen novim (slika 4.2.3.2.). Greška je obrisana iz memorije te je i kvar je uklonjen.



Slika 4.2.3.2. Senzor diferencijalnog tlaka



Slika 4.2.3.3. Memorirana greška na vozilu broj 3

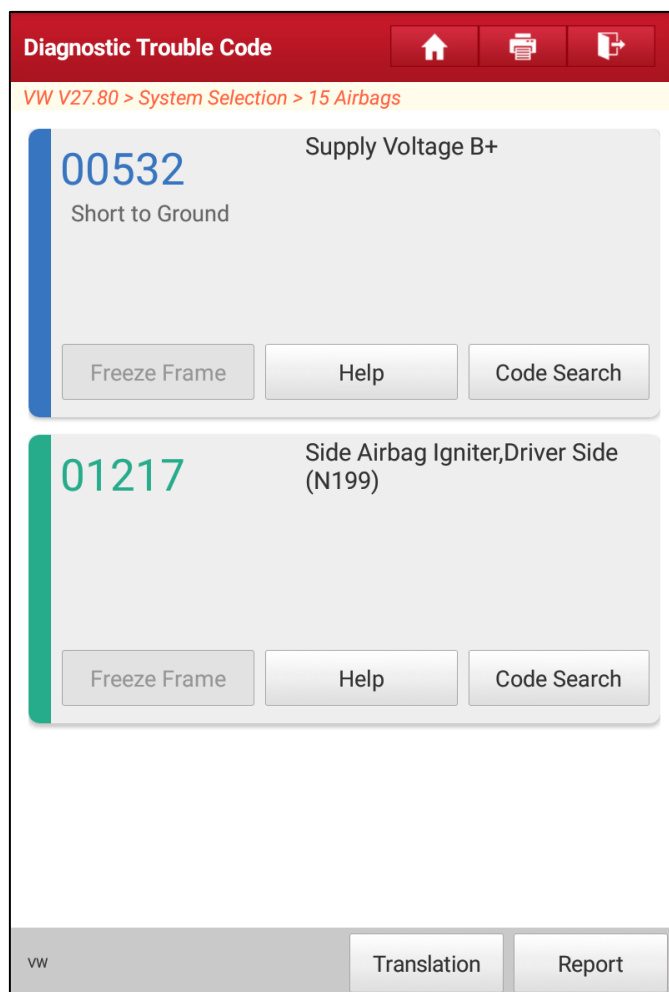
4.2.4. Primjer 4

MARKA VOZILA	Volkswagen
MODEL VOZILA	Passat
BROJ ŠASIJE (VIN)	WVWZZZ3BZYE370263
GODINA PROIZVODNJE	2000.
VRSTA MOTORA	1.9 TDI
VRSTA GORIVA	diesel
ZAPREMINA MOTORA (cm ³)	1896
SNAGA MOTORA (kW)	66

Tablica 4.2.4.1. Podaci o vozilu broj 4

Na vozilu iz prethodne tablice javio se problem sa zračnim jastukom. Na kontrolnoj ploči upalila se lampica za zračni jastuk odnosno airbag. Dijagnostikom sa dijagnostičkim alatom Launch utvrđeno je do je do problema došlo na upaljaču pojasa koji se aktivira u slučaju sudara.

Pošto vozilo nije imalo sudar provjeren je konektor koji se nalazi ispod vozačevog sjedala. Isti je bio pravilno spojen, ali je vjerojatno do pojave kvara došlo zbog slabog spoja. Nakon što je isti pošprican sprejem za kontakte više se greška nije pojavljivala.



Slika 4.2.4.2. Memorirane greške na vozilu broj 4

4.2.5. Primjer 5

MARKA VOZILA	Toyota
MODEL VOZILA	Avensis Verso
BROJ ŠASIJE (VIN)	JTEGH22B800007761
GODINA PROIZVODNJE	2002.
VRSTA MOTORA	2.0 16V
VRSTA GORIVA	benzin
ZAPREMINA MOTORA (cm ³)	1998
SNAGA MOTORA (kW)	110

Tablica 4.2.5.1. Podaci o vozilu broj 5

Lampica MIL na kontrolnoj ploči sugerira na pojavu kvara na vozilu. Spajanjem sa dijagnostičkim sustavom automobila u memoriji ECM-a zabilježene su dvije greške (slika 4.2.5.2.). Greške upućuju na neispravnost grijača jedne od lambda sonde koja regulira omjer zraka i goriva u gorivoj smjesi. Zbog ovog kvara može doći do ispuštanja većih količina štetnih ispušnih plinova u atmosferu. Upravo to je jedan od razloga zbog kojeg je OBD sustav uveden pa je lambda sondu potrebno zamijeniti. Iako su u modulu zabilježene dvije greške one se odnose na istu lambda sondu (isti kod greške). Donja se vrlo vjerojatno javila prethodno kad je sustav otkrio da parametri povremeno izlaze izvan dopuštenih granica. Kako je došlo do kompletnog otkazivanja sonde sustav je upalio MIL lampicu. Zamijenjena je lambda sonda (slika 4.2.5.3.) i sustav se vratio u normalno stanje.

Read DTC			
Code	Description	State	System Name
P1155	A/F Sensor Heater Circuit (Bank 2 Sensor 1)	Current	Engine and ECT
P1155	A/F Sensor Heater Circuit (Bank 2 Sensor 1)	History	Engine and ECT

Clear fault memory

Translat Search Report

Slika 4.2.5.2. Memorirane greške na vozilu broj 5



Slika 4.2.5.3. Lambda sonda

5. Zaključak

Potreba za održavanjem automobila postoji od početka njihovog razvoja. Ni jedan dio ne može beskonačno dugo trajati pa je potrebno iz preventivnih ili korektivnih razloga provoditi održavanje vozila. Kako se kroz povijest broj motornih vozila povećavao povećavale su se i emisije štetnih plinova koje se ispuštaju u atmosferu. Da bi se smanjio udio štetnih ispušnih plinova došlo je do potrebe za uvođenjem autodijagnostike u vozila. U počecima razvoja OBD-a nije bilo reda među dijagnostičkim sustavima već je svaki proizvođač vozila izrađivao sustave prema svom planu. To je dovelo do velikog broja različitih nestandardiziranih OBD priključaka što je serviserima otežavalo prilikom otkivanja kvara. Standardizacijom je određeno kako sustav treba izgledati te je taj sustav danas poznatiji pod imenom OBD-II. Sustav automatskog dijagnosticiranja kvarova temelji se na praćenju vrijednosti određenih parametara. Današnja vozila imaju sve veći broj elektroničkih komponenti pa je time potreban veći broj senzora. Kada vrijednost izađe izvan dopuštenih granica sustav grešku bilježi u memoriju. Pomoću lampica na kontrolnoj ploči vozača se obavještava da pojedini sustav vozila ne radi ispravno i da je potrebno posjetiti serviseru. Zabilježene greške odnosno kodove serviser pomoću dijagnostičkog uređaja može iščitati te preko njih otkloniti kvar. Točno utvrđivanje kvara rezultira bržim i jeftinijim održavanjem. Bez dijagnostičkih alata danas je teško i gotovo nezamislivo baviti se održavanjem vozila. Dijagnostički alat sastoji se od uređaja koji se spaja na OBD konektor na vozilu, računala te softvera na računalu. Da bi se dijagnostički alat mogao uspješno koristiti neophodno je poznavanje rada komponenti i sustava na vozilima. U novije vrijeme već se razmišlja o uvođenju OBD-III. Za sada mu je jedina prepreka zaštita privatnosti korisnika. Ostaje za vidjeti kako će se dalje razvijati automobilska industrija, a time onda i sustavi dijagnostike.

U Varaždinu, 9. listopada 2019.

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, David Kovač (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Kovač David
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, David Kovač (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena dijagnostike u održavanju motornih vozila (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Kovač David
(vlastoručni potpis)

6. Literatura

- [1] R. Marin: Autodijagnostika, Auto Mart, Zagreb, 2012.
- [2] Ž. Kondić: Održavanje industrijskih postrojenja, prezentacije sa predavanja, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018.
- [3] M. Begović: Održavanje tehničkih sustava, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
- [4] D. Maršić: Uvod u održavanje uređaja, 2006.
- [5] Lj. Papić, Z. Milovanović: Održavanje i pouzdanost tehničkih sistema, Izdavački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Prijevor, 2007.
- [6] V. Kondić, M. Horvat, F. Maroević: Primjena dijagnostike kao osnove održavanja po stanju na primjeru motora osobnog automobila, Tehnički glasnik, br.7, ožujak 2013, str. 35-41
- [7] R. Varga: Izrada sustava za evidenciju rada stroja, Završni rad, Grafički fakultet, Zagreb, 2014.
- [8] P. Todorović, B. Jeremić, I. Mačužić: Tehnička dijagnostika, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2009.
- [9] O. Perković: Organizacija održavanja motornih vozila, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2015.
- [10] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=4751>, dostupno 28.7.2019.
- [11] <https://www.merlinautogroup.com/aftermarket-modifications-a-do-or-a-dont.htm>, dostupno 28.7.2019.
- [12] R. Marin: Tehnologija automobila, Auto Mart, Zagreb, 2010.
- [13] <https://www.beaudaniels.com/automotive>, dostupno 30.7.2019.
- [14] R. Marin: Elektronika automobila i 4-taktni motori, Auto Mart, Zagreb, 2015.
- [15] D. Bohn, H. Burgartz, D. Smith: Kontrola emisije izduvnih gasova i OBD, MS Motor Service International GmbH, 2008.
- [16] M. Rešetar: Prikupljanje podataka o korištenju vozila putem EOBD utičnice, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2015.
- [17] <https://automobili.1klik.hr/novosti/zanimljivosti/kojeg-je-godista-vas-automobil-znate-li-kolika-je-prosjecna-starost-automobila-u-hrvatskoj>, dostupno 30.8.2019.
- [18] <https://www.cvh.hr/tehnicki-pregled/statistika/>, dostupno 30.8.2019.
- [19] <http://www.oica.net/category/production-statistics/2018-statistics/>, dostupno 28.7.2019.
- [20] <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-automotive-diagnostics-tool-market>, dostupno 30.8.2019.

Popis slika

Slika 2.1. Ukupno vrijeme sustava [3]	2
Slika 2.2. Primjer plana ispitivanja pouzdanosti sustava [3]	3
Slika 2.3. Prikaz završetka ispitivanja pouzdanosti [3].....	3
Slika 2.5. Tehnologija održavanja opreme [2]	5
Slika 2.1.1. Tijek ciklusa korektivnog održavanja [3]	6
Slika 2.2.1.1. Razvoj postupaka održavanja [5].....	8
Slika 2.2.1.2. Princip održavanja po stanju [6]	9
Slika 2.2.2.1. Izbor i ocjenjivanje dijagnostičkih parametara [8]	11
Slika 3.1.1. Dijelovi automobila [11].....	13
Slika 3.2.1. Dijelovi automobila [13].....	15
Slika 3.3.1. Postupak autodijagnostike [6].....	16
Slika 3.3.2. Elektronika automobila [13]	17
Slika 3.4.1. Funkcionalna shema OBD-I sustava [16].....	18
Slika 3.4.2. Ispušni sustav automobila [13]	19
Slika 3.4.3. Pojednostavljeni prikaz dijagnostike s ECU-om na dva načina [1].....	19
Slika 3.5.1. Područja smještaja DLC-a unutar vozila [16].....	20
Slika 3.5.2. OBD-II konektor [6]	21
Slika 3.5.3. Shema OBD-II sustava [16].....	22
Slika 3.6.1. Jedan kod greške za sve [15]	23
Slika 3.6.2. Lampice na kontrolnoj ploči	24
Slika 3.8.1. Prosječna starost vozila M1 kategorije [18].....	25
Slika 4.1.1. Torba Launch X-431 PRO-S	27
Slika 4.1.2. Tablet sa dijagnostičkim programom i VCI konektor	28
Slika 4.1.3. Odabir marke vozila.....	28
Slika 4.2.1.2. Spajanje VCI konektora na DCL	29
Slika 4.2.1.3. Memorirane greške na vozilu broj 1	30
Slika 4.2.1.4. Senzor masenog protoka zraka (MAF senzor).....	31
Slika 4.2.1.5. Položaj MAF senzora na vozilu	31
Slika 4.2.2.2. Memorirane greške na vozilu broj 2	33
Slika 4.2.2.3. Provjera rada senzora temperature ispušnih plinova	34
Slika 4.2.2.4. Leptir gasa prije čišćenja	35
Slika 4.2.2.5. Leptir gasa nakon čišćenja	35
Slika 4.2.3.2. Senzor diferencijalnog tlaka	36

Slika 4.2.3.3. Memorirana greška na vozilu broj 3	37
Slika 4.2.4.2. Memorirane greške na vozilu broj 4	38
Slika 4.2.5.2. Memorirane greške na vozilu broj 5	39
Slika 4.2.5.3. Lambda sonda	40

Popis tablica

Tablica 2.4. Sadržaj razina održavanja [3]	4
Tablica 3.2.2. Shema organizacije održavanja automobila [9].....	15
Tablica 3.8.2. Udio grešaka prema sklopovima na tehničkom pregledu u 2018. godini [18]	26
Tablica 3.8.3. Svjetska proizvodnja automobila u 2018. godini [19].....	26
Tablica 4.2.1.1. Podaci o vozilu broj 1	29
Tablica 4.2.2.1. Podaci o vozilu broj 2	32
Tablica 4.2.3.1. Podaci o vozilu broj 3	36
Tablica 4.2.4.1. Podaci o vozilu broj 4	37
Tablica 4.2.5.1. Podaci o vozilu broj 5	38