

# Održavanje i dijagnostika kvarova osobnih vozila prema EU normama

---

**Vučetić, Toni**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:317713>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-26**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Toni Vučetić**

Zagreb, 2019. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

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

Student:

Toni Vučetić

Zagreb, 2019. godina.

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

Zahvaljujem se Prof. dr. sc. Dragutinu Lisjaku na stručnoj pomoći i odvojenom vremenu kako bi ovaj diplomski rad bio napisan.

Toni Vučetić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



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

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

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **TONI VUČETIĆ** Mat. br.: 0035200325

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Održavanje i dijagnostika kvarova osobnih vozila prema EU normama**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Maintenance and diagnosis of personal vehicles in accordance to the EU norms**

Opis zadatka:

Automobilska industrija ima veliki utjecaj na gospodarstvo svake zemlje. Ujedno, ista je i jedan od primarnih zagadivača okoliša zbog značajne emisije ispušnih plinova u atmosferu. U posljednje doba, EU čini značajne napore u cilju smanjenja štetnih emisija donošenjem rigoroznih normi. U tom smislu, važna karika je i pravilno održavanje i dijagnostika voznog parka kojeg bi trebale sprovoditi sve članice Europske unije. U skladu s navedenim, u radu je potrebno:

1. Opisati strategije održavanja pojedinih sustava vozila.
2. Dati prikaz dijagnostičkih metoda, uređaja i softvera.
3. Detaljno opisati najnovije EU norme koje se odnose održavanje osobnih vozila, a prvenstveno sa stanovišta smanjenja emisije štetnih plinova.
4. Na konkretnom primjeru održavanja prikazati dijagnostiku, način otklanjanja kvara, testiranje, isporuku vozila te izvješća usklađeno s EU normama.
5. Analizom dobivenih rezultata izvesti zaključke.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
02. svibnja 2019.

Rok predaje rada:  
04. srpnja 2019.

Predvideni datum obrane:  
10. srpnja 2019.  
11. srpnja 2019.  
12. srpnja 2019.

Zadatak zadao:  
prof. dr. sc. Dragutin Lisjak

Predsjednica Povjerenstva:  
prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS TABLICA.....	VI
POPIS OZNAKA .....	VII
SAŽETAK.....	IX
SUMMARY .....	X
1. UVOD.....	1
2. PRIKAZ STANJA EMISIJA ŠTETNIH PLINOVA OSOBNIH VOZILA UNUTAR EU 2	
2.1. Budućnost osobnih vozila .....	6
2.2. Emisija CO <sub>2</sub> po proizvođačima automobila.....	7
3. CESTOVNA VOZILA I ZAGAĐENJE OKOLIŠA.....	10
3.1. Ispušni plinovi osobnih vozila .....	10
3.2. Svojstva sastojaka ispušnih plinova.....	11
3.2.1. Dušik.....	11
3.2.2. Kisik.....	11
3.2.3. Vodena para .....	12
3.2.4. Ugljični dioksid.....	12
3.2.5. Ugljični monoksid.....	12
3.2.6. Ugljikovodici (HC) .....	13
3.2.7. Sumporov (IV) oksid (SO <sub>2</sub> ) .....	13
3.2.8. Dušikovi oksidi (NO <sub>x</sub> ).....	14
3.2.9. Olovo i spojevi olova .....	15
3.2.10. Čađa i dim.....	16
4. EU PROPISI.....	19
4.1. Euro standardi .....	19
4.2. Mjerenje i kontrola ispušnih plinova .....	21
4.3. Usporedba NEDC i WLTP .....	26
5. OPIS TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA POSTIZANJE EURO 5 I EURO 6 NORMI.....	27
5.1. Sustav automatskog gašenja i pokretanja vozila (start – stop sustav).....	27
5.1.1. Tipka za uključenje / isključenje sustava.....	29
5.1.2. Elektropokretač .....	29
5.1.3. Alternator .....	29
5.1.4. AGM akumulator .....	30
5.1.5. Inteligentni senzor na akumulatoru.....	30
5.1.6. Senzori za provjeru ostvarivanja uvjeta gašenja i paljenja .....	30
5.2. Recirkulacija ispušnih plinova .....	31
5.2.1. Shematski prikaz recirkulacije ispušnih plinova niskog i visokog tlaka .....	32
5.2.1.1. Shema strujanja zraka pri recirkulaciji ispušnih plinova visokog i niskog tlaka	
33	
5.2.2. Recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka.....	34
5.2.3. Recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka.....	36
5.2.4. Komponente recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka .....	39

5.2.4.1.	Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka .....	39
5.2.4.2.	Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova .....	39
5.2.4.3.	Senzor diferencijalnog tlaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka....	39
5.2.4.4.	Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka .....	40
5.2.5.	Ostale komponente koje omogućuju recirkulaciju ispušnih plinova .....	40
5.2.5.1.	Mjerač mase zraka .....	40
5.2.5.2.	Elektromotorni pokretač leptira za gas .....	41
5.2.5.3.	Vrtložne zaklopke .....	42
5.2.5.4.	Regulator tlaka punjenja .....	43
5.2.5.5.	Senzor tlaka punjenja .....	44
5.2.5.6.	Senzor temperature punjenja zraka .....	45
5.2.5.7.	Senzor tlaka ispušnih plinova prije turbopunjača .....	46
5.2.5.8.	Senzor kisika prije i nakon katalizatora .....	46
5.3.	Naknadna obrada ispušnih plinova .....	47
5.3.1.	Filter za čestice dizela – DPF.....	48
5.3.1.1.	Regeneracija filtera krutih čestica.....	50
5.3.1.2.	Analiza diferencijalnog tlaka ili tlaka ispušnog plina u filtru čestica dizela	51
5.3.1.3.	Analiza profila vožnje od zadnje regeneracije.....	51
5.3.1.4.	Senzor diferencijalnog tlaka .....	53
5.3.1.5.	Senzori temperatura ispušnih plinova.....	54
5.3.2.	SCR – selektivna katalitička redukcija .....	55
5.3.2.1.	AdBlue .....	55
5.3.2.2.	Provjera kvalitete AdBlue:.....	56
5.3.2.3.	Funkcija selektivne katalitičke redukcije (SCR).....	57
5.3.2.4.	SCR uređaj za miješanje .....	60
5.3.3.	Filter za čestice benzina .....	61
5.3.3.1.	Regeneracija filtera čestica benzina.....	62
5.3.3.2.	Ubrizgavanje .....	64
5.4.	Konstruktivna rješenja motora s unutarnjim izgaranjem.....	65
5.4.1.	Downsizing .....	65
6.	DIJAGNOSTIKA I OTKLANJANJE KVAROVA .....	70
6.1.	Kvarovi na DPF sustavu .....	70
6.1.1.	Senzor diferencijalnog tlaka .....	71
6.1.2.	Senzori temperature .....	72
6.1.3.	Ostali elementi .....	72
6.1.4.	Regeneracija.....	72
6.1.5.	Potencijalni kvarovi na DPF sustavu .....	73
6.2.	Kvarovi na SCR sustavu .....	74
6.3.	Oprema za identifikaciju i otklanjanje kvarova .....	75
6.3.1.	Komunikacijski modul.....	75
6.3.2.	Dijagnostički softver .....	77
6.3.3.	Osciloskop.....	77
6.4.	Identifikacija kvara .....	79
6.5.	Proces otklanjanja kvara vozila.....	80
6.6.	Dijagnostika kvara .....	83
6.6.1.	Identifikacija simptoma kvara.....	84
6.6.2.	Spajanje vozila na dijagnostički uređaj.....	85
6.6.3.	Izbor vozila i čitanje memorije grešaka .....	86

---

6.6.4. Radnje za dijagnostiku kvara ovisne o kodu greške .....	90
6.6.4.1. Provođenje testova izvršnih članaka i servisnih funkcija .....	92
6.6.4.2. Analiza stvarnih vrijednosti .....	97
6.6.4.3. Analiza okolišnih uvjeta kvara.....	98
6.6.4.4. Analiza električnih instalacija.....	98
6.6.4.5. Analiza propusnosti .....	101
6.6.4.6. Simuliranje senzora i aktuatora.....	102
6.6.5. Radovi nakon dijagnostike kvara.....	106
6.6.5.1. Inicijalizacija ugrađenog dijela .....	107
6.6.5.2. Adaptacija ugrađenog dijela .....	107
6.6.5.3. Programiranje upravljačkog dijela.....	107
7. ZAKLJUČAK.....	108
LITERATURA.....	111
PRILOZI.....	113
PRILOG 1 .....	114
PRILOG 2 .....	119
PRILOG 3 .....	120
PRILOG 4 .....	121
PRILOG 5 .....	122
PRILOG 6 .....	124
PRILOG 7 .....	125
PRILOG 8 .....	126
PRILOG 9 .....	130



## POPIS SLIKA

Slika 2.1. Udio vozila s obzirom na tip goriva [2] .....	2
Slika 2.2. Trend prosječne starosti vozila u EU [3] .....	3
Slika 2.6. Trend udjela novih dizel vozila u zapadnoj Europi [5].....	5
Slika 2.7. Registracija novih vozila na 1000 stanovnika po državama u 2017. godini [6] .....	5
Slika 2.8. Dozvoljen limit emisije CO <sub>2</sub> u odnosu na masu vozila [1].....	6
Slika 2.9. Prosječne emisije CO <sub>2</sub> novih vozila pojedinih proizvođača u 2017. godini [7] .....	8
Slika 3.1. Udio emisije stakleničkih plinova po sektoru [9] .....	10
Slika 3.2. Trend emisije CO u EU [12] .....	13
Slika 3.3. Trend emisije SO <sub>x</sub> u EU [12] .....	14
Slika 3.4. Trend emisije NO <sub>x</sub> u EU [12].....	14
Slika 3.5. Generiranje emisije NO <sub>x</sub> po državama u 2016. godini [12] .....	15
Slika 3.6. Trend emisije Pb u EU [12] .....	16
Slika 3.7. Prikaz krute čestice [14].....	17
Slika 3.8. Trend emisije PM 2.5 u EU [12].....	17
Slika 3.9. Trend emisije PM 10 u EU [12].....	18
Slika 4.1. Mjerenje emisije štetnih plinova na ispitnim valjcima [17].....	22
Slika 4.2. NEDC ciklus [18].....	22
Slika 4.3. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 1 [18].....	24
Slika 4.4. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 2 [18].....	24
Slika 4.5. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 3 [18].....	25
Slika 5.1. Status start – stop sustava [22] .....	28
Slika 5.2. Shematski prikaz recirkulacije ispušnih plinova niskog i visokog tlaka [20].....	32
Slika 5.3. Shema strujanja zraka pri recirkulaciji ispušnih plinova visokog i niskog tlaka [20] .....	33
Slika 5.4. Sklop recirkulacije ispušnih plinova visokog tlaka [20].....	34
Slika 5.5. Preklopni ventil hladnjaka EGR ventila [20].....	35
Slika 5.6. Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka za recirkulaciju ispušnih plinova [20] .....	36
Slika 5.7. Sklop za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka [20] .....	37
Slika 5.8. Područje djelovanja recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka [20] .....	38
Slika 5.9. Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova te položaj ugradnje [20].....	39
Slika 5.10. Mjerač mase zraka [20].....	41
Slika 5.11. Elektromotorni regulator gasa [20] .....	42
Slika 5.12. Vrtložne zaklopke [20].....	43
Slika 5.13. Turbopunjač s regulatorom tlaka punjenja [20].....	44
Slika 5.14. Senzor tlaka punjenja [20] .....	45
Slika 5.15. Senzor temperature punjenja zraka [20] .....	45
Slika 5.16. Senzor tlaka ispušnih plinova [20].....	46
Slika 5.17. Senzor kisika [20] .....	47
Slika 5.18. Funkcionalni primjer naknadne obrade ispušnih plinova čistog dizelskog goriva s SCR tehnologijom [23] .....	48
Slika 5.19. Prikaz DPF filtera sa sensorima – pogled 1 [20] .....	49
Slika 5.21. Prikaz DPF filtera sa sensorima – pogled 2 [20] .....	49
Slika 5.21. Senzor diferencijalnog tlaka filtra za čestice [20].....	54
Slika 5.22. Senzor temperature ispušnih plinova [20] .....	54
Slika 5.23. Prikaz upozorenja za ponovno punjenje AdBlue [23] .....	56
Slika 5.24. Prikaz položaja ugradnje poklopca AdBlue spremnika [23] .....	56

Slika 5.25. Refraktometar s ljestvicom AdBlue [20] .....	57
Slika 5.26. Funkcionalna shema rada SCR sustava [20].....	58
Slika 5.27. SCR upravljački uređaj [20] .....	59
Slika 5.28. SCR uređaj za miješanje [20].....	61
Slika 5.29. Pregled kanala filtera za čestice benzina [20].....	62
Slika 5.30. Profil životnog vijeka eksploatacije filtera za čestice benzina [20].....	63
Slika 5.31. Injektor za gorivo benzinskih motora [20].....	64
Slika 6.1 Komunikacijski moduli BOSCH KTS [25][26].....	76
Slika 6.2. Multifunkcionalni uređaj BOSCH FSA 500 [27] .....	78
Slika 6.3. Blok–shema spajanja dijagnostičke opreme s upravljačkom jedinicom [28] .....	80
Slika 6.4. Proces otklanjanja kvara vozila.....	82
Slika 6.5. Proces dijagnostike kvara.....	83
Slika 6.6. Signalizacija kvara relevantnih za ispušne plinove na instrumentalnoj ploči – Nissan Qashqai .....	84
Slika 6.7. Signalizacija kvara relevantnih za ispušne plinove na instrumentalnoj ploči – BMW .....	84
Slika 6.8. Položaj spajanja dijagnostičkog modula na vozilo .....	85
Slika 6.9. Identifikacija vozila ručnim putem .....	86
Slika 6.10. Automatska identifikacija vozila .....	87
Slika 6.11. Početni zaslon modula – vođeno traženje greške.....	88
Slika 6.12. Prikaz ugrađenog sustava za upravljanje motorom.....	88
Slika 6.13. Prikaz prozora poglavlja u modulu traženja greške upravljačkog uređaja motora - 1 .....	89
Slika 6.14. Prikaz prozora poglavlja u modulu traženja greške upravljačkog uređaja motora - 2 .....	89
Slika 6.15. Detaljni prikaz pojedinog poglavlja unutar modula traženje greške.....	90
Slika 6.16. Strategija dijagnostike kvara [29] .....	91
Slika 6.17. Prikaz memorije grešaka .....	92
Slika 6.18. Mogućnosti servisnih funkcija vozila BMW 520d .....	94
Slika 6.19. Prikaz radne krivulje i komponenti NTC senzora temperature [29] .....	95
Slika 6.20. Primjer oscilograma za induktivni senzor s analizom [29].....	96
Slika 6.21. Referentni oscilogram mjerača mase zraka vozila BMW 520d prikazan u modulu traženje greške .....	97
Slika 6.22. Prikaz mjerenja stvarnih vrijednosti .....	98
Slika 6.23. Shema električnih instalacija .....	99
Slika 6.24. Prikaz položaja ugradnje označene komponente .....	99
Slika 6.25. Raspored pinova upravljačkog uređaja motora.....	100
Slika 6.26. Primjer neispravne električne instalacije senzora temperature okoline .....	101
Slika 6.27. Primjer neispravne električne instalacije na NO <sub>x</sub> senzora.....	101
Slika 6.28. Puknuće gumenog crijeva senzora razlike tlakova ispušnih plinova.....	102
Slika 6.29. Spajanje uređaja BOSCH FSA 500 .....	103
Slika 6.30. Početni zaslon softvera FSA 050 / 500 .....	103
Slika 6.31. Funkcija dvokanalnog osciloskopa .....	106
Slika 7.1. Procjena kretanja emisije CO <sub>2</sub> za 2030. i 2050. godinu [30].....	109

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz emisije CO <sub>2</sub> novih vozila za pojedine proizvođače i prikaz preostale promjene [7] .....	9
Tablica 2 Prikaz euro standarda osobnih vozila [15] .....	20
Tablica 3. Usporedba NEDC i WLTP [19] .....	26
Tablica 4. Obitelj downsizing motora VW grupe [24].....	68
Tablica 5 Rješenja za realizaciju Downsizing motora VW grupe [24].....	69
Tablica 6. Sažetak potencijalnih kvarova iz Priloga 8. [23].....	74
Tablica 7. Sažetak potencijalnih kvarova iz Priloga 9. [23].....	74

**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
ACT		Tehnologija aktivnog upravljanja cilindra ( <i>engl. Active cylinder Technology</i> )
C - VTC		Kontinuirana regulacija ventila ( <i>engl. Continuous Variable Valve Timing Control</i> )
CAN		CAN komunikacija ( <i>engl. Controller Area Network</i> )
CH		Kanal
COP		Usklađenost proizvodnje ( <i>engl. Conformity Of Production</i> )
CPU		Procesor ( <i>engl. Central Processing Unit</i> )
DEF		Dizelska ispušna tekućina ( <i>engl. Diesel Exhaust Fluid</i> )
DI		Izravno ubrizgavanje ( <i>engl. Direct Injection</i> )
DLC		Dijamant - karbon ( <i>engl. Diamond Like Carbon</i> )
DPF		Dizelski filter krutih čestica ( <i>engl. Diesel Particulate Filter</i> )
EATON		Trgovački naziv kompresora Nissan vozila
ECE		Urbani ciklus vožnje ( <i>engl. Urban Driving Cycle</i> )
ECU		Upravljački uređaj motora ( <i>engl. Engine Control Unit</i> )
EGR		Recirkulacija ispušnih plinova ( <i>engl. Exhaust Gas Recirculation</i> )
EUDC		Izrazito urbani vozni ciklus ( <i>engl. Extra - Urban Driving Cycle</i> )
Faktor lambda ( $\lambda$ )		Omjer stvarne smjese goriva u odnosu na idealnu
GDI		Izravno ubrizgavanje benzina ( <i>engl. Gasoline Direct Injection</i> )
HFM		Mjerač mase zraka s vrućim filmom ( <i>engl. Hot Film Air Mass</i> )
ICE		Motor s unutarnjim izgaranjem ( <i>engl. Internal Combustion Engine</i> )
IDI		Neizravno ubrizgavanje ( <i>engl. Indirect Injection</i> )
IEM		Integrirani ispušni kolektor
KE		Kinetička energija ( <i>engl. Kinetic Energy</i> )
LA		Olovo - kiselina ( <i>engl. Lead – Acid</i> )
LIVC		Kasnije zatvaranje usisnog ventila ( <i>engl. Late Intake Valve Closing</i> )
M	kg	Masa
M0	kg	Konstanta mase
NEDC		Novi europski vozni ciklus ( <i>engl. New European Driving Cycle</i> )
NTC		Negativni temperaturni koeficijent ( <i>engl. Negative Temperature Coefficient</i> )
OBD		Protokol dijagnostičkog priključka ( <i>engl. On - Board Diagnostics</i> )

---

P <sub>at</sub>	Pa	Atmosferski tlak
PLDC		Stalno magnetsko linearno beskontaktno pomicanje ( <i>engl. Permanent Magnetic Linear Contactless Displacement</i> )
PM	Gg	Krute čestice ( <i>engl. Particulate Matter</i> )
PMP		Program mjerenja čestica ( <i>engl. Particle Measurement Programme</i> )
P <sub>mr</sub>	W / kg	Omjer snage i ukupne trenutne mase vozila
PN		Količina krutih čestica ( <i>engl. Particulate Number</i> )
PT-CAN		Umreženost upravljačkih jedinica u području pogona i šasije
PWM		Širinsko - impulsna modulacija ( <i>engl. Pulse width modulation</i> )
SAE		Društvo automobilskih inženjera ( <i>engl. Society of Automotive Engineers</i> )
SCR		Selektivna katalitička redukcija ( <i>engl. Selective Catalytic Reduction</i> )
VVT		Varijabilno upravljanje ventilima ( <i>engl. Variable Valve Timing</i> )
WLTP		Usklađeni postupak ispitivanja lakih vozila u svijetu ( <i>engl. Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure</i> )

---

**SAŽETAK**

Automobilska industrija ima veliki utjecaj na gospodarstvo svake zemlje. U isto vrijeme, automobili kao dio transporta su jedan od primarnih zagađivača okoliša zbog značajne emisije ispušnih plinova u atmosferu. U posljednje vrijeme, Europska unija čini značajne napore s ciljem smanjenja emisije štetnih plinova donošenjem rigoroznih normi. Samim time proizvođači osobnih vozila trebaju implementirati nova tehnička rješenja u vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem kako bi se postigli suvremeni europski propisi. S druge strane, takvi sustavi koriste mnoga napredna tehnička rješenja i napredne elektroničke komponente koje predstavljaju veliki izazov za servisne radionice prilikom održavanja i dijagnostike kvarova.

Ključne riječi: Održavanje, dijagnostika, kvarovi osobnih vozila, Eu propisi, emisija štetnih plinova

---

**SUMMARY**

The automotive industry has a major impact on the economy of each country. At the least time, cars as part of the transport are one of the primary environmental pollutants due to the significant emission of exhaust gases into the atmosphere. Recently, the European Union is making significant efforts to reduce emissions of harmful gases by adopting rigorous standards. In this case, manufacturers of personal vehicles need to implement new technical solutions in vehicles with internal combustion engines to achieve modern European regulations. On the other hand, such systems use many advanced technical solutions and advanced electronic components that pose a major challenge for service workshops while maintaining and diagnosing failures.

Key words: Maintenance, diagnostics, personal vehicle defects, EU regulations, emission of harmful gases

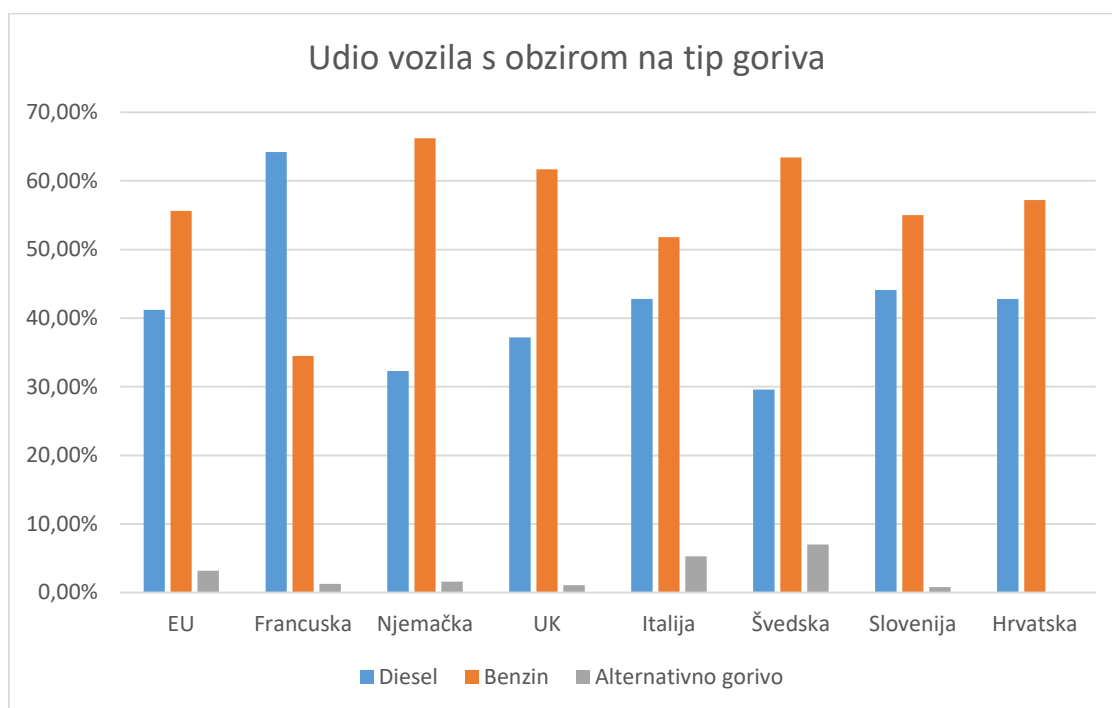
## 1. UVOD

Automobilska industrija ima velik utjecaj na ekonomiju Europske unije. Unutar Europske unije, u sektoru automobilske industrije zaposleno je preko 12 milijuna ljudi te čini 4 % Europskog BDP-a. Automobil je proizvod u kojem se stapaju mnoga znanja inženjera strojarstva počevši od izbora i proizvodnje materijala, konstrukcije, razvoja, plana proizvodnje, proizvodnje do same isporuke vozila. Poznato je da motori s unutarnjim izgaranjem generiraju štetne plinove, te imaju velik utjecaj na zagađenje okoliša. Automobili su odgovorni za čak 12 % ukupnog generiranog ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) u Europi. Samim time, Europska komisija kontinuirano razvija strategije i norme koje propisuju koliko štetnih plinova pojedini automobili (ovisno o vrsti motora, tipu i kategoriji vozila) smiju maksimalno generirati i ispuštati u atmosferu. Zbog toga, proizvođači automobila trebaju pronaći nova tehnička rješenja i implementirati ih u automobile kako bi se smanjila koncentracija štetnih plinova u Europi i samim time dovelo do poboljšanja kvalitete zraka. Pojedine države Europske unije su poduzele različite mjere kako bi potakli građane (potrošače) na osviještenost o ekologiji tako da kupuju novije automobile koje manje zagađuju okoliš. Neki od načina je zabrana ulaska u centar grada vozilima koji ne zadovoljavaju propisani standard i različiti porezni razredi koji ovise o stupnju ispuštanja CO<sub>2</sub> u atmosferu. Zatim, pojedine države su razvile sustav poticajnih mjera prilikom kupnje novog vozila s ciljem kupnje ekološko prihvatljivog osobnog vozila. U ovom radu su opisani štetni plinovi koje ispuštaju motori s unutarnjim izgaranjem u automobilima te standard Europske unije kojeg se proizvođači automobila trebaju pridržavati. Opisana su tehnička rješenja sustava na osobnim vozilima koja omogućuju postizanje modernih Europskih propisa. U ovisnosti s tehničkim rješenjima i sustavima na osobnim vozilima koji omogućuju postizanje Euro 5 i Euro 6 norme, prikazan je proces dijagnostike i otklanjanja kvarova povezanih s emisijom štetnih plinova te potencijalne greške elemenata sustava. Također su opisani postupci dijagnostike kvara, način pristupanju otklanjanju kvara te na kraju, prikaz dijagnostičkog izvještaja. [1]



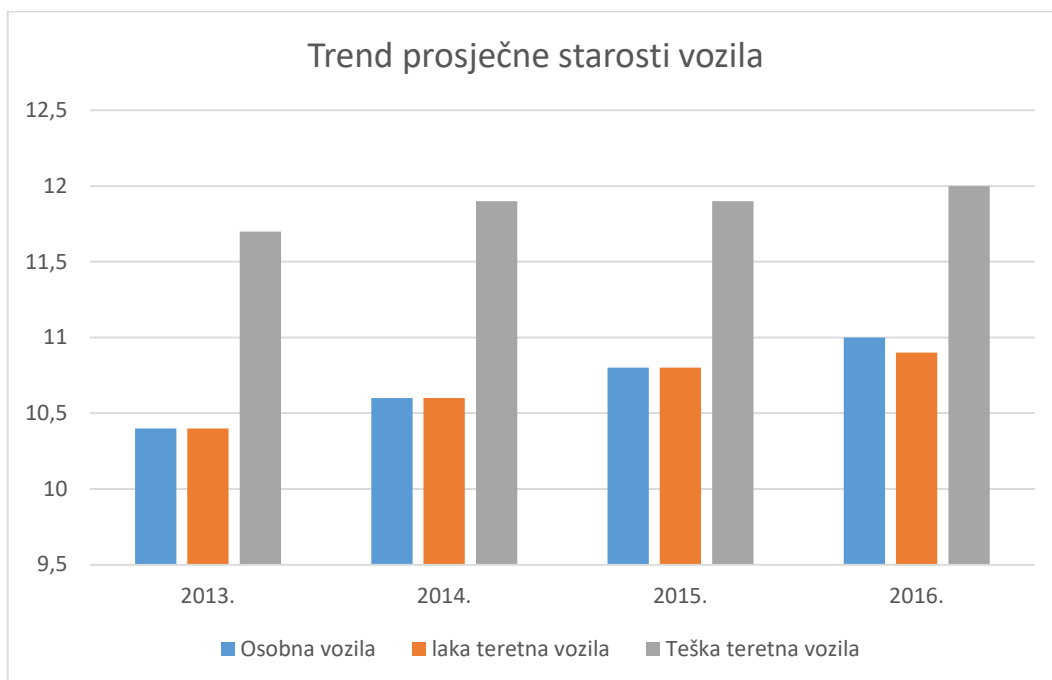
## 2. PRIKAZ STANJA EMISIJA ŠTETNIH PLINOVA OSOBNIH VOZILA UNUTAR EU

Definiranjem novih propisa kojima se nastoji reducirati emisija štetnih plinova, mijenja se odnos vozila s obzirom na tip motora. Isto tako, utjecajem zakonskih mjera pojedine države, mijenja se trend tržišta automobila. Štetni plinovi obrađeni u poglavlju 3 kao i njihov trend značajno ovisi o vrsti automobila. Na Slici 2.1. je prikazan udio vozila u EU i pojedinim europskim zemljama u 2015. godini. Najveći udio čine automobili s benzinskim motorom (55,6 %) zatim automobili s dizel motorom (41,2 %), a tek 3,2 % vozila s pogonom na alternativna goriva.



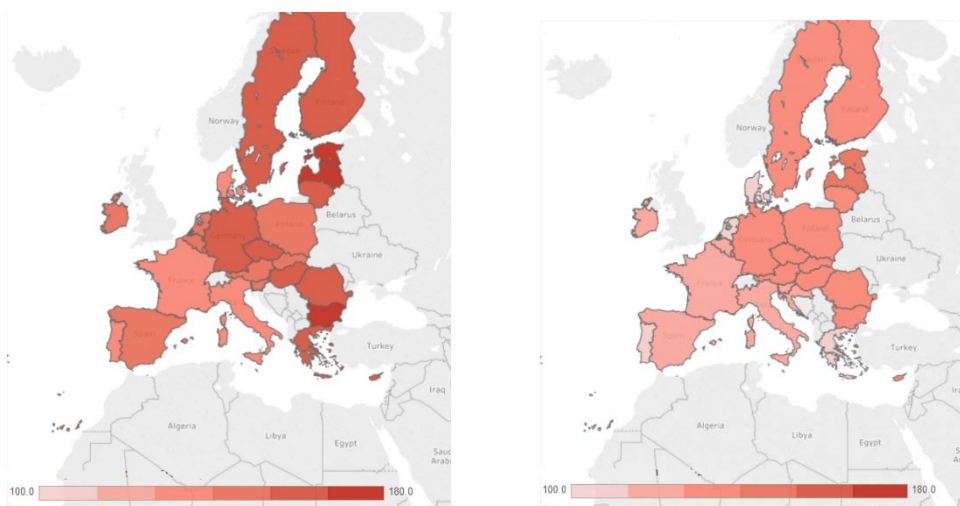
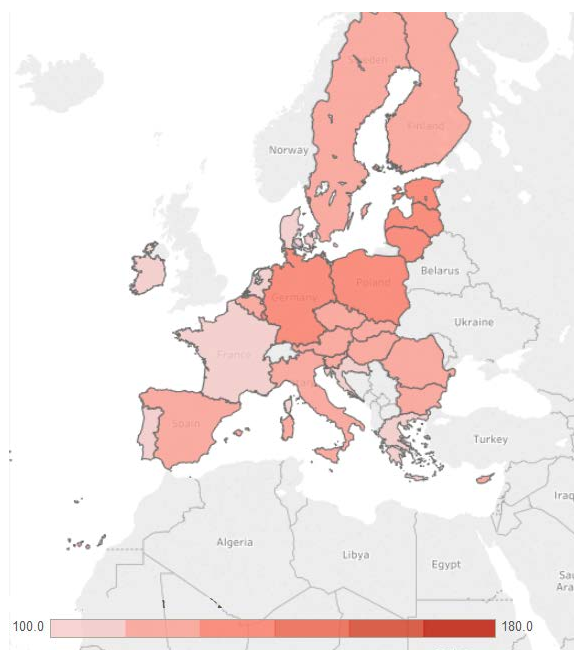
Slika 2.1. Udio vozila s obzirom na tip goriva [2]

Vozni park Europske unije je sve stariji. Putnički automobili sada su u prosjeku stari 11 godina, laka teretna vozila 10,9 godina i teška teretna vozila 12 godina. Trend prosječne starosti vozila je prikazan na Slici 2.2. iz koje se vidi da prosječna starost svih kategorija vozila raste.



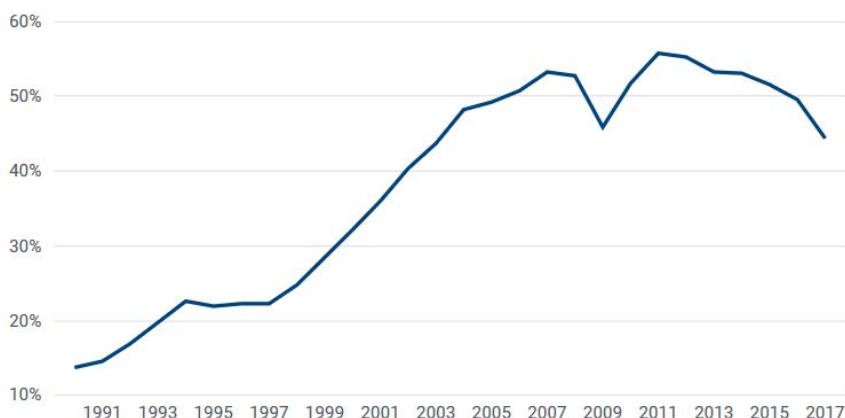
Slika 2.2. Trend prosječne starosti vozila u EU [3]

U 2017. godini prosječni novi osobni automobil emitirao je 118,5 g CO<sub>2</sub>/ km. Slika 2.3. lijevo prikazuje stanje CO<sub>2</sub> novih vozila u 2009. godini. Slika 2.3. desno prikazuje stanje CO<sub>2</sub> novih vozila u 2014. godini dok Slika 2.4. prikazuje stanje 2017. godine. Vidljiv je trend smanjenja, međutim još uvijek nije ostvaren cilj da se do 2021. godine postigne vrijednost 95 g / km.

Slika 2.3. Prosječna emisija CO<sub>2</sub> novih vozilaSlika 2.4. Prosječna emisija CO<sub>2</sub> novih vozila u 2017. godini [4]

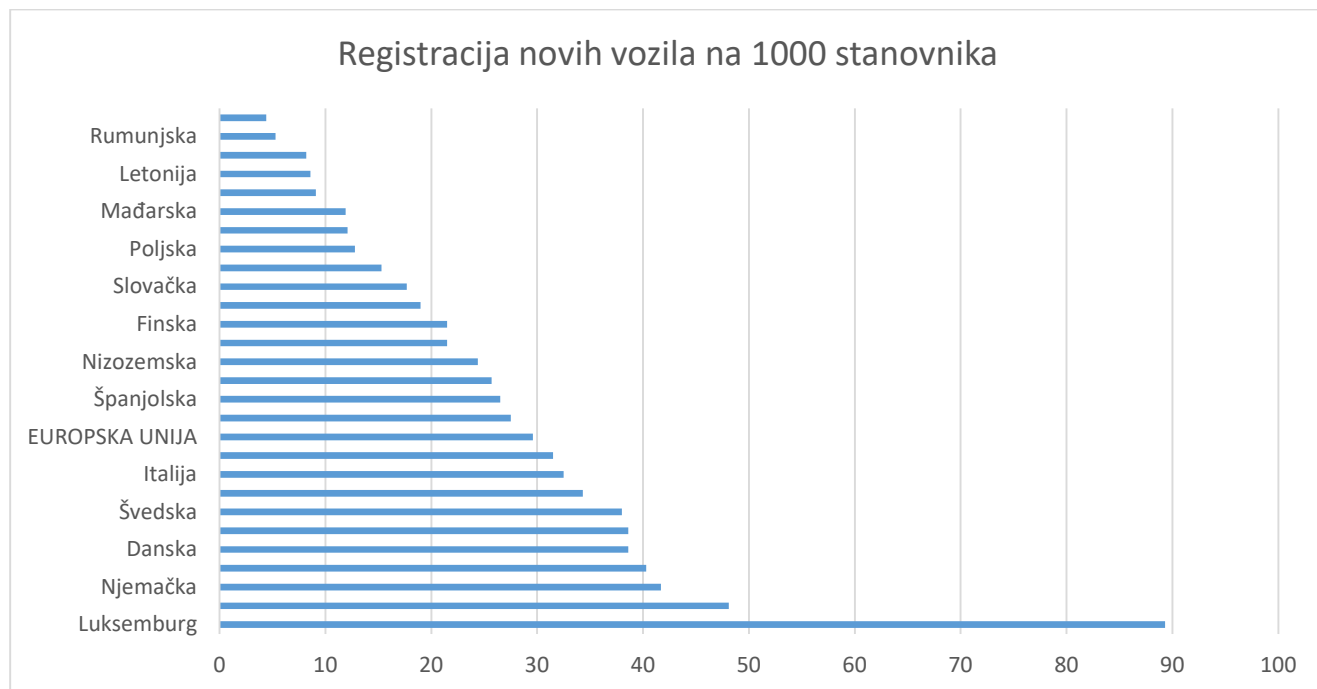
U zapadnoj Europi trend registracije novih dizel vozila je sve manji. Dugo godina udio novih registriranih vozila bilježi znatan rast do pojave gospodarske krize 2008. godine. Nakon oporavka, registracija se povećava do 2012. godine. Tada počinje znatno smanjenje. Trend je prikazan na Slici 2.6. Razlozi za takav trend su pojava novih vozila i osviještenost građana da dizel motori ispuštaju čađu i krute čestice koji su kancerogeni i štetni za zdravlje. Zatim, noviji

benzinski motori su znatno poboljšani, s čime je znatno smanjena potrošnja goriva, a značajke vožnje su jednake.



Slika 2.3. Trend udjela novih dizel vozila u zapadnoj Europi [5]

Luksemburg i Njemačka bilježe najveći broj registracija novih vozila na 1000 stanovnika (gotovo 90 vozila). Europska unija je na razini 29,6 vozila (Slika 2.7.). Ovaj podatak ima veliki utjecaj na vrijednosti emisije štetnih plinova prikazanih u poglavlju 3.

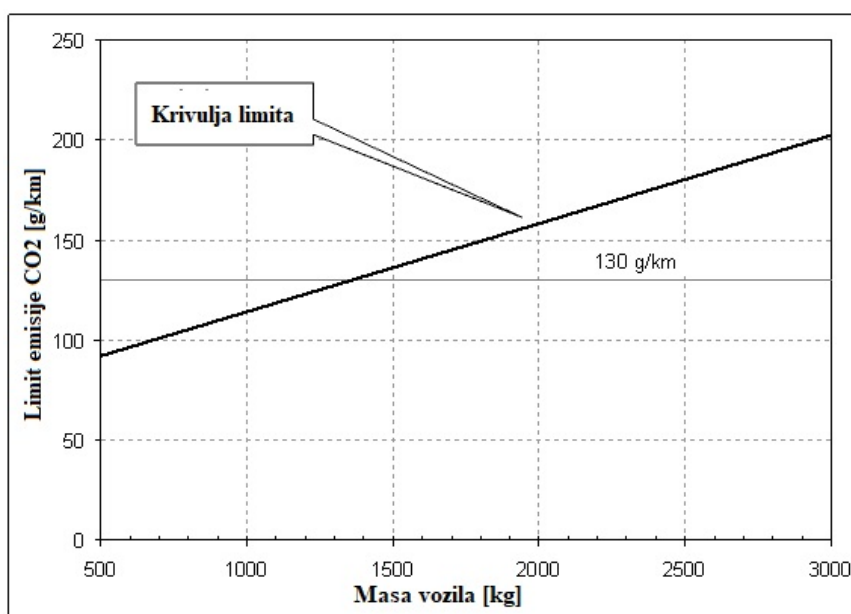


Slika 2.4. Registracija novih vozila na 1000 stanovnika po državama u 2017. godini [6]

## 2.1. Budućnost osobnih vozila

Europska komisija je strogo postavila cilj da se do 2021. godine postigne cilj od 95 g / km. 2017. godine je zabilježeno povećanje u iznosu od 0,4 grama u odnosu na 2016. godinu. U odnosu na 2010. godinu, 2017. godine je zabilježeno smanjenje za 22 g / km.

Svaki proizvođač dobiva individualni godišnji cilj na temelju prosječne mase svih novih automobila registriranih u EU u određenoj godini. Indikativne emisije utvrđuju se za svaki automobil u skladu s njegovom masom na temelju krivulje graničnih vrijednosti emisija. Krivulja graničnih vrijednosti postavljena je na takav način da se prosjek voznog parka od 130 grama CO<sub>2</sub> po km ostvaruje za EU kao cjelini. Kako bi se uskladili s propisom, proizvođači će trebati osigurati da ukupni ponderirani prosjek svih novih automobila ne prelazi krivulju graničnih vrijednosti. Krivulja (Slika 2.8.) za osobna vozila također je postavljena na takav način da će, u usporedbi s današnjim, emisije iz težih automobila morati biti smanjene za više od onih iz lakših automobila. [1]



Slika 2.5 Dozvoljen limit emisije CO<sub>2</sub> u odnosu na masu vozila [1]

Dopuštene specifične emisije:[1]

$$CO_2 = 130 + a * (M - M_0) \quad (1)$$

Pri čemu su:

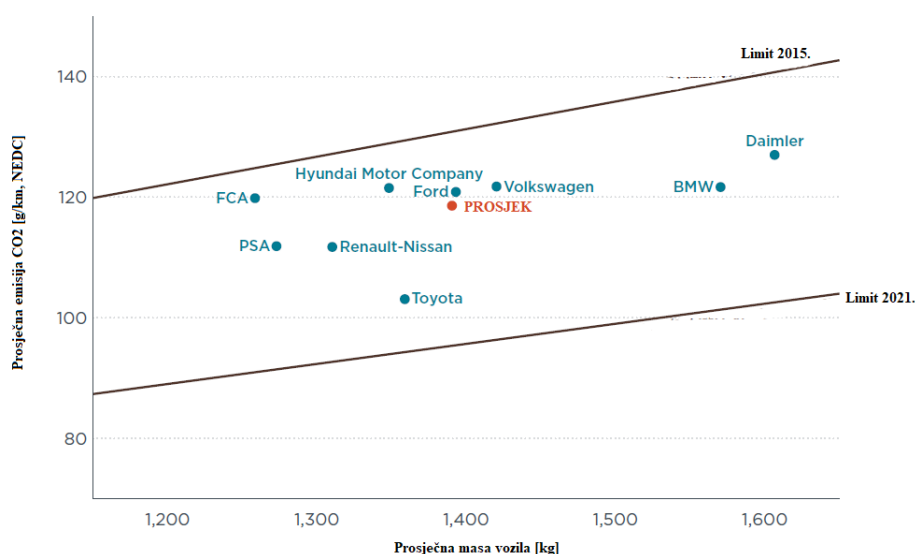
- M – masa [kg]
- M0 – 1289 [kg]
- A – 0,0457

Ako su prosječne razine emisija proizvođača veće od cilja postavljenog krivuljom graničnih vrijednosti, trebat će platiti kaznu za višak emisija. Iznos kazne raste s obzirom na prekoračenu vrijednost. Iznos kazne se računa na temelju broja grama po kilometru (g / km) predmetnog vozila pomnoženo s brojem automobila registriranih od strane proizvođača. Premija od 5 € po registriranom vozilu primjenjuje se na prvi g / km iznad cilja, 15 € za drugi g / km, 25 € za treći g / km i 95 € za svaki sljedeći g / km. Od 2019. godine svaki g / km prekoračenja iznosi 95 eura. Time se nastoji prisiliti proizvođače automobila na ostvarenje zadane emisije CO<sub>2</sub>. [1]

Nadležna nacionalna tijela u svakoj državi članici, Europskoj komisiji godišnje dostavljaju podatke o registraciji novih automobila. Zatim se proizvođači pozivaju na provjeru tih podataka. Na temelju toga komisija do 31. listopada svake godine objavljuje popis s prikazom učinka svakog proizvođača u smislu njegovih prosječnih emisija i usklađenosti s godišnjim ciljem emisija. To omogućuje praćenje napretka proizvođača.[1]

## 2.2. Emisija CO<sub>2</sub> po proizvođačima automobila

Na Slici 2.9. i Tablici 1. prikazani su podaci za devet glavnih skupina proizvođača koje predstavljaju oko 92 % ukupne prodaje novih osobnih automobila u EU u 2017. godini. Slika 2.9. prikazuje prosječne emisije svake skupine proizvođača u odnosu na ciljeve za 2015. i 2020. / 21. Tablica 1. prikazuje iste podatke, ali uključuje informacije o tržišnom udjelu svakog proizvođača u 2017. i smanjenju emisija od 2016. godine. [7]



Slika 2.6 Prosječne emisije CO<sub>2</sub> novih vozila pojedinih proizvođača u 2017. godini [7]

Sveukupno, prosječne emisije CO<sub>2</sub> u voznom parku EU povećale su se za 1 (0,4) g / km od 2016. do 2017. godine. Toyota je imala najnižu emisiju CO<sub>2</sub> od svih skupina proizvođača u 2017. i uspjela je smanjiti prosječne emisije CO<sub>2</sub> za 2 g / km u odnosu na prethodnu godinu. Samo je Hyundai Motor Company postigla veće smanjenje od 3 g / km. Od europskih grupa proizvođača, samo je BMW ostvario smanjenje emisija u razdoblju 2016. - 2017. Prosječne vrijednosti emisija svih ostalih europskih skupina proizvođača ostale su stabilne ili povećane do 2 g / km od 2016. do 2017. godine. Za 9 g / km (9 %), Toyota je bila najbliža cilju 2021. u 2017. godini. Fiat Chrysler Automobiles (FCA) je u najlošijem položaju kako bi ispunio, s preostalim smanjenjem od 29 g / km (24 %). Prosječne emisije CO<sub>2</sub> svih skupina, trebaju se smanjiti za 24 g / km (20 %) kako bi bile u skladu s ciljevima 2021. u iznosu od 95 g / km (Tablica 1.). [7]

Tablica 1. Prikaz emisije CO<sub>2</sub> novih vozila za pojedine proizvođače i prikaz preostale promjene [7]

Proizvođač	Udio na EU tržištu	Prosječna masa vozila [kg]	CO <sub>2</sub> Vrijednosti (g / km, NEDC)			
			Prosjek 2017.	Promjena 2016. - 2017.	2020./21. Cilj	Prestala promjena
Toyota	5 %	1359	103	-2	94	9
PSA	16 %	1273	112	2	91	21
Renault - Nissan	15 %	1310	112	1	93	19
Prosjek	-	1390	119	1	95	24
FCA	6 %	1259	120	0	91	29
Ford	7 %	1393	121	1	95	26
BMW	7 %	1570	122	-1	101	21
Hyundai Motor Company	6 %	1348	122	-3	94	28
Volkswagen	23 %	1420	122	2	96	26
Daimler	6 %	1607	127	2	103	24

Trendovi u automobilskoj industriji se mogu podijeliti na pet skupina: [8]

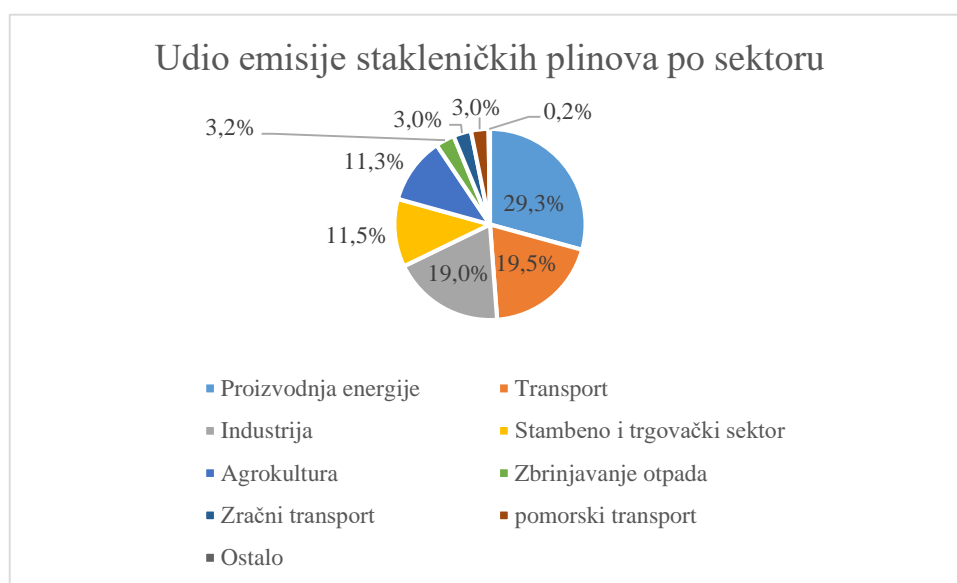
- Elektrifikacija vozila
- Autonomnost vozila
- Djeljivost vozila
- Povezanost vozila
- Sve češći period unaprjeđenja vozila

Komponenta koja se značajno odnosi na zaštitu okoliša je elektrifikacija vozila. Pojavom električnih vozila smanjuje se emisija štetnih plinova, jer za pogon koriste elektromotore. U Europskoj uniji se nastoji što prije prijeći na električni pogon. Najčešće se radi o hibridnim vozilima. Naravno, standardni motora s unutarnjim izgaranjem je nužna komponenta hibridnih vozila, međutim pojavili su se niz tehničkih rješenja čijom se implementacijom u vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem značajno smanjuje ispuštanje štetnih plinova. U daljnjem poglavlju opisana su neka tehnička rješenja koja omogućuju postizanje Euro 5 i Euro 6 norme osobnih vozila.



### 3. CESTOVNA VOZILA I ZAGAĐENJE OKOLIŠA

Cestovni promet je drugi najveći izvor emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji nakon sektora proizvodnje električne energije. Gotovo jedna petina ukupne emisije ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) dolazi iz cestovnog prometa. Cestovni promet je jedan od nekoliko sektora kod kojih se rapidno podiže emisija štetnih plinova. Samo osobna vozila ispuštaju oko 12 % europske emisije CO<sub>2</sub>. U 2014. godini transport je odgovoran za 19,5 % stakleničkih plinova (Slika 3.1.). [9][10]



Slika 3.1. Udio emisije stakleničkih plinova po sektoru [9]

#### 3.1. Ispušni plinovi osobnih vozila

Vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem su veliki zagađivači okoliša jer ispuštaju štetne plinove. Emisija štetnih plinova ovisi o vrsti pogonskog goriva kojeg koriste. Glavni tipovi goriva koji prevladavaju na tržištu su dizel motori i benzinski (Otto) motori. Oba tipa motora ispuštaju različite štetne plinove, stoga se nastoji pronaći rješenje da se smanji stvaranje emisija štetnih plinova. [11]

Sastojci koji ne sudjeluju u zagađenju okoliša, a nalaze se u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila su: [11]

- Dušik (N<sub>2</sub>)
- Kisik (O<sub>2</sub>)
- Vodena para (H<sub>2</sub>O)
- Ugljik (IV) oksid (CO<sub>2</sub>)

Sastojci koji sudjeluju u zagađenju okoliša, a nalaze se u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila su: [11]

- Ugljik (II) oksid (CO)
- Ugljikovodici (HC)
- Dušični oksidi (NO<sub>x</sub>)
- Sumpor (IV) oksid (SO<sub>2</sub>)
- Olovo (Pb) i njegovi spojevi
- Čađa i dim (krute čestice)

Benzinski motori ispuštaju veće količine CO i HC nego dizelski motori, ali imaju znatno nižu emisiju NO<sub>x</sub> čestica. Dizelsko gorivo sadrži više energije po litri od benzina i dizelski motori su učinkovitiji od benzinskih motora, stoga se zaključuje da su dizelski automobili učinkovitiji za vožnju. Dizelski motori imaju veće emisije NO<sub>x</sub> i znatno veće emisije krutih čestica (čađe). [11]

Emisije štetnih plinova su najveće kada je motor hladan. Istraživanja su pokazala da se hladan benzinski motor ugrije nakon 10 kilometara vožnje, a dizelski motor nakon 5 kilometara vožnje (u uvjetima istraživanja).

Vođeno tom činjenicom, dizelski motori proizvode manje neizgorenog goriva (HC) što će rezultirati nižim emisijama ugljičnog monoksida (CO) i ugljikovodika (HC). [11]

### **3.2. Svojstva sastojaka ispušnih plinova**

U ovom poglavlju su opisani sastojci koji se nalaze u emisiji štetnih plinova motornih vozila.

#### **3.2.1. Dušik**

Dušik (N<sub>2</sub>) u motor s unutarnjim izgaranjem ulazi s usisanim zrakom. Najvećim dijelom dušik ne sudjeluje u procesu izgaranja te izlazi iz motora s ispuhom. Dušik je kemijski inertan plin, bez boje, okusa i mirisa. Dušik nije zapaljiv i ne podržava gorenje. Dušik je lakši od zraka i slabo topljiv u vodi. Dušika u zraku ima 78 %. Dušik nije toksičan, ali ako pluća ostanu bez kisika može doći do gušenja. [11]

#### **3.2.2. Kisik**

Kisik (O<sub>2</sub>) također ulazi u motor putem usisa te je kisik osnovni element koji je nužan za izgaranje. Kisika u zraku ima 21 %, teži je od zraka te podržava gorenje, ali ne gori. Njegova prisutnost u ispušnim plinovima je rezultat nepotpunog izgaranja. U idealnom slučaju sav kisik bi trebao izgorjeti u procesu izgaranja te se taj iznos mjeri s

faktorom  $\lambda$ ). Najčešće je nepotpuno izgaranje uzrokovano premalom količinom kisika ( $\lambda < 1$ , smjesa je prebogata) i lošom izmiješanosti smjese. [11]

### 3.2.3. Vodena para

Vodena para ( $H_2O$ ) je produkt svakog procesa izgaranja, a u cestovnim vozilima nastaje oksidacijom ugljikovodika s kisikom iz usisanog zraka. Vodena para je voda u bezbojnom plinovitom obliku koja se sastoji od mnogo lebdećih molekula vode. Voda vrije na  $100\text{ }^\circ\text{C}$  (pri atmosferskom tlaku  $p_{at}=101\ 325\ \text{pa}$ ), te tako pri vrenju 1 kg vode prelazi u  $1,673\ \text{m}^3$  vodene pare, a energija koja je potrebna za isparavanje iznosi  $2,257\ \text{kJ}$ . Kondenzacijom vodene pare stvaraju se oblaci i oborine, a dolazi i do oslobađanja topline. [11]

### 3.2.4. Ugljični dioksid

Ugljični dioksid ( $CO_2$ ) je plin bez boje i mirisa ako se radi o manjoj koncentraciji, međutim pri većoj koncentraciji stvara se oštar miris kiselkastog okusa te izaziva osjećaj gušenja i razdraženosti. Pri udahu veće količine ugljičnog dioksida stvara se peckanje u nosu i grlu, jer se otapa u sluznici i slini. Plin nastaje izgaranjem vodika, disanjem ljudi i životinja, a biljke ga koriste u procesu fotosinteze. Ugljični dioksid uz vodenu paru i metan, tvore glavne plinove za stvaranje efekta staklenika. Izmiješani u atmosferi čine omotač oko zemlje koji sprječava gubitak toplinske energije u svemir i doprinose povoljnijoj klimi na zemlji koja je neophodna za život. Staklenički plinovi održavaju temperaturu Zemlje pogodnu za život, bez njihova učinka temperatura bi bila  $30\text{ }^\circ\text{C}$  niža i ne bih bio moguć život. Međutim, izgaranje fosilnih goriva uzrokuje stalno povećanje količine  $CO_2$  i ostalih stakleničkih plinova, što dovodi do globalnog zatopljenja. [11]

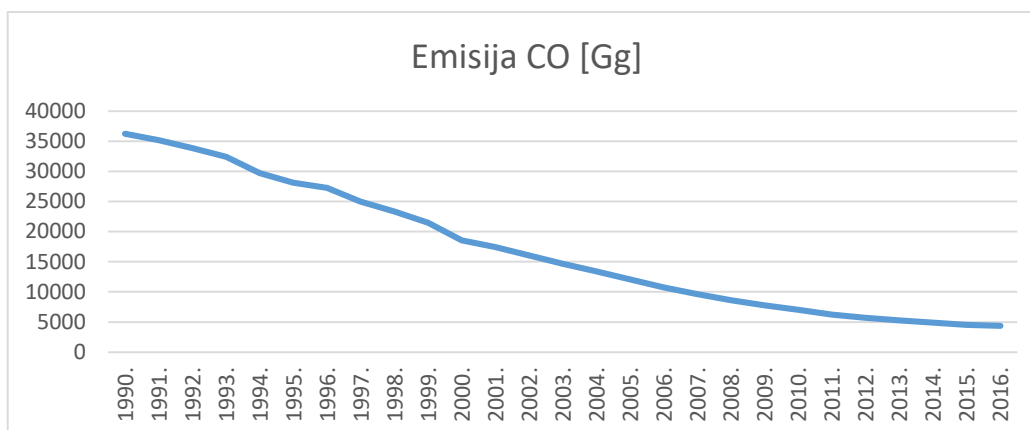
Smanjenje  $CO_2$  u cestovnim motornim vozilima se može postići na nekoliko načina: [11]

- Oporezivanjem goriva i vozila
- Tehnologijom izgaranja goriva u motoru - inovativnim tehnologijama
- Primjenom alternativnih goriva
- Eko vožnjom
- Smanjenjem mase vozila

### 3.2.5. Ugljični monoksid

Ugljik (II) oksid ( $CO$ ) je plin bez boje i mirisa, jako otrovan jer se veže na hemoglobin u krvi čime sprječava prijenos kisika. Ugljični monoksid nastaje kao produkt nepotpunog

izgaranja kad u smjesi nema dovoljno kisika (bogata smjesa). Emisija ugljičnog monoksida (Slika 3.2.) u Europskoj uniji je u konstantnom padu, ali se nastoji eliminirati. [11]



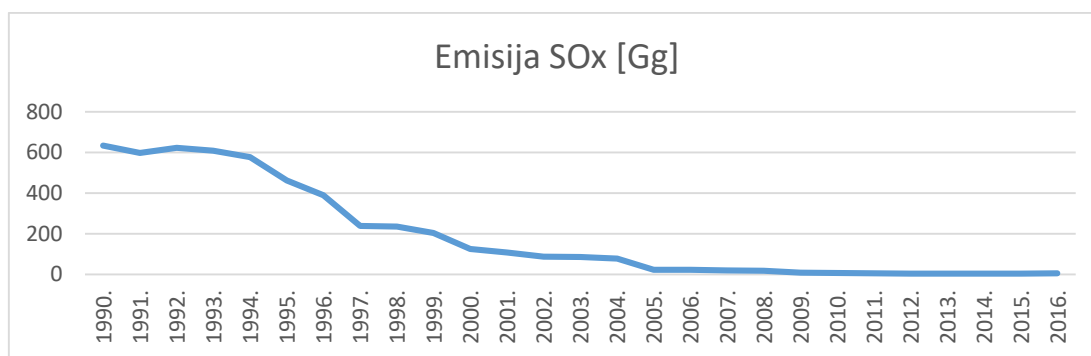
Slika 3.2. Trend emisije CO u EU [12]

### 3.2.6. Ugljikovodici (HC)

Ugljikovodici nastaju zbog nepotpunog izgaranja goriva. Plin je neugodnog mirisa i nadražujućeg djelovanja te stvara smog. Pare ugljikovodika djeluju na središnji živčani sustav i imaju opojno djelovanje. Najveći dio emisije HC ispusti se u gradskoj vožnji, koju karakteriziraju male prosječne brzine i česta promjena brzine vozila. [11]

### 3.2.7. Sumporov (IV) oksid (SO<sub>2</sub>)

Sumporov (IV) oksid je bezbojan nadražujući plin, kiselog okusa te jako štetan spoj, jer u atmosferi oksidira u SO<sub>3</sub> (sumporov trioksid) koji u kontaktu s vodom izaziva nastanak kiselih kiša. Također djeluje na usporenje procesa fotosinteze kod biljaka, posebno kod igličastog drveća, te uzrokuje koroziju. Vrlo je otrovan, jer štetno djeluje na ljudske dišne organe. Količina dušikovog dioksida ovisi o količini sadržaja sumpora u gorivu. Dizelska goriva sadrže puno veće količine sumpora pa tako za 1 kg dizelskog goriva emisije izgaranja iznose 4 g SO<sub>2</sub>, a kod benzinskih 0,26 g SO<sub>2</sub>. U Europi, trend emisije SO<sub>x</sub> je u konstantnom padu (Slika 3.3.), a najveći pad je ostvarila između 1994. i 2000. godine. Razlog takvom konstantnom padu je povećanje kvalitete goriva, odnosno eliminaciji sumpora iz goriva. [11]



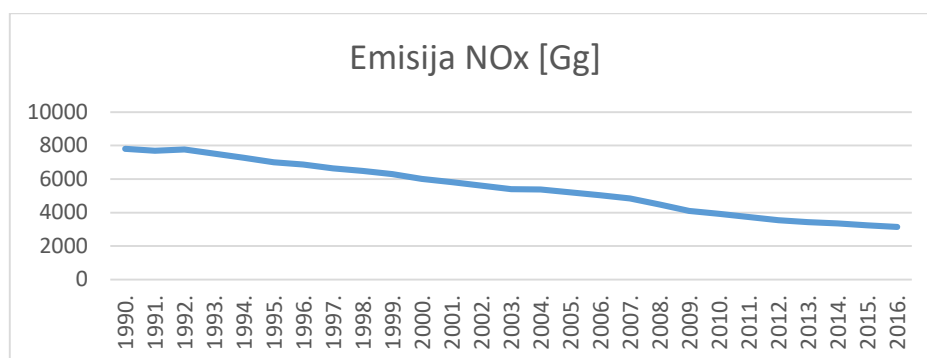
Slika 3.3. Trend emisije SOx u EU [12]

### 3.2.8. Dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>)

Nastaju izgaranjem goriva u motorima s unutrašnjim izgaranjem pri visokim temperaturama. Vrijeme zadržavanja plina iznosi 2 - 3 dana, a uklanja se prisustvom vlage. Na stvaranje NO utječu: [11]

- Odnos zraka i goriva u reakcijskoj zoni (manje kisika rezultira manju emisiju NO)
- Temperatura u reakcijskoj zoni
- Vrijeme zadržavanja plina u reakcijskoj zoni kod minimalne temperature (što je vrijeme kraće to je niža vrijednost emisije NO)

Glavni nositelj otrovnosti je dušični dioksid (NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> je crveno smečkast, nezapaljiv plin, koji na čovjeka utječe slično kao SO<sub>2</sub>, izazivajući poremećaje dišnog sustava, uz glavobolju i kašalj. U većim količinama vrlo je toksičan, stoga može dovesti do ozbiljnih oštećenja na plućima. Osobito je opasan u kombinaciji s CO, pri čemu i mala koncentracija može ugroziti životne funkcije čovjeka. Emisija NO<sub>x</sub> u Europi je u konstantnom padu (Slika 3.4.). [11]



Slika 3.4. Trend emisije NOx u EU [12]

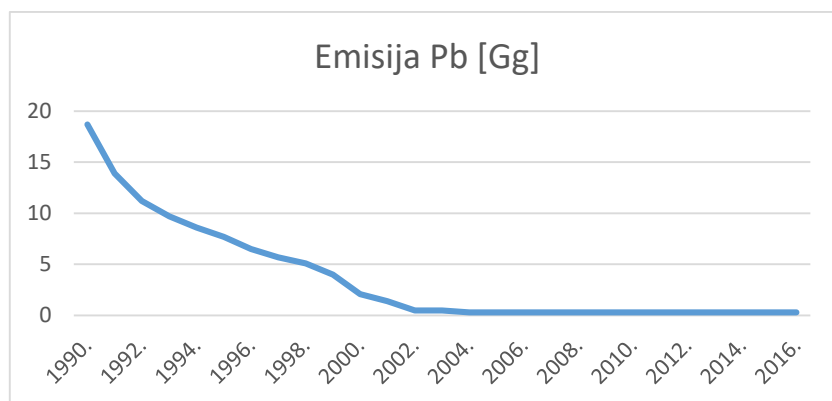
Njemačka je u 2016. godini najviše ispustila emisije NO<sub>x</sub> (Slika 3.5.), zatim ju slijede Francuska, Španjolska, Italija, Ujedinjeno Kraljevstvo, Poljska i Turska. NO<sub>x</sub> plinovi se jednostavno mogu povezati s vrstom industrije pojedine zemlje te udjelom dizel motora vozila koja prevladavaju u pojedinoj zemlji.



Slika 3.5 Generiranje emisije NO<sub>x</sub> po državama u 2016. godini [12]

### 3.2.9. Olovo i spojevi olova

Olovo je sjajan metal srebrno plave do modro sive boje. Olovo na zraku potamni zbog stvaranja zaštitnog sloja oksida i karbonata. Olovo ima poznato otrovno djelovanje kojem su posebno osjetljiva mala djeca i anemični ljudi. Ima štetan utjecaj na središnji i periferni živčani sustav, izazivajući poremećaje krvi i mozga, a zbog svog taloženja na kostima može dovesti i do karcinoma. Olovo i spojevi olova dodaju se benzinskom gorivu kao aditiv radi poboljšanja otpornosti na detonacije. Emisija generiranog olova u štetnim plinovima je svedena na minimum zbog povećanja kvalitete goriva tj. uvođenjem bezolovnog benzina. (Slika 3.6.). [11]



Slika 3.6. Trend emisije Pb u EU [12]

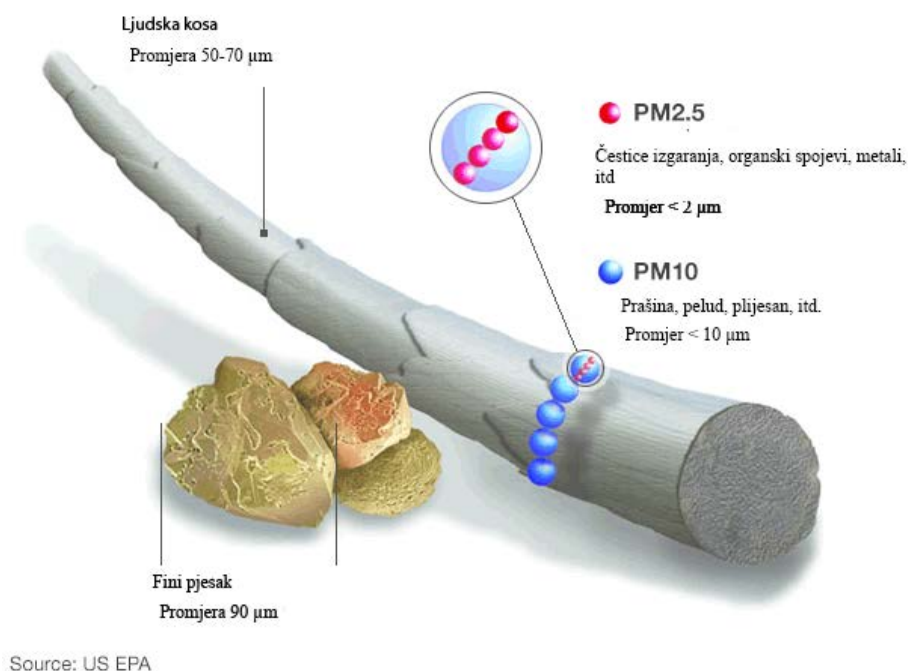
### 3.2.10. Čađa i dim

Čađa i dim (PM, *engl. Particulate Matter*) čine ozbiljan problem zagađivanja okoliša koji se nalaze u ispušnim plinovima motornih vozila. Jedna od štetnih utjecaja je nastajanje dima koja utječe na vidljivost te se samim time utječe na sigurnost u prometu. Čađa je filtrat ispušnih plinova, koji se sastoji od čestica ugljika, a nastaju uz visoku temperaturu i manjak kisika. Ugljikovi spojevi koji se nalaze u česticama nisu toliko štetni sami po sebi, nego zbog toga što na sebe vežu toksične dušične i sumporne okside te ugljikovodike. Time izazivaju respiratorne probleme i imaju kancerogeni učinak. Čađu i dim odnosno krute čestice, znatno više stvaraju dizelski motori. Čađa, dim i prašina u gradovima smanjuju sunčevo zračenje čak do 20 %, jer smog apsorbira ultraljubičaste zrake. Krute čestice stvaraju maglu, a rezultat toga je stvaranje smoga. Smog nastaje nakupljanjem štetnih plinova koji se zbog hladnog zraka ne mogu dignuti u visinu. Posljedice udisaja smoga su: respiratorne bolesti, astma, oštećenje plućnog tkiva, vegetacije itd. [11] [13]

Krute čestice se dijele na:

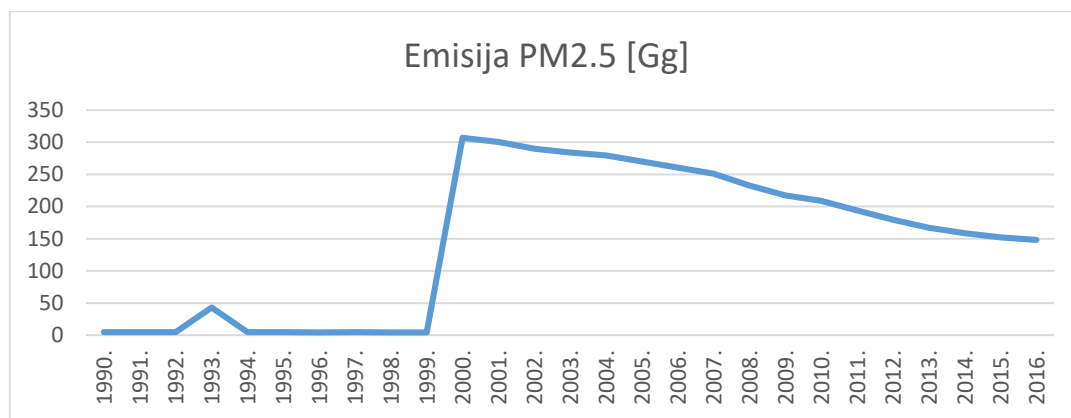
- Krute čestice s promjerom manjim od 2.5  $\mu\text{m}$  (PM 2.5)
- Krute čestice s promjerom manjim od 10  $\mu\text{m}$  (PM 10)

Na Slici 3.7. su prikazane vrste krutih čestica u usporedbi s ljudskom kosom te finim pijeskom. Zaključuje se kako su krute čestice izuzetno malog promjera te lako ulaze u ljudski organizam dišnim putem te mogu teško narušiti zdravstveno stanje čovjeka.



Slika 3.7. Prikaz krute čestice [14]

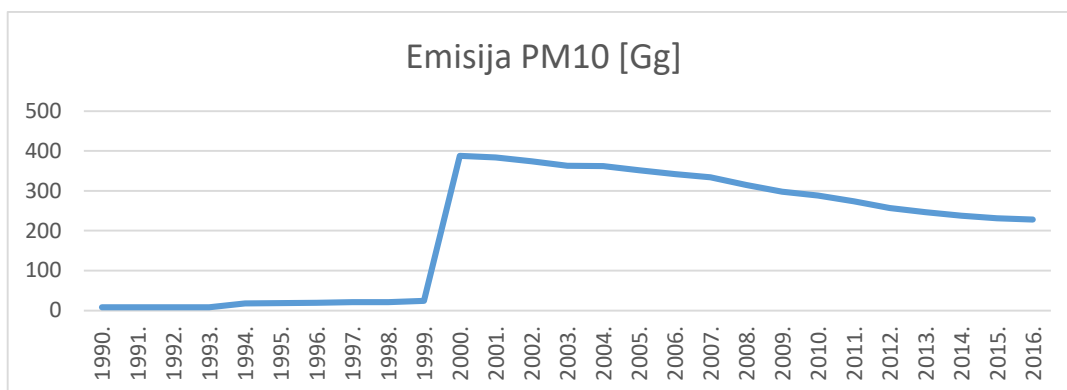
Emisija krutih čestica s promjerom manjim od 2.5  $\mu\text{m}$  (PM 2.5) je od 2000. godine u konstantnom padu (Slika 3.8.).



Slika 3.8. Trend emisije PM 2.5 u EU [12]

Također, emisija čestica s promjerom manjim od 10  $\mu\text{m}$  (PM 10) je od 2000. godine u konstantnom padu (Slika 3.9.). Zatim, vidljivo je da 2016. godine emisija PM 10 iznosi oko 225 Gg, od kojih je čak 150 Gg emisije PM 2.5, odnosno puno je veći udio emisije PM 2.5 od emisije PM 10.





Slika 3.9. Trend emisije PM 10 u EU [12]

## 4. EU PROPISI

Jedan od primarnih ciljeva Europske komisije je povećanje kvalitete zraka unutar Europske unije. Sukladno cilju smanjenja ispuštanja emisije štetnih plinova u atmosferu, čijom se implementacijom nastoji znatno poboljšati kvaliteta zraka, Europska komisija je donijela direktive, odnosno Euro standarde. Euro standardi povezuju ispuštanje količine određenih štetnih plinova i time klasificiraju vozilo u određen euro standard. [15]

### 4.1. Euro standardi

Kroz dugi niz godina, Europska komisija, svojim regulativama nastoji smanjiti emisiju štetnih plinova koje stvaraju vozila. Samim time, u direktivama su propisane maksimalne granične vrijednosti pojedinih komponenata štetnih plinova i čestica te su stvorene kategorije odnosno *euro standard*. Nova vozila, podliježu testovima u cilju mjerenja ispuštanja mjerenih komponenti štetnih plinova te se kategoriziraju sukladnim euro standardom. Najnoviji prikaz euro standarda s graničnim vrijednostima pojedinih komponenata su prikazane u Tablici 2. Ova tablica se odnosi samo na osobna vozila, odnosno M1 kategoriju (vozila za prijevoz do devet putnika i masom manjom od 3500 kg). [15]

Tablica 2 Prikaz euro standarda osobnih vozila [15]

Standard	Datum	CO	HC	HC+Nox	NOx	PM	PN
		g/km					
Benzinski motori							
Euro 1†	1992.07	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2,2	-	0,5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2,30	0,20	-	0,15	-	-
Euro 4	2005.01	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Euro 5	2009.09 <sup>b</sup>	1,0	0,10 <sup>d</sup>	-	0,06	0,005 <sup>e,f</sup>	-
Euro 6	2014.09	1,0	0,10 <sup>d</sup>	-	0,06	0,005 <sup>e,f</sup>	6,0×10 <sup>11 e,g</sup>
Dizel motori							
Euro 1†	1992.07	2,72 (3,16)	-	0,97 (1,13)	-	0,14 (0,18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1,0	-	0,7	-	0,08	-
Euro 2, DI	1996.01 <sup>a</sup>	1,0	-	0,9	-	0,10	-
Euro 3	2000.01	0,64	-	0,56	0,50	0,05	-
Euro 4	2005.01	0,50	-	0,30	0,25	0,025	-
Euro 5a	2009.09 <sup>b</sup>	0,50	-	0,23	0,18	0,005 <sup>f</sup>	-
Euro 5b	2011.09 <sup>c</sup>	0,50	-	0,23	0,18	0,005 <sup>f</sup>	6,0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2014.09	0,50	-	0,17	0,08	0,005 <sup>f</sup>	6,0×10 <sup>11</sup>

**Napomene:** [15]

Od euro 1 do euro 4 standarda, osobna vozila preko 2500 kg se kategoriziraju pon oznakom N1

Vrijednosti u zagradama su granice sukladnosti proizvodnje (COP, *Conformity Of Production*)

- a** do 30.09.1999. (nakon tog datuma DI motori moraju zadovoljavati IDI)
- b** Nakon Siječnja 2011. vrijedi za sve modele
- c** Nakon siječnja 2013. vrijedi za sve modele
- d** I vrijednost NMHC (Ne - Metanski ugljikovodici, *engl. Non - Methane Hydrocarbons*) = 0,068 g/km
- e** Primjenjivo samo na vozila koja koriste DI motore (motore s izravnim ubrizgavanjem, *engl. Direct Injection*)
- f** 0,0045 g/km ako se koristi PMP (*engl. Particle Measurement Programme*) metoda mjerenja
- g**  $6,0 \times 10^{-12}$  1/km u prve tri godine od datuma stupanja na snagu Euro 6

Granične vrijednosti koje su prikazane u Tablici 2 ovise o tipu motora u odnosu na pogonsko gorivo (benzinski motori i dizel motori), jer stvaraju različite komponente štetnih plinova te samim time različito doprinose zagađenju okoliša. Dizel motori imaju znatno rigoroznije granične vrijednosti CO u odnosu na benzinske motore, dok im je dopušteno veće generiranje emisije NO<sub>x</sub>. Vidljivo je da su do Euro 5 norme, benzinski motori bili isključeni mjerenjima krutih čestica. Uvođenjem Euro 5 norme, nastoji se izjednačiti emisija krutih čestica. Također, osim mase krutih čestica i čađe (PM), mjeri se i količina krutih čestica (PN). Vrijednosti CO, HC, NO<sub>x</sub>, HC + NO<sub>x</sub> i PM, izražavaju se u gramima po kilometru, dok je vrijednost PN izražena kao količina po kilometru. [15]

## 4.2. Mjerenje i kontrola ispušnih plinova

Prilikom plasiranja novog automobila na tržište, proizvođači automobila trebaju definirati vrijednosti komponenata ispušnih plinova koje vozilo proizvodi. Homologacijsko ispitivanje ispušnih plinova se provodi na ispitnim valjcima (Slika 4.1.). Pomoću ispitnih valjaka oponašaju se propisani vozni ciklusi (NEDC – New European Driving Cycle) te se mjere i analiziraju štetne tvari u ispuhu. [16]

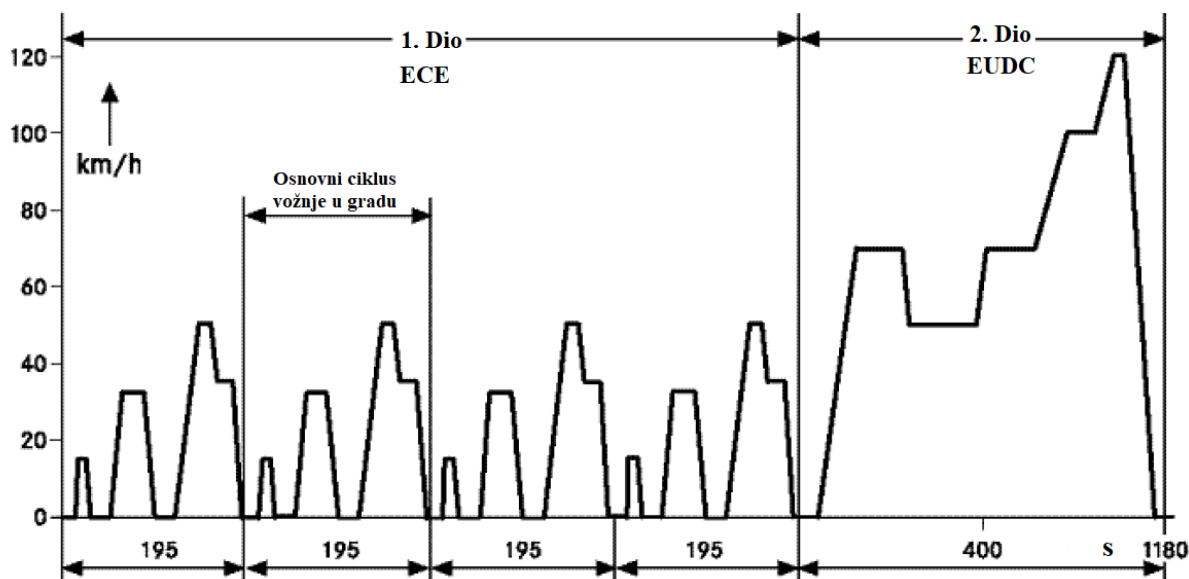


Slika 4.1. Mjerenje emisije štetnih plinova na ispitnim valjcima [17]

Europa-Test (Europski vozni ciklus – NEDC) se za osobna vozila do 2500 kg dopuštene ukupne mase i laka teretna vozila do 3500 kg odvija u dva dijela. [18]

Prvi dio simulira gradsku vožnju (ECE – *engl. Urban Driving Cycle*), brzinom do 50 km/h i provodi se s hladnim startom motora. Program se unutar 13 minuta provodi četiri puta, bez pauze. [18]

Drugi dio simulira međugradsku vožnju (EUDC – *engl. Extra - Urban Driving Cycle*) u trajanju od 7 minuta i maksimalnom brzinom od 120 km/h. Graf koji prikazuje NEDC ciklus prikazuje Slika 4.2. [18]



Slika 4.2. NEDC ciklus [18]

Ovaj pristup definiranja štetnih plinova ne prikazuje realističan prikaz vožnje automobila u životnom vijeku, stoga se zamjenjuje novijim ciklusom.

WLTP (*engl. Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure*) metoda mjerenja je nova metoda mjerenja ispušnih plinova koja nastoji realnije simulirati vožnju i tako dobiti realnije vrijednosti emisije štetnih plinova. Dosadašnji način (NEDC) ciklus nije davao korektne rezultate jer nije realno simulirao ciklus vožnje. Ovaj pristup je temeljen na međunarodnoj bazi podataka o brzinama vožnje te tvori realniji profil brzine vozila. Zatim, još važniji dio ove metode je mnogo stroža definicija procedure ispitivanja čime se nastoji ispuniti nedostaci NEDC-a. Time se u definiciju uvode: masa vozila, otpor kotrljanja, klimatizacija vozila i uvjeti okoliša. Definirane su tri glavne kategorije vozila s jednim ciklusom za svaku kategoriju i dvije potklase za treću kategoriju. [18]

Ciklus ovisi o vrijednosti  $P_{mr}$  (omjer snage i ukupne trenutne mase vozila) koja se računa po sljedećoj formuli: [18]

$$P_{mr} = \frac{\text{Nazivna snaga [W]}}{\text{Ukupna trenutna masa [kg]} - 75 \text{ [kg]}} \quad (2)$$

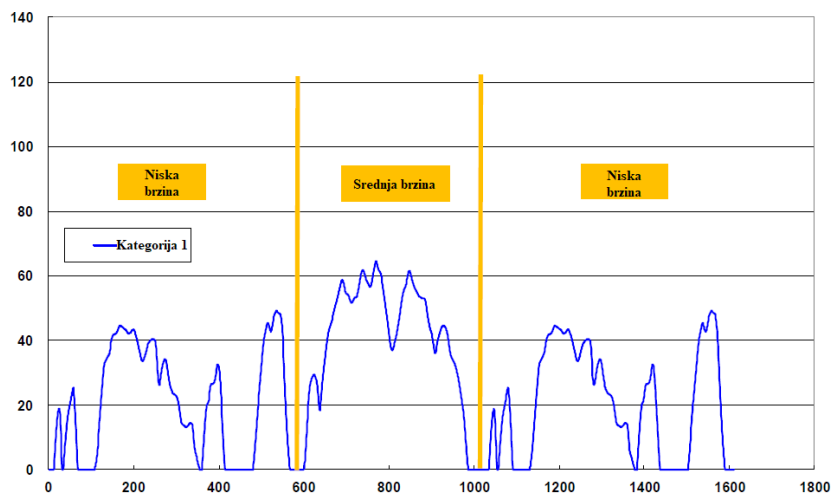
Na temelju vrijednosti  $P_{mr}$ , vozilo se podvrgava testovima u sljedećim kategorijama: [18]

- Kategorija 1:  $P_{mr} < 22 \text{ W/kg}$
- Kategorija 2:  $P_{mr} > 22 \text{ W/kg}$  i  $< 34 \text{ W/kg}$
- Kategorija 3:  $P_{mr} > 34 \text{ W/kg}$

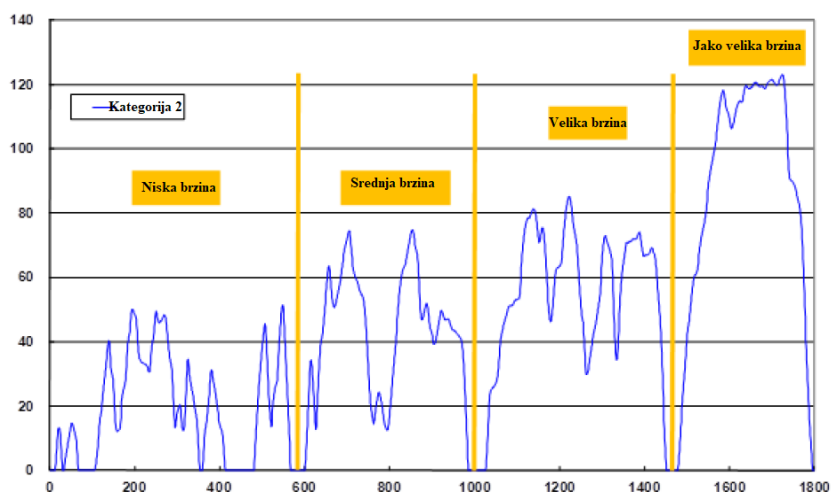
Ciklusi se dijele na različite faze: [18]

- Niska brzina,
- Srednja brzina,
- Velika brzina
- Jako velike brzine karakteristične za europsku vožnju autocestom.

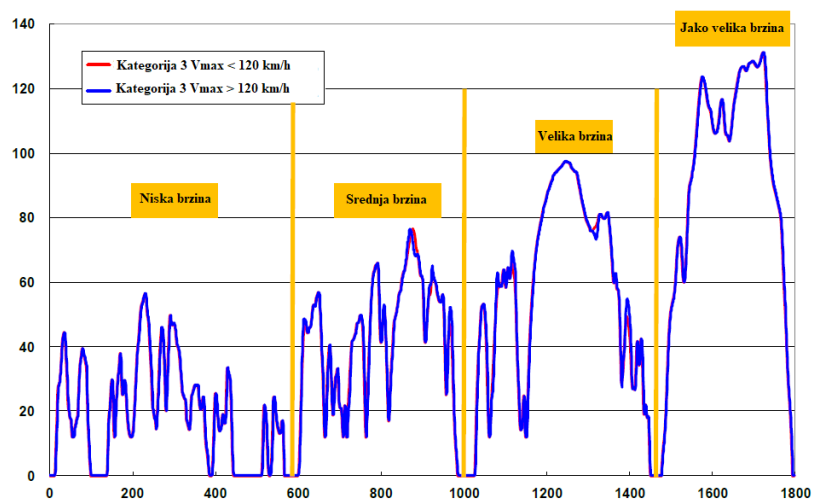
Na sljedećim Slikama 4.3., 4.4. i 4.5. su prikazani profili brzina grupirani po kategorijama po WLTP ciklusu. Od rujna 2018. godine, sva nova vozila trebaju se certificirati po WLTP proceduri. [18]



Slika 4.3. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 1 [18]



Slika 4.4. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 2 [18]



Slika 4.5. Profil brzina WLTP ciklusa za kategoriju 3 [18]



### 4.3. Usporedba NEDC i WLTP

Usporedba novog ciklusa (WLTP) u odnosu na stari (NEDC) je prikazana u Tablici 3.

Tablica 3. Usporedba NEDC i WLTP [19]

<b>Parametar</b>	<b>WLTP</b>	<b>NEDC</b>
Temperatura starta	Hladan start	Hladan start
Vrijeme ciklusa	1800 s	1180 s
Izdržljivost	242 s	267 s
Udio zaustavljanja	13.4 %	22.6 %
Udaljenost	23,262 km	10,931 km
Maksimalna brzina	131,3 km / h	120 km / h
Prosječna brzina	46,5 km / h	33,35 km / h
Temperatura	23 °C	25 +/- 5 °C
Posebna oprema pojedinog modela	U obzir se uzima težina, aerodinamika, otpor kotrljanja, potrošnja električne energije vozila; tijekom faze 1 se provodi bez klimatizacije	Gume se zanemaruju, bez klimatizacije
Faze vožnje	4 dinamičnije faze, 52 % urbane i 48 % neurbane	2 faze, 66 % urbane i 34 % ne-gradske vožnje
Mjenjač	Različite točke mijenjanja brzine za svako vozilo	Vozila imaju fiksne točke mijenjanja brzine mjenjača

## 5. OPIS TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA POSTIZANJE EURO 5 I EURO 6 NORMI

U ovom poglavlju su opisana neka tehnička rješenja i sustavi koji se ugrađuju u osobna vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem kako bi se kao rezultat postiglo smanjenje emisije štetnih plinova.

### 5.1. Sustav automatskog gašenja i pokretanja vozila (start – stop sustav)

Sustav automatskog pokretanja motora vozila je jedan od glavnih značajki „modernih“ osobnih automobila s ciljem smanjenja ispuštanja emisije CO<sub>2</sub> i potrošnje goriva. Sustav djeluje na način kada vozilo ostvari uvjete gašenja motora vozila, vozilo se automatski ugasi, a kad stekne uvjete za pokretanje motora, vozilo se samostalno pokrene. Upravljanje nad ovim sustavom vrši upravljački uređaj motora, ali konfiguracija samog sustava značajno ovisi o proizvođaču. Međutim, temeljne komponente koje su relevantne za ovaj sustav su:

- Tipka za uključanje / isključenje sustava
- Elektropokretač
- Alternator
- AGM akumulator
- Inteligentni senzor na akumulatoru
- Osjetnici za provjeru ostvarivanja uvjeta

Sustav ima veliki doprinos u smanjenju emisije štetnih plinova, poglavito pri gradskoj vožnji. Karakteristiku gradske vožnje odlikuje kontinuirano zaustavljanje na semaforima te čekanje u kolonama. Ideja ovog sustava je da pri čekanju u koloni, vozilo ne radi i samim time ne ispušta štetne plinove. Nakon prvog pokretanja motora, start - stop sustav je po tvorničkim postavkama uključen, međutim može se isključiti pritiskom na tipku za uključanje ili isključenje start - stop sustava. Na instrumentalnoj ploči uvedeni su znakovi koji ukazuju na status start stop sustava (Slika 5.1.). [20][21]



Slika 5.1. Status start – stop sustava [22]

Sljedeći bitan korak je optimalno upravljanje električnom energijom vozila dok je motor ugašen start - stop sustavom. Za vrijeme vožnje, upravljanje napajanjem regulira potrošnju električne energije najvažnijih električnih potrošača i izlaznu snagu alternatora, kao i punjenje akumulatora. Cilj je omogućiti pouzdano pokretanje motora nakon određenog razdoblja ugašenog motora (u tom razdoblju alternator nema funkciju te se sva električna energija dobavlja iz akumulatora). Iz tog razloga, prekomjerna potrošnja električne energije se izbjegava kada je motor ugašen. Zbog toga, upravljanje napajanjem, može deaktivirati sve glavne potrošače električne energije ili smanjuje njihovu potrošnju kad god je motor ugašen. Ako se stanje napunjenosti akumulatora spusti ispod specifične vrijednosti nakon gašenja motora start – stop sustavom, sustav automatski pokreće motor čak i ako vozač nije poduzeo eksplicitnu radnju.

Neki od sustava koji su značajni potrošači električne energije vozila su:[20]

- Grijač stražnjeg stakla
- Grijači retrovizora
- Grijači sjedala
- Ventilacija vozila itd.

Prilikom gašenja motora ovim sustavom bitno se razlikuju uvjeti gašenja i paljenja u odnosu na vrstu prijenosa. Ako se radi o ručnom mjenjaču, motor se automatski gasi ako su zadovoljeni sljedeći uvjeti:[20]

- Vozilo je u stacionarnom položaju
- Položaj mjenjača je u neutralnom položaju
- Papučica spojke nije pritisnuta

Ako je riječ o automatskom mjenjaču uvjeti su sljedeći:[20]

- Vozilo je u stacionarnom položaju
- Mjenjač treba biti u položaju D
- Papučica kočnice treba biti pritisnuta

Za paljenje vozila automatskim sustavom kod ručnog mjenjača je potrebno pritisnuti papučicu spojke, a kod automatskog mjenjača otpustiti papučicu kočnice. Ovisno o modelu automobila, neki modeli se automatski pokreću kada se volan zakreće (ako je ugrađen senzor kuta volana) ili pritiskom na tipku za isključenje start stop sustava.[20]

#### **5.1.1. Tipka za uključenje / isključenje sustava**

Tipka za uključenje ili isključenje start stop sustava je glavna poveznica između sustava i vozača. Prilikom pokretanja vozila, tipka je automatski aktivirana i ako vozač želi ugaziti sustav, potrebno je dodatno pritisnuti tipku. Većina proizvođača ugrađuje ovu tipku neposredno pored tipke za pokretanje vozila, položaja ključa ili ručice mjenjača.

#### **5.1.2. Elektropokretač**

Svaki motor s unutarnjim izgaranjem koristi elektropokretač kako bi pri paljenju ostvario rotaciju radilice te kako bi se ostvarili uvjeti za pokretanje motora. Međutim, vozila sa start - stop sustavom su opremljena posebno prilagođenim elektropokretačima koji imaju veću snagu elektromotora (kod nekih modela osobnih vozila snaga može biti i do 3000 W).[20]

#### **5.1.3. Alternator**

Zbog učestalog gašenja i paljenja vozila, ugrađuje se snažniji alternator. Tijekom vožnje alternator ima funkciju zadržavanja potrebne razine napona vozila i opskrbu svih potrošača električne energije vozila kao i punjenja akumulatora. Alternator je trofazni generator koji na izlazu ima ispravljač koji stvara istosmjerni napon. Radom alternatora upravlja upravljački uređaj motora sa sustavom upravljanja naponom. Sustav upravljanja naponom vozila ima sljedeću funkciju:[20]

- Uključivanje i isključivanje alternatora u ovisnosti o iznosu napona na vozilu
- Nadzor maksimalne dopuštene potrošnje električne energije
- Izračun pogonskog momenta i struje na temelju raznih parametara ovisnih o potrošnji električne energije
- Kontrola rada sustava, te zabilježavanje eventualne pogreške i informiranje vozača putem kontrolne lampice na instrumentalnoj ploči

#### **5.1.4. AGM akumulator**

Start - stop sustavom se povećava opterećenje na akumulator zbog frekventnije promjene punjenja i pražnjenja akumulatora. Zbog toga se koriste posebni AGM akumulatori. AGM akumulatorom se postiže jednak životni vijek trajanja kao s konvencionalnim akumulatorima, ali pri značajno višem opterećenju. AGM akumulatori su također na bazi olova i kiseline, ali koriste posebna staklena vlakna kao separator u kojem se vrši posebno apsorpiranje elektrolita. Kućište AGM akumulatora ne propušta plinove i ima poseban sigurnosni ventil.[20]

#### **5.1.5. Inteligentni senzor na akumulatoru**

Inteligentni senzor na akumulatoru je vrlo važna komponenta za upravljanje napajanjem vozila. Izveden je tako da je integriran u minus klemu koja se spaja na akumulator i povezan je s upravljačkim uređajem motora. Temeljna zadaća senzora je da prikuplja informacije o stanju akumulatora, a parametri koji su definirani senzorom su:[20]

- Napon na klemi
- Jakost električne struje pri punjenju i pražnjenju
- Temperatura kleme

Kao rezultat nadzora, upravljački uređaj motora određuje stanje zdravlja akumulatora i stanje napunjenosti akumulatora.

#### **5.1.6. Senzori za provjeru ostvarivanja uvjeta gašenja i paljenja**

U vozila se ugrađuju i ostali senzori koji su nužni za rad start - stop sustava. Ugradnja ovih senzora ovisi o proizvođaču.

Jedan od senzora je senzor na poklopcu motora. Naime, ako poklopac motora nije zatvoren, start - stop sustav neće biti funkcionalan. Sljedeći senzori su senzori koji su integrirani u kopču sigurnosnog pojasa. Ako putnici nisu zavezani sigurnosnim pojasom (osobito vozač i suvozač) ovaj sustav će biti neaktivan. Preko PLDC (engl. Permanentmagnetic Linear Contactless Displacement) senzora, definira se položaj stupnja prijenosa kod ručnog mjenjača. Ovaj senzor je nužan kako bi upravljačka jedinica motora znala u kojoj se brzini nalazi mjenjač. Ovaj senzor je napajan s 5 V, a izlaz senzora je PWM (Širinsko - impulsna modulacija (*engl. Pulse Width Modulation*)) signal. Ako se provode radovi na ovom senzoru ili se zamjenjuje novim, potrebno je izvršiti inicijalizaciju odgovarajućom dijagnostičkom opremom. Također, za funkcionalnost ovog sustava se koristi poseban senzor ugrađen u sajli spojke kako bi upravljačka jedinica motora znala da li je papučica spojke pritisnuta ili nije. Kod automatskih

mjenjača se koristi senzor pritiska papučice kočnice isti kao za kočiono svjetlo), a položaj mjenjača se definira iz posebne elektronike kojom se bira stupanj prijenosa (elektronika je već ugrađena).[20]

## 5.2. Recirkulacija ispušnih plinova

Recirkulacija ispušnih plinova (EGR, *engl. Exhaust Gas Recirculation*) je mjera za smanjenje nastajanja dušičnih oksida NO<sub>x</sub>. Dušikovi oksidi nastaju u velikim količinama kada tijekom izgaranja ima viška zraka i prilikom vrlo visoke temperature izgaranja. Kod dizel motora, recirkulacija ispušnih plinova je uglavnom potrebna u praznom hodu i uvijek u području djelomičnog opterećenja budući da se rad odvija s posebno visokom razinom suvišnog zraka u tom području. Sve stroži standardi emisije ispušnih plinova u budućnosti će značiti da će recirkulacija ispušnih plinova biti potrebna i u rasponu punog opterećenja. Recirkulirani ispušni plinovi, kojima se dodaje svježiji zrak i koji ima ista svojstva kao inertni plin, postižu sljedeće ciljeve:[20]

- Niži sadržaj kisika i dušika u cilindru
- Smanjenje maksimalne temperature izgaranja do 500 ° C. Ovaj učinak se dalje povećava ako se recirkulirani ispušni plinovi ohlade

Postoje dvije vrste recirkulacije ispušnih plinova:[20]

- Recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka
- Recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka

Recirkulacija ispušnih plinova pod niskim tlakom nudi prednosti s obzirom na učinkovitost i smanjenje čađe u usporedbi s konvencionalnom recirkulacijom ispušnih plinova.

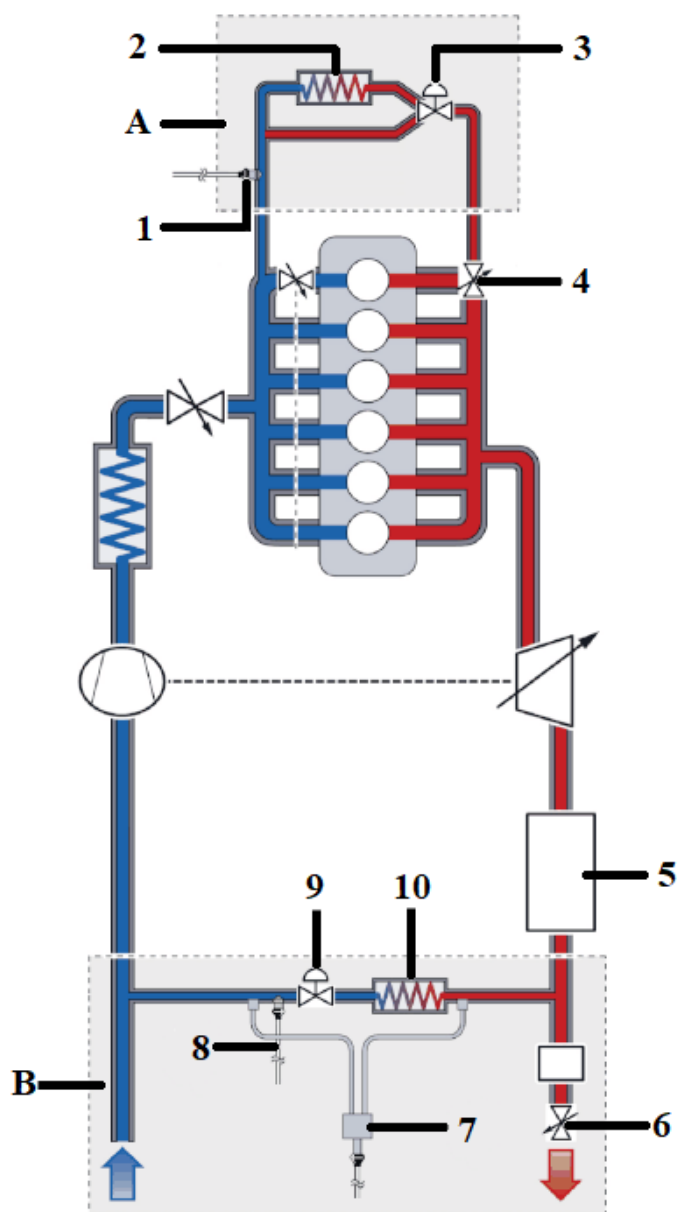
Recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka ugrađuje se samo u vozilima koji zadovoljavaju sljedeće standarde:[20]

- Euro 5
- Euro 6
- BIN 5 (SAD)

Implementacija recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka ovisi o proizvođaču vozila i ne mora nužno značiti da se ugrađuje u svako vozilo navedenih standarda.

### 5.2.1. Shematski prikaz recirkulacije ispušnih plinova niskog i visokog tlaka

U ovom poglavlju je prikazan shematski prikaz recirkulacije ispušnih plinova na BMW 520d modelu iz 2018. godine. Iz sheme (Slika 5.2.) je vidljivo kako postoje dvije komponente recirkulacije ispušnih plinova. Prvi dio recirkulacije ispušnih plinova čini recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka kojima se ispušni plinovi iz ispušnog kolektora (4) vraćaju na usis. Drugi dio čini recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka kojim se ispušni plinovi nakon turbopunjača i DPF filtera vraćaju na usis.[20]

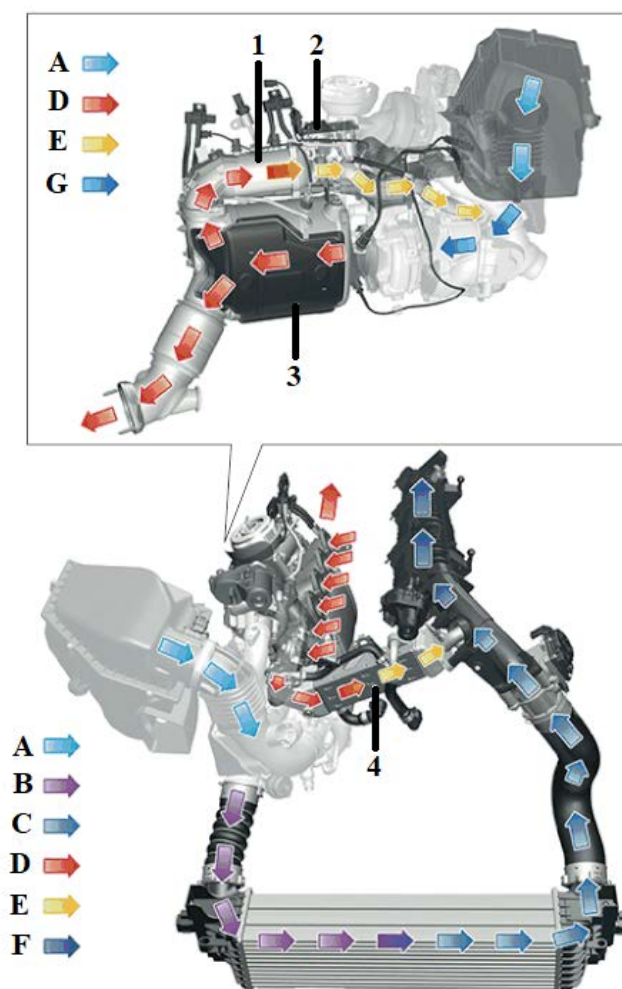


Slika 5.2. Shematski prikaz recirkulacije ispušnih plinova niskog i visokog tlaka [20]

A - Recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka, B - Recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka, 1 -Senzor temperature ispušnih plinova (nakon EGR hladnjaka), 2 - Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova (visoki tlak), 3 - Bypass zaklopka, 4 -Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova (visoki tlak), 5 -DPF filter, 6 - Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova, 7 - Senzor diferencijalnog tlaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, 8 - Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, 9 - Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka. 10 - Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka

### 5.2.1.1. Shema strujanja zraka pri recirkulaciji ispušnih plinova visokog i niskog tlaka

Na Slici 5.3. je prikazano strujanje usisnog zraka i ispušnih plinova u ovisnosti u temperaturi.



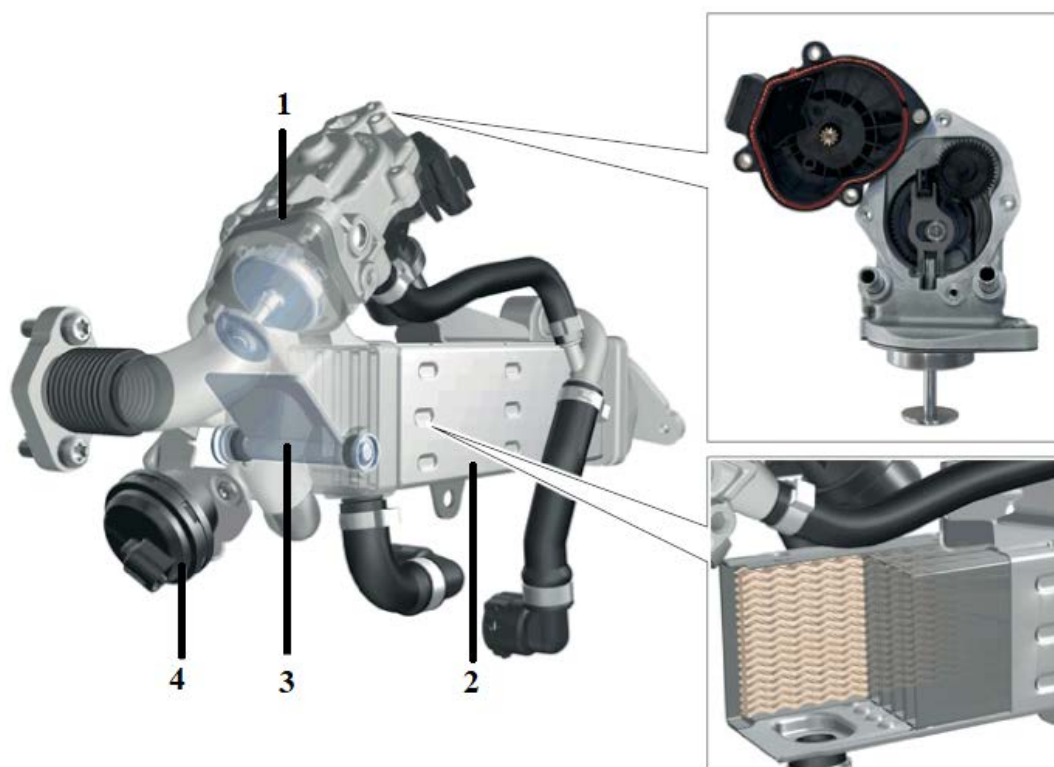
Slika 5.3. Shema strujanja zraka pri recirkulaciji ispušnih plinova visokog i niskog tlaka [20]



1 - Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka, 2 - Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka, 3 - DPF filter, 4 - Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova (visoki tlak), A - Čisti zrak, B - Usisni neohlađen zrak, C - Usisni ohlađeni zrak, D - Neohlađeni ispušni plinovi, E - Ohlađeni ispušni plinovi, F - Zrak za punjenje pomiješan s ohlađenim ispušnim plinovima, G - Čisti zrak pomiješan s ohlađenim ispušnim plinovima

### 5.2.2. Recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka

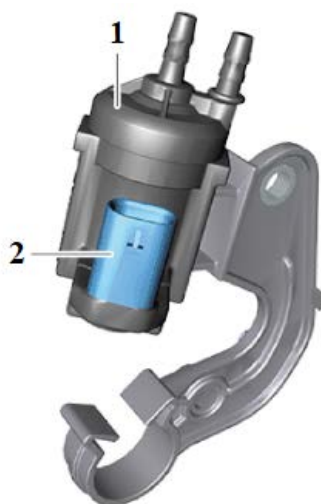
Za recirkulaciju ispušnih plinova pod visokim tlakom ispušni plinovi se izvlače izravno iz ispušnog kolektora. Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova koji je upravljani upravljačkim uređajem motora dovodi ispušni plin iz ispušnog kolektora u usisni sustav. Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova ima funkciju zatvaranja uz pomoć opruge tako da se pomiče u zatvoreni položaj kad nije pod naponom (sigurnosna značajka). Sigurnosna značajka sprečava kvarove recirkulacije ispušnih plinova u slučaju električnog kvara ili kvara sustava. Sklop recirkulacije ispušnih plinova visokog tlaka je prikazan na Slici 5.4. [20]



Slika 5.4. Sklop recirkulacije ispušnih plinova visokog tlaka [20]

1 - EGR ventil, 2 - EGR hladnjak, 3 - Bypass ventil na EGR hladnjaku, 4 - Vakumska jedinica za bypass ventil EGR hladnjaka

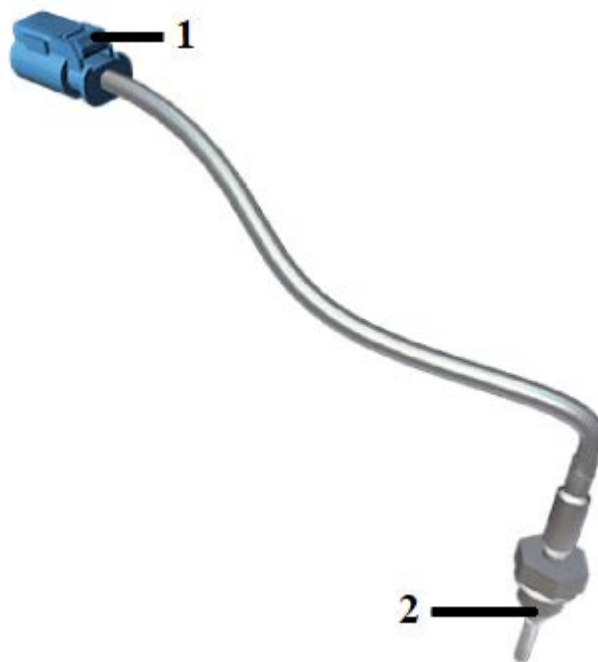
Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova omogućuje povećanje učinkovitosti EGR-a. Ohlađeni ispušni plin može izvući više suvišne toplinske energije iz procesa izgaranja i tako smanjiti maksimalnu temperaturu izgaranja. Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova se nalazi nizvodno od ventila za recirkulaciju ispušnih plinova i sastoji se od više pločastih izmjenjivača topline, koji imaju visoku brzinu prijenosa topline s relativno malim prostorom ugradnje. Recirkulacija ispušnih plinova omogućuje miješanje hlađenih ili nehladenih ispušnih plinova u usisnom sustavu. Nehlađeni ispušni plinovi se koriste tijekom faze zagrijavanja motora. By Pass ventil (preklopni ventil) (Slika 5.5.) koji se aktivira pomoću tlaka, omogućuje recirkulaciju ispušnih plinova prebacivanjem između hlađenih i nehladenih plinova, kojim upravlja ECU. [20]



Slika 5.5. Preklopni ventil hladnjaka EGR ventila [20]

1 - Preklopni ventil hladnjaka EGR ventila, 2 - polni priključak

Senzor temperature ispušnih plinova (Slika 5.6.) sadrži otpornik koji je ovisan o temperaturi. Otpornik ima negativni temperaturni koeficijent (NTC). To znači da se otpor smanjuje pri rastu temperature. Senzor se napaja s 5 V iz upravljačkog uređaja motora, a električni napon na senzoru ovisi o temperaturi zraka. Tablica odnosa između električnog otpora i temperature je pohranjena u upravljačkoj jedinici motora koja određuje odgovarajuću temperaturu za svaku vrijednost napona i time kompenzira nelinearni odnos između električnog napona i temperature. Otpor je ovisan o temperaturi i varira između 13,4 k $\Omega$  i 127  $\Omega$ , što odgovara temperaturi od 40 ° C do 500 ° C (navedene vrijednosti ovise o modelu vozila u kojeg se ugrađuje osjetnik). [20]



Slika 5.6. Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka za recirkulaciju ispušnih plinova [20]

- 1 - Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka za recirkulaciju ispušnih plinova, 2 - polni priključak

### 5.2.3. *Recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka*

U slučaju recirkulacije ispušnih plinova s niskim tlakom, ispušni plinovi se ne uklanjaju u ispušnom kolektoru, kao što je to uobičajeno u većini dizelskih motora, već se uklanjaju samo nakon filtra za čestice dizela. Zatim se ispušni plinovi vode kroz hladnjak recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka te ventila za povrat ispušnih plinova s niskim tlakom. Ispušni plin zatim ulazi u kanal za usis zraka između pročištača zraka i kompresora turbopunjača.[20]

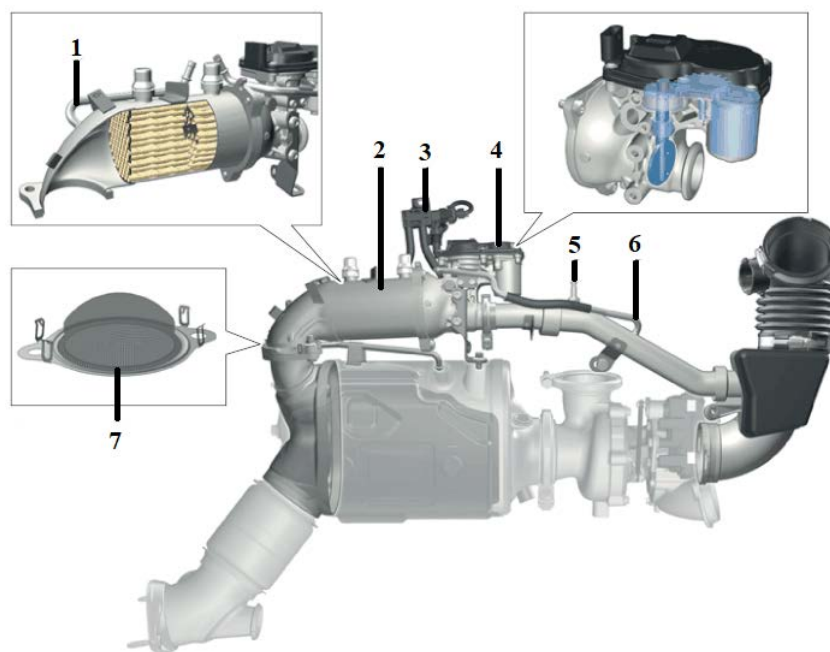
Ovaj postupak ima nekoliko prednosti:[20]

- Propušteni ispušni plin je već hladniji na mjestu ekstrakcije.
- Propušteni ispušni plin se filtrira pomoću filtra za čestice dizela i time je praktički bez čađe.

U načelu, preusmjerava se volumen ispušnih plinova, koji je potreban za smanjenje dušikovog oksida, putem recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka. Ako to nije moguće u određenim radnim područjima, ostatak potrebnog volumena ispušnih plinova dopunjuje se pomoću "normalne" recirkulacije ispušnih plinova (tzv. recirkulacija ispušnih plinova pod

visokim tlakom). Problem je u tome što je diferencijalni tlak između točke ekstrakcije i ulazne točke vrlo mali, tako da je teško ostvariti visok stupanj recirkulacije ispušnih plinova pri niskim tlakom.[20]

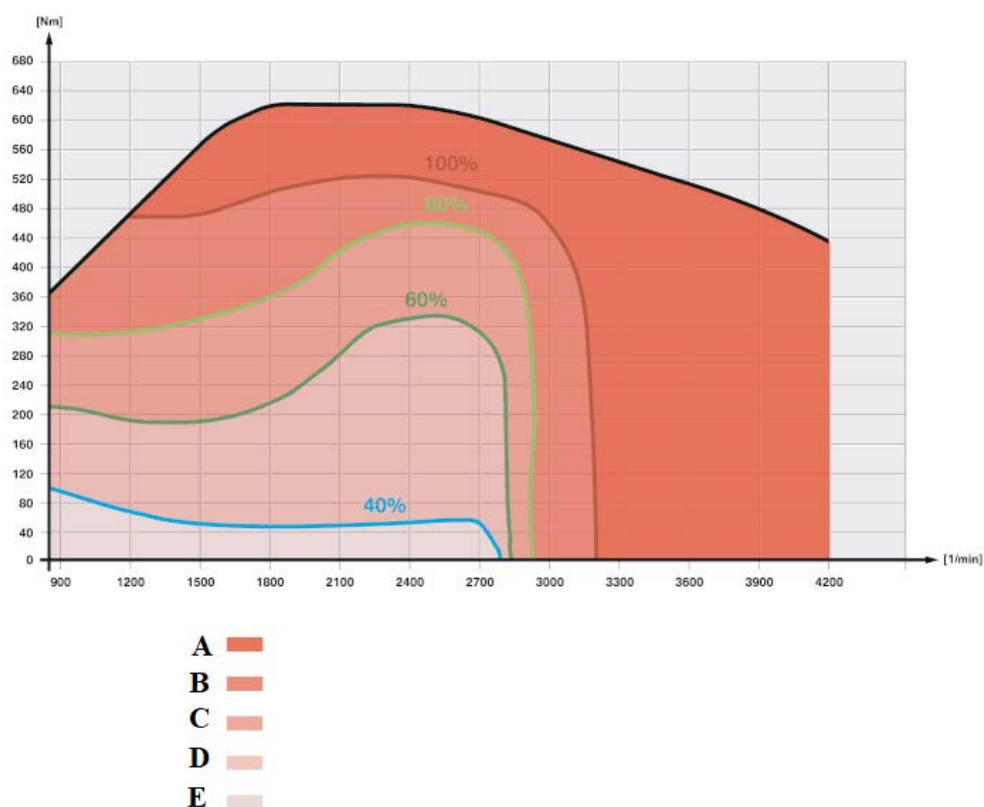
Slika 5.7. prikazuje sklop za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka te su u tablici prikazane oznake pojedinih komponenti.



Slika 5.7. Sklop za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka [20]

1 - Cijev na senzoru diferencijalnog tlaka za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka (istjecanje prije hladnjaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka), 2 - Hladnjak za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka, 3 - Senzor diferencijalnog tlaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, 4 - Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka, 5 - Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, 6 - Cijev senzora diferencijalnog tlaka za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka, 7 - Sito (sito sprječava da čestice koje se vraćaju ispušnim plinovima ne dođu do kompresora turbine)

Pri kontroli recirkulacije ispušnih plinova nastoji se što više recirkulirati ispušne plinove niskog tlaka. To je moguće samo u ograničenom opsegu u određenim radnim područjima zbog niskih diferencijalnih tlakova u sustavu recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka. Slika 5.8. pokazuje postotnu raspodjelu volumena ispušnih plinova između recirkulacije ispušnih plinova (visokog tlaka) i recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka tijekom cijelog radnog područja. Svaki model vozila s ugrađenim sustavom recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka ima svoj karakteristični dijagram.



Slika 5.8. Područje djelovanja recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka [20]

A - Radni raspon u kojem je aktivna samo recirkulacija ispušnih plinova niskog tlaka, B - Radni raspon u kojem se 80% ispušnih plinova dovodi iz sustava recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, C - Radni raspon u kojem se isporučuje 60% ispušnih plinova iz sustava recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, D - Radni raspon u kojem se 40% ispušnih plinova dovodi iz sustava recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, E - Radni raspon u kojem je zastupljena samo recirkulacija ispušnih plinova visokog tlaka.

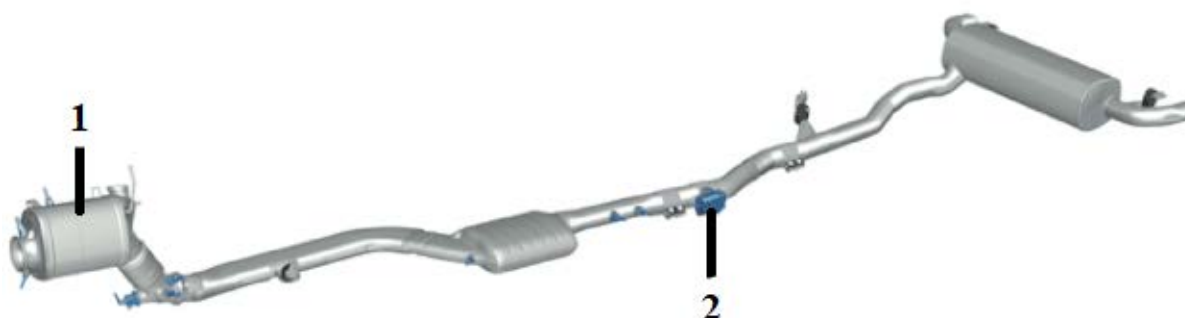
#### 5.2.4. Komponente recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka

##### 5.2.4.1. Ventil za recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka

Ventil EGR niskog tlaka ima električni regulator i aktivira ga ECU kontrolna jedinica. Kroz odgovarajući otvor, EGR ventil s niskim tlakom proizvodi željeni protok ispuha.[20]

##### 5.2.4.2. Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova

Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova (Slika 5.9.) ima električni regulator i aktivira ga ECU kontrolna jedinica. Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova ugrađuje se u ispušni sustav. Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova potrebna je za selektivno povećanje tlaka otvora u ispušnom sustavu, kako bi se postigla potrebna brzina recirkulacije ispušnih plinova. Ako je diferencijalni tlak između točke ekstrakcije i ulazne točke prenizak za željenu brzinu recirkulacije ispušnih plinova, zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova se malo zatvara. Time se povećava tlak otvora u ispušnom sustavu i time diferencijalni tlak na ulaznoj točki, a time se povećava količina ispuštenog ispušnog plina.[20]



Slika 5.9 Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova te položaj ugradnje [20]

1 - DPF filter, 2 - Zaklopka za ograničavanje ispušnih plinova

##### 5.2.4.3. Senzor diferencijalnog tlaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka

Postoje dva senzora integrirana u senzor diferencijalnog tlaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, koji mjere sljedeće tlakove:[20]

- Tlak ispušnog plina nakon filtra za čestice dizela
- Tlak ulaznog zraka (tlak zraka u usisnom kanalu zraka između pročistača zraka i kompresora turbine)

#### 5.2.4.4. *Senzor temperature ispušnih plinova nakon hladnjaka recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka*

Ovu temperaturu ispuha nakon niskotlačnog hladnjaka za recirkulaciju ispušnih plinova zahtijeva upravljačka jedinica motora kako bi bila u mogućnosti kontrolirati recirkulaciju ispušnih plinova niskog tlaka.[20]

#### 5.2.5. *Ostale komponente koje omogućuju recirkulaciju ispušnih plinova*

U ovom poglavlju obrađene su komponente koje nisu izravno dio sustava recirkulacije ispušnih plinova niskog tlaka, međutim imaju veliki utjecaj na ispravnost rada sustava.

##### 5.2.5.1. *Mjerač mase zraka*

Mjerač mase zraka je izveden kao mjerač s vrućim filmom (Slika 5.10.). Senzor temperature usisnog zraka integriran je također u mjerač mase zraka vrućeg filma. Upravljačka jedinica motora analizira izlazni signal te određuje usisnu masu zraka. U mjeraču zraka s vrućim filmom toplina se iz grijaćeg elementa prenosi u struju zraka. Što je veća masa zraka koja protječe, veća je i količina uklonjene topline. Stvorena temperaturna razlika, koju bilježe dva temperaturna senzora postavljena simetrično oko grijane zone, može se koristiti kao izmjerena vrijednost za zračnu masu koja protječe. Elektronički sklop ocjenjuje ove izmjerene podatke, čime se omogućuje precizno bilježenje količine zraka koje prolazi, kao i smjer protoka. Ekstrapolacija ovog dijela protoka radi postizanja ukupne zračne mase provodi se uporabom karakteristične krivulje pohranjene u upravljačkom uređaju motora. Karakteristična krivulja ovisi o geometriji kanala za usis zraka. Stoga se za različite modele vozila mogu pohraniti različite karakteristične krivulje. Mjerač mase zraka uz pomoć vrućeg filma emitira frekvencijski kodirani izlazni signal. Niska frekvencija ukazuje na nisku masu zraka, a visoka frekvencija označava visoku masu zraka. [20]



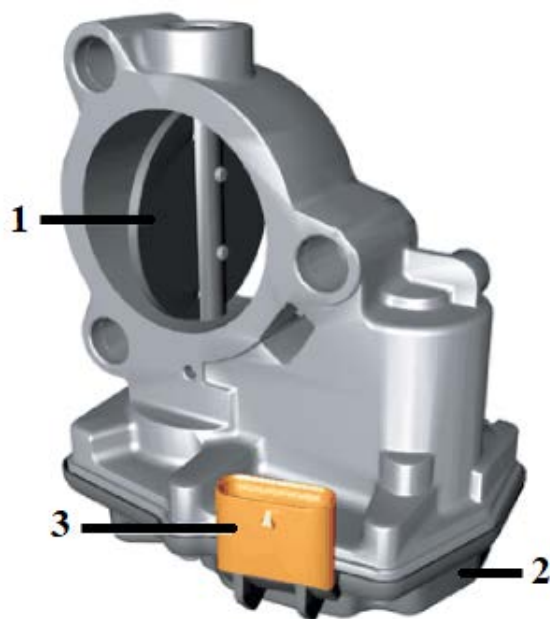
Slika 5.10. Mjerač mase zraka [20]

1 - Mjerač zračne mase vrućim filmom, 2 - Senzor temperature usisnog zraka, 3 - 4 polni priključak

#### 5.2.5.2. Elektromotorni pokretač leptira za gas

Elektromotorni regulator gasa (Slika 5.11.) je potreban za sve dizelske motore opremljene filtrom za čestice dizela. Elektromotorni regulator prigušuje ulazni zrak kako bi se postigla veća temperatura ispušnih plinova potrebna za regeneraciju filtra čestica dizela. Pokretač prigušnog ventila se zatvara kad je motor ugašen. Time se sprječava tendencija motora da vibrira tijekom faze gašenja. Nakon isključivanja motora ponovno se otvara prigušni ventil. Ventil prigušnice se ugrađuje neposredno prije usisnog razvodnika. ECU upravlja njegovim otvaranjem ili zatvaranjem. Kut otvaranja prigušne zaklopke u pokretaču elektromotornog leptira se prati pomoću dva Hallova senzora. Ventil prigušne zaklopke pokreće električni servomotor te se aktivira PWM signalom.[20]





Slika 5.11. Elektromotorni regulator gasa [20]

1 - Ventil za gas, 2 - Elektromotorni pokretač leptira za gas, 3 - 5 polni priključak

Ventil prigušne zaklopke ima područje mehaničkog podešavanja od 0 do 90 °. Maksimalni položaj koji se stvarno može postići je 81° (odgovara otvaranju 100% prigušnog ventila). U stanju bez napona, prigušni ventil se drži u položaju za slučaj nužde otprilike 5,2 °. Dvije opruge također osiguravaju da se prigušni ventil vraća u ovaj položaj ako se pojavi kvar (pri čemu je aktiviranje isključeno). [20]

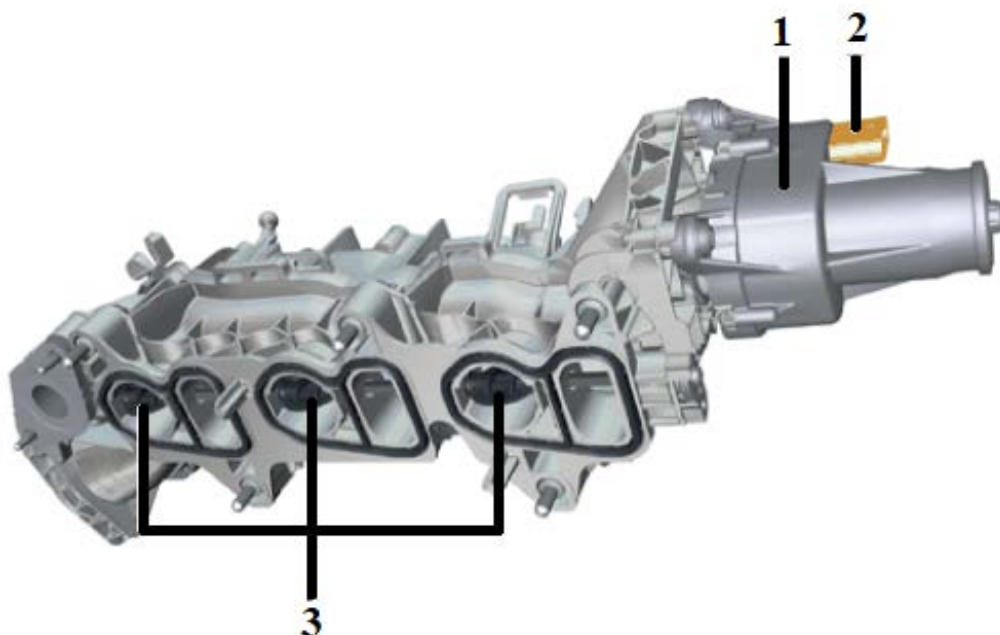
*Vrijednosti koje su izražene ovisi o izvedbi elektromotornog pokretača leptira za gas i modelu vozila.*

#### 5.2.5.3. Vrtložne zaklopke

Vrtložne zaklopke (Slika 5.12.) se kontinuirano podešavaju pomoću električnog pokretača vrtložnih zaklopki. Pokretač vrtložnih zaklopki pričvršćen je na usisnu komoru. Kontrolirane vrtložne zaklopke nalaze se u otvorima usisne komore te se ovisno o radnom području, aktiviraju s različitim radnim ciklusima. Vrtložne zaklopke se varijabilno zatvaraju u odnosu na radno područje. U sljedećim uvjetima vrtložne zaklopke su potpuno otvorene:

- Brzina motora veća od 2250 o / min
- Brzina ubrizgavanja goriva veća od 30 mg / taktu

Položaj vrtložnih zaklopki također se ispravlja ovisno o tlaku okoline. Pri tlakovima okoline manjim od 880 hPa vrtložne se zaklopke otvaraju razmjerno.[20]



Slika 5.12. Vrtložne zaklopke [20]

1 - Regulator vrtložnih zaklopki, 2 - 5 polni priključak, 3 - Vrtložne (zakretne) zaklopke

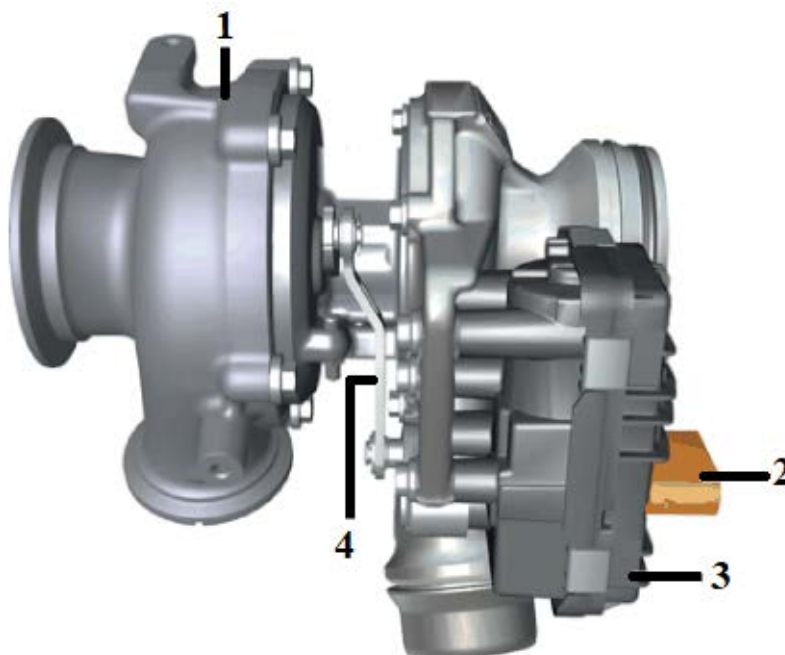
#### 5.2.5.4. Regulator tlaka punjenja

Za novu generaciju motora s unutarnjim izgaranjem, razvijen je ispušni turbopunjač opremljen promjenjivim lopaticama turbine (varijabilno upravljanje turbinom) kojeg odlikuju optimizirane termodinamičke karakteristike.

Optimizirane termodinamičke karakteristike postignute su zahvaljujući:

- Razvoju novog kompresorskog dijela turbine
- Novom konstrukcijom geometrije lopatica turbine

To dovodi do povećane granice crpljenja i poboljšane učinkovitosti turbine. Ovisno o radnoj točki, tlak zraka punjenja se kontrolira ili regulira. U kontroliranom radu aktivira se regulator tlaka punjenja (Slika 5.13.) ovisno o uvjetima rada s radnim ciklusima koji su unaprijed definirani u karakterističnim dijagramima. U reguliranom radu, stvarni tlak zraka punjenja se preuzima preko senzora tlaka punjenja. ECU kontrolna jedinica to koristi za izračunavanje potrebnog radnog ciklusa za postizanje zadane vrijednosti za tlak punjenja.[20]

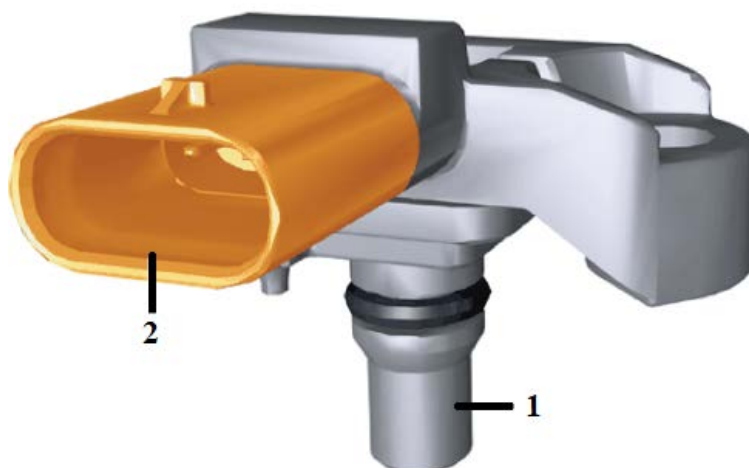


Slika 5.13. Turbopunjač s regulatorom tlaka punjenja [20]

1 - Ispušni turbopunjač, 2 - 5 polni priključak, 3 - Regulator tlaka punjenja, 4 - Upravljačka osovina

#### 5.2.5.5. *Senzor tlaka punjenja*

Za regulaciju tlaka punjenja potreban je senzor tlaka punjenja (Slika 5.14.). Uz pomoć senzora tlaka punjenja, tlak punjenja se nadzire i podešava prema karakterističnom dijagramu pohranjenom u ECU. Tlak punjenja je također potreban za volumetrijsku kontrolu goriva. Senzor tlaka punjenja se ugrađuje na usisnom razvodniku i mjeri (apsolutni) tlak unutar istog. Osjetnik je napajan s naponom od 5 V iz ECU te povratno šalje izlazni signal iz koje ECU pretvara u tlak. Mjerni raspon od otprilike 0,1 do 0,9 V odgovara tlaku punjenja od 50 kPa (0,5 bar) do 400 kPa (4 bara).[20]

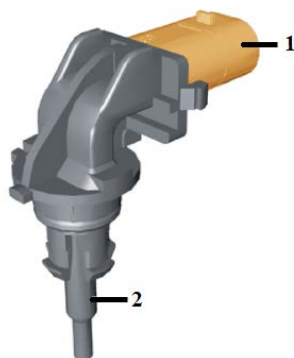


Slika 5.14. Senzor tlaka punjenja [20]

1 - Senzor tlaka punjenja, 2 - 3 polni priključak

#### 5.2.5.6. Senzor temperature punjenja zraka

Senzor temperature punjenja zraka (Slika 5.15.) nalazi se neposredno nakon prigušnog ventila. Temperatura nabojnog zraka koristi se kao zamjenska vrijednost za zračnu masu. Time se osigurava vjerodostojnost vrijednosti mjerača mase zraka. U slučaju neispravne vrijednosti mase zraka, za određivanje količine goriva i brzine recirkulacije ispušnih plinova koristi se zamjenska vrijednost. Električni napon na osjetniku ovisi o temperaturi zraka. Tablica je pohranjena u ECU koja određuje odgovarajuću temperaturu za svaku vrijednost napona i time kompenzira nelinearni odnos između napona i temperature. Otpor je ovisan o temperaturi i varira između  $149\text{ k}\Omega$  i  $161\ \Omega$ , što odgovara temperaturi od  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  do  $130\text{ }^\circ\text{C}$ . [20]

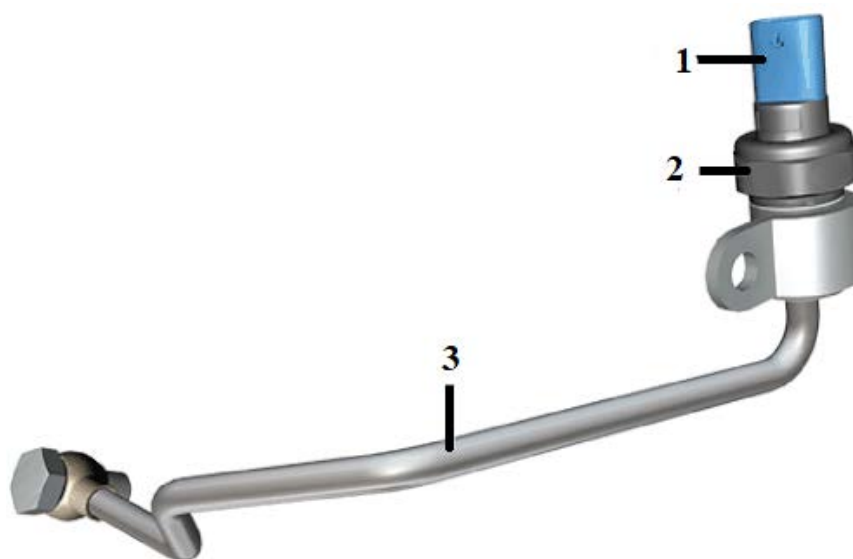


Slika 5.15. Senzor temperature punjenja zraka [20]

1 - 2 polni priključak, 2 - Osjetnik temperature punjenja zraka

### 5.2.5.7. Senzor tlaka ispušnih plinova prije turbopunjača

Senzor tlaka ispušnih plinova (Slika 5.16.) mjeri tlak u sustavu emisije ispušnih plinova ispred ispušnog dijela turbopunjača. Te su informacije potrebne za što bolju kontrolu brzine recirkulacije ispušnih plinova. Uporabom senzora tlaka ispušnih plinova i senzora temperature ispušnih plinova, upravljački uređaj motora (ECU) može preciznije i učinkovitije prilagoditi brzinu recirkulacije ispušnih plinova. Senzor tlaka ispušnih plinova priključen je na ECU pomoću tri žice. ECU napaja senzor tlaka ispušnih plinova uzemljenjem i naponom od 5 V, a treći pin za signalni vod.[20]

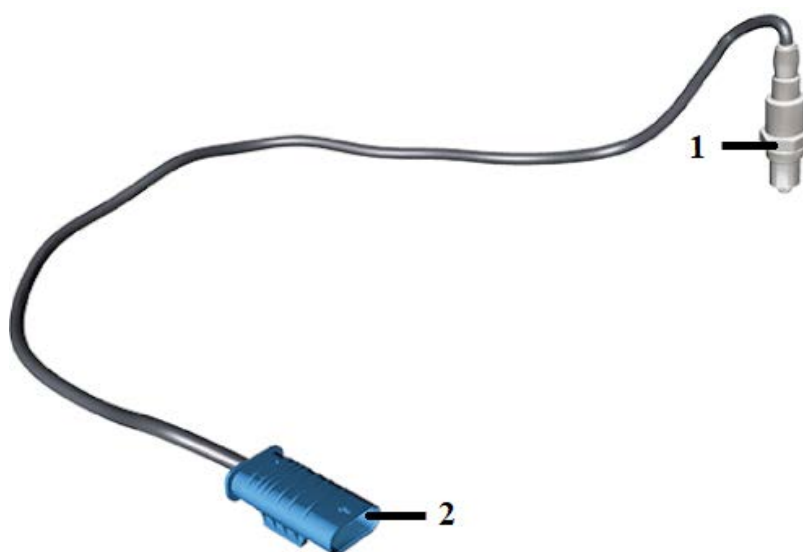


Slika 5.16. Senzor tlaka ispušnih plinova [20]

1 - 3 polni priključak, 2 - Senzor tlaka ispušnih plinova prije turbopunjača, 3 - Cijev

### 5.2.5.8. Senzor kisika prije i nakon katalizatora

Senzor kisika (Slika 5.17.) kontinuirano mjeri zaostali kisik u ispušnim plinovima. Promjenjive vrijednosti zaostalog kisika šalju se u upravljački uređaj motora kao naponski signal te ECU ispravlja vrijednost lambda na željenu razinu. Sustav senzora kisika obuhvaća keramičku površinu izrađenu od cirkonijevog dioksida te grijaćeg elementa. Grijaći element brzo osigurava potrebnu radnu temperaturu od najmanje 750 ° C.[20]



Slika 5.17. Senzor kisika [20]

1 - Senzor kisika, 2 - 5 polni priključak

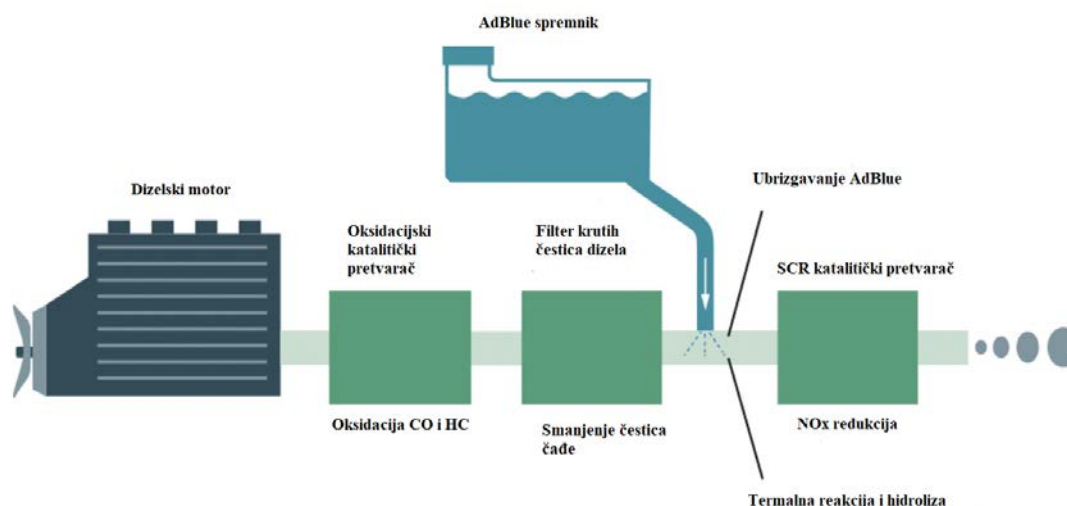
Kako bi ovaj senzor ispravno radio, potrebno je osigurati ispravan dovod zraka unutar senzora za kisik. Okolišni zrak ulazi u unutrašnjost preko priključka kabela (oznaka 2). Zbog toga je važno zaštititi utikač od onečišćenja. Ako dođe do smetnji u kontroli emisije kisika u senzoru za kisik, utikač na senzoru za kisik uvijek mora biti provjeren na kontaminaciju. [20]

### 5.3. Naknadna obrada ispušnih plinova

Naknadna obrada ispušnih plinova je efikasan sustav za smanjenje emisija NO<sub>x</sub> i krutih čestica uz istovremeno optimiziranje emisija CO<sub>2</sub>. U sustavu naknadne obrade ispušnih plinova u prvom redu se koriste dodatni filteri ugrađeni u ispušni sustav:[23]

- Filter krutih čestica dizela (EURO 5)
- SCR katalitički pretvarač (EURO 6)

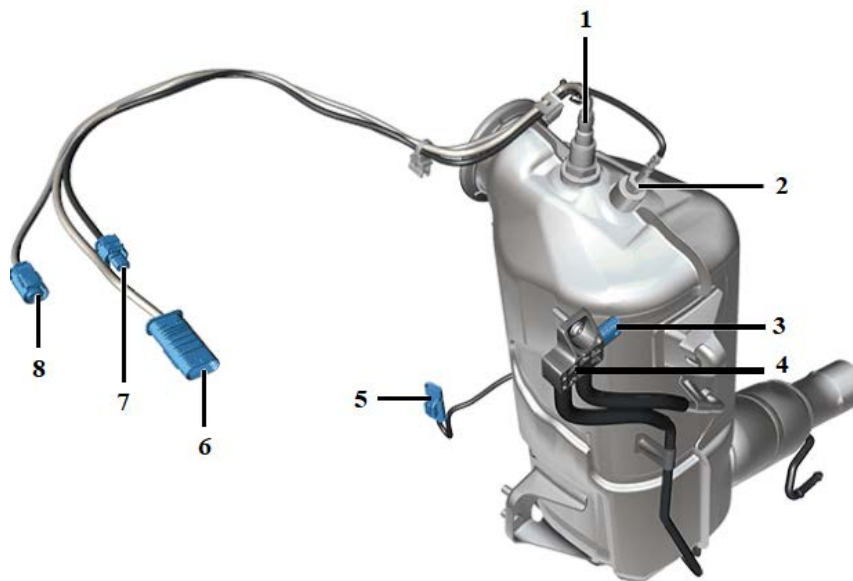
Osim temeljnih komponenti nabrojanih prethodno, koriste se razni dodatni elementi koji omogućuju funkcionalnost ovog sustava. Slika 5.18. prikazuje funkcionalni primjer naknadne obrade ispušnih plinova čistog dizelskog goriva s SCR tehnologijom.



Slika 5.18. Funkcionalni primjer naknadne obrade ispušnih plinova čistog dizelskog goriva s SCR tehnologijom [23]

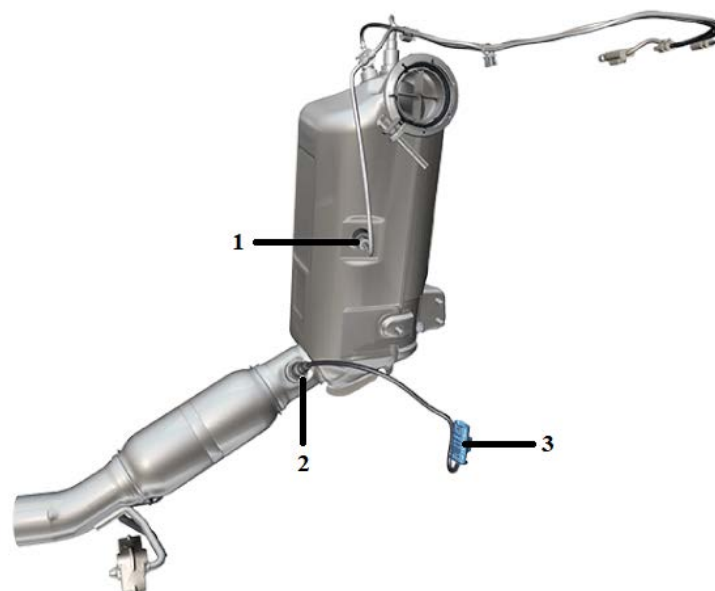
### 5.3.1. Filter za čestice dizela – DPF

Zbog zadovoljavanja dizelska vozila standardima i propisima EURO 5 i EURO 6 norme za smanjenje krutih čestica u osobna vozila se ugrađuje poseban filter krutih čestica (DPF). Filter se sastoji od oksidacijskog katalitičkog pretvarača i filtra krutih čestica. Oksidacijski katalitički pretvarač se ugrađuje prije filtra krutih čestica. Ovisno o konfiguraciji instalacije, umjesto oksidacijskog katalitičkog pretvarača može se ugraditi i katalitički pretvarač dušikovog oksida. Oksidacijski katalitički pretvarač koristi metalnu podlogu obloženu platinom i paladijem. Filtar za čestice dizela se sastoji od keramičkog monolita (propusnog zida) koji je također obložen platinom i paladijem. Pregled dizelskog filtra krutih čestica s oksidacijskim katalizatorom je prikazan na Slikama 5.19. i 5.20.[20]



Slika 5.19. Prikaz DPF filtera sa sensorima – pogled 1 [20]

1 - Senzor kisika prije katalizatora, 2 - Senzor temperature ispušnih plinova prije katalizatora, 3 - 3-polni utikač, 4 - Senzor diferencijalnog tlaka filtra za čestice, 5, 6, 7 i 8 - 2 - polni utikač



Slika 5.20 Prikaz DPF filtera sa sensorima – pogled 2 [20]

1 - Senzor temperature ispušnih plinova nakon katalizatora, 2 - Senzor kisika nakon katalizatora, 3 - 5 - polni utikač



### 5.3.1.1. Regeneracija filtera krutih čestica

S obzirom na to da dizelski filter za čestice ima ograničen kapacitet za punjenje čađom, filter se treba redovito regenerirati. Iz tog razloga upravljačka jedinica motora određuje opterećenje čađe u filtru krutih čestica. Regeneracija počinje kada se prekorači dozvoljena granica opterećenja čađom koja je specifična za svakog proizvođača vozila. [20]

Početak regeneracije ovisi o sljedećim parametrima:

- Razlici tlakova dizelskog filtra za čestice
- Profilu vožnje od zadnje regeneracije

Da bi oksidirala (izgorjela) čađa nakupljena u filtru, temperatura ispušnih plinova se treba podići na 580 °C. Postoji niz parametara koje se mjere prilikom regeneracije kojima upravlja upravljački uređaj motora.[20]

Parametri i senzori koji se koriste prilikom regeneracije su sljedeći:

- Mjerenje usisane mase zraka
- Mjerenje temperature rashladnog sredstva motora
- Senzor položaja radilice
- Senzor temperature usisnog zraka
- Senzor atmosferskog tlaka
- Senzor tlaka punjenja turbine
- Senzor diferencijalnog tlaka filtera krutih čestica
- Senzor temperature ispušnih plinova prije katalizatora
- Senzor ispušnih plinova nakon katalizatora
- Senzor tlaka goriva
- Položaj ručice mjenjača
- Brzina vožnje
- Napunjenost spremnika gorivom

### 5.3.1.2. Analiza diferencijalnog tlaka ili tlaka ispušnog plina u filtru čestica dizela

Sustav filtera za čestice dizela je opremljen senzorom diferencijalnog tlaka koji kontinuirano prati trenutnu razliku tlaka. Opterećenje čađe u filteru čestica dizela određuje se na temelju razlike tlakova i izračunatog masenog protoka ispušnih plinova.[20]

Ulazne varijable su:[20]

- Maseni protok ispušnih plinova (izračunat na temelju izmjenjenog protoka mase zraka, masenog protoka recirkulacije ispušnih plinova i brzine ubrizgavanja goriva)
- Temperatura ispušnih plinova prije filtera za čestice dizela
- Apsolutni unutarnji tlak u filteru čestica (izračunat iz modela za tlak u sustavu ispuštanja ispušnih plinova, senzora tlaka okoline (atmosferskog tlaka) i osjetnika diferencijalnog tlaka te osjetnika tlaka ispušnih plinova)

### 5.3.1.3. Analiza profila vožnje od zadnje regeneracije

Upravljački uređaj motora prati udaljenost koju je vozilo prošlo od posljednje regeneracije. Na temelju profila vožnje izračunava se maksimalna pređena udaljenost, nakon čega se aktivira regeneracija.[20]

Ulazne varijable su:

- Zagrijanost filtra za čestice dizela
- Regeneracija filtra za čestice dizela

Prije regeneracije potrebno je ispuniti uvjet da je motor zagrijan na radnu temperaturu, odnosno da je DPF filter zagrijan. [20]

U fazi zagrijavanja, ulazne varijable se mijenjaju kako bi se postigla reakcija prijenosa topline u filtru čestica dizela. U tu svrhu se smanjuje masa zraka i povećava maksimalna točka izgaranja radi postizanja povećane temperature ispušnih plinova, pri čemu su ulazne varijable:

- Usisana masa zraka
- Brzina povrata ispušnih plinova
- Tlaku punjenja
- Količina i vrijeme ubrizgavanja
- Vrtložni zrak u komori za izgaranje (cilindru)

Kada se temperatura filtra za čestice dizela podigne na iznad  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vrši se prelazak iz režima faze zagrijavanja u režim regeneracije. Regeneracija je moguća samo unutar definiranih granica temperature rashladnog sredstva, temperature ispušnih plinova i tlaka okoline.[22]

U režimu regeneracije, ulazne varijable se mijenjaju tako da temperatura ispušnih plinova nastavi rasti do  $580\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ovo povećanje postiže se daljnjim smanjenjem mase zraka i daljnjim kašnjenjem izgaranja, odnosno ubrizgavanja. [20]

Da bi se to postiglo, mijenjaju se sljedeće ulazne varijable:

#### 1. Masa zraka

Zadana vrijednost zračne mase izračunava se pomoću broja okretaja motora i brzine ubrizgavanja goriva. Zadana vrijednost se podešava ovisno o atmosferskom tlaku kako bi se osiguralo stabilno izgaranje na različitim nadmorskim visinama[20]

#### 2. Brzina povrata ispušnih plinova

Željena brzina povrata ispušnih plinova izračunava se na temelju broja okretaja motora i brzine ubrizgavanja goriva. U ovisnosti o atmosferskom tlaku i temperaturi usisnog zraka, zadana vrijednost se podešava tako da se osigura stabilno sagorijevanje na različitim nadmorskim visinama i na niskim temperaturama. [20]

#### 3. Tlak punjenja

Željeni tlak punjenja također se izračunava na temelju broja okretaja motora i brzine ubrizgavanja goriva. Zadana vrijednost za tlak punjenja ovisi o atmosferskom tlaku i temperaturi usisnog zraka. Tlak je postavljen na takav način da je pri niskim temperaturama omogućeno stabilno sagorijevanje pri tome da maksimalna brzina ispušnog turbopunjača nije prekoračena. [20]

#### 4. Tlak ubrizgavanja goriva

Željeni tlak ubrizgavanja goriva ovisi o broju okretaja motora i brzini ubrizgavanja goriva.

#### 5. Količina i vrijeme glavnog i pomoćnog ubrizgavanja

Podešavanje se obavlja pri niskim tlakom okoline kako bi se osiguralo da se ne premaši maksimalna temperatura ispušnog turbopunjača. [20]

#### 6. Vrtložni zrak u komori za izgaranje

Zadana vrijednost za položaj vrtložne zaklopke izračunava se na temelju broja okretaja motora i brzine ubrizgavanja goriva. [20]

Granice za isključivanje regeneracije definirane na sljedeći način:

1. Temperatura rashladnog sredstva između  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$

Donja granica temperature rashladnog sredstva je potrebna kako bi se osiguralo stabilno izgaranje. Gornja granica štiti motor od toplinskog uništenja. [20]

2. Temperatura ispušnih plinova između  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $690\text{ }^{\circ}\text{C}$  prije oksidacijskog katalizatora i prije filtra za čestice dizela

Donja granica za temperaturu ispušnih plinova potrebna je kako bi se postigla odgovarajuća reakcija generiranja topline u oksidacijskom katalizatoru i filtru čestica dizela. Gornja granica za temperaturu ispušnih plinova štiti oksidacijski katalitički pretvarač i filter čestica dizela od prekomjernog toplinskog opterećenja. Gornja granica se može premašiti samo u slučaju kvara motora. [20]

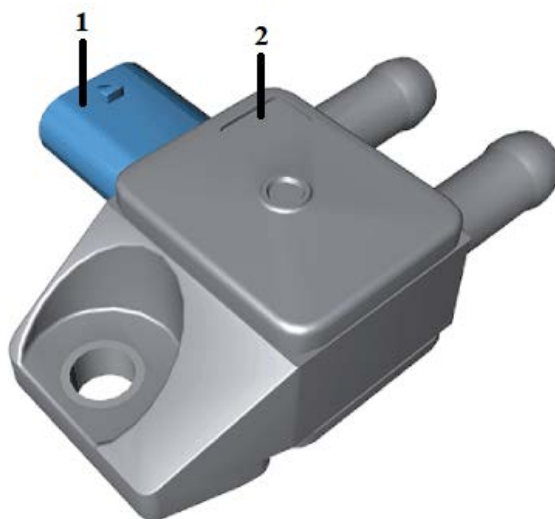
3. Atmosferski tlak veći od 0,6 bara

Pri nižim tlakovima okoline prekoračuje se maksimalno dopuštena brzina ispušnog turbopunjača i stoga se blokira regeneracija. [20]

#### 5.3.1.4. Senzor diferencijalnog tlaka

Upravljački uređaj motora (ECU) kontrolira regeneraciju filtra za čestice dizela na temelju signala senzora diferencijalnog tlaka i senzora temperature ispušnih plinova. Senzor diferencijalnog tlaka mjeri tlak u sustavu ispuha ispušnih plinova na ulazu i izlazu DPF filtera. Ako tlak ispušnih plinova prelazi dopuštenu vrijednost koja je definirana od strane proizvođača (Kod BMW modela je vrijednost 750 mbar), upravljački uređaj motora pokreće regeneraciju jer je zabilježena prekoračena začepljenost filtra za čestice. [20]

Senzor diferencijalnog tlaka (Slika 5.21.) pomoću metalne membrane pretvara povratni tlak ispuha u pomak koji se pomoću četiri otpornika osjetljivih na tlak pretvara u napon. Mjerno područje senzora tlaka ispušnih plinova je od  $-0.05$  do  $1.00$  bara po apsolutnoj vrijednosti, što je ekvivalent naponu od  $0.875$  do  $4.5$  V (ovisi o modelu vozila). Napajanje na senzor dolazi iz upravljačkog uređaja motora u iznosu od  $5$  V, a senzor diferencijalnog tlaka je spojen preko 3 – polnog priključka. [20]



Slika 5.21. Senzor diferencijalnog tlaka filtra za čestice [20]

1 - 3 - polni priključak, 2 - Senzor diferencijalnog tlaka filtra za čestice

#### 5.3.1.5. Senzori temperatura ispušnih plinova

Temeljna zadaća senzora temperatura ispušnih plinova (Slika 5.22.) je kontrola, odnosno informiranje upravljačkog uređaja motora o temperaturi tijekom cikličke regeneracije. Prilikom određenih uvjeta, ventil usisnog zraka prigušuje dotok zraka (time i kisika) u motor te u kombinaciji s jednim ili dva naknadnim ubrizgavanjima dovodi to povećavanja temperature ispušnih plinova. Senzor se zasniva na principu električnog otpornika čiji je otpor ovisan o temperaturi. Temperatura se pretvara pomoću karakteristične krivulje promjene otpora u odnosu na temperaturi koja je specifična za senzor. NTC otpornik je ugrađen u senzor temperature ispušnih plinova, čija vrijednost otpora pada porastom temperature. Kod BMW vozila Mjerno područje otpora je između  $96 \text{ k}\Omega$  i  $32 \text{ }\Omega$ , što odgovara temperaturi od  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $800 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Slika 5.22. Senzor temperature ispušnih plinova [20]

1 - Senzor temperature ispušnih plinova, 2 - 2 - polni priključak

### 5.3.2. SCR – selektivna katalitička redukcija

Osim unutarnjih mjera na samom motoru za ponovnu obradu ispušnih plinova, zahtijevani standardi emisije ispušnih plinova se postižu ugradnjom SCR sustavom koji ispušne plinove podvrgava kemijskoj nadoknadnoj obradi. SCR katalizator u kombinaciji s AdBlue (mješavina ureje i vode) pretvara opasne dušikove okside u bezopasni dušik i vodu pomoću kemijske reakcije. SCR sustav sadrži novu generaciju katalitičkih pretvarača za dizelske motore, SCR katalizatore (Selektivna Katalitička Redukcija). Time se smanjuje količina NOx koja se emitira iz motora s unutarnjim izgaranjem do 90 % i dovodi do poboljšane kvalitete zraka. Na taj način SCR tehnologija omogućuje vozilu da zadovolji strogi Euro 6 standard.[20] [23]

Prednosti SCR tehnologije: [20] [23]

- Poboljšana kvaliteta zraka
- Dizelski motori se optimizirani za optimalnu potrošnju goriva i CO<sub>2</sub> emisije
- Efikasna i vrlo djelotvorna naknadna obrada ispušnih plinova NOx
- Osigurava da dizelsko vozilo zadovoljava najnovije stroge EURO 6 emisijske standarde

#### 5.3.2.1. AdBlue

AdBlue je trgovački naziv za ispušnu tekućinu dizela (DEF, *engl. Diesel Exhaust fluid*). DEF skraćenica se više koristi u Americi, dok AdBlue u Europi. AdBlue je bezbojna, netoksična i sintetičko proizvedena otopina s 32,5% vrlo čiste ureje i demineralizirane vode. U automobilima se može koristiti bilo koja AdBlue tekućina koja je u skladu s normom ISO 22241-1. AdBlue je dostupan na mnogim europskim benzinskim postajama, trgovcima vozila, serviserima i trgovinama s priborom za motorna vozila.

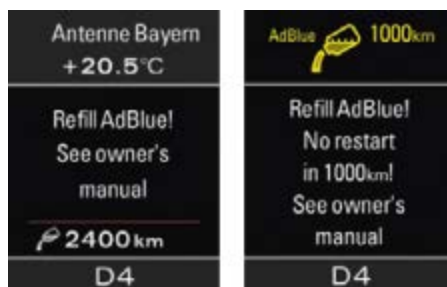
AdBlue spremnik ne smije biti prazan. Europsko zakonodavstvo zahtijeva da vozilo samostalno nadzire razinu AdBlue-a u spremniku. Nakon pada razine ispod određene granice, višenamjenski zaslon upravljačke ploče će prikazati upozorenje vozaču da treba dodati AdBlue (Slika 5.23.). Ako je spremnik AdBlue potpuno prazan ili najčešće ako je razina dometa ispod 1000 kilometara, postoje mjere koje sprečavaju pokretanje motora. Time zakonodavci osiguravaju da će se provoditi redukcija NOx plinova. [20] [23]

Poklopac spremnika za AdBlue, nalazi se (Slika 5.24.):

- Neposredno uz poklopac za punjenje goriva,
- U prtljažniku vozila (npr. u prostoru za rezervni kotač)

- U prostoru motora.

Položaj spremnika za AdBlue kao i mjesto za punjenje AdBlue-a ovisi od proizvođača do modela vozila.



Slika 5.23 Prikaz upozorenja za ponovno punjenje AdBlue [23]



Slika 5.24. Prikaz položaja ugradnje poklopca AdBlue spremnika [23]

### 5.3.2.2. Provjera kvalitete AdBlue:

Kvaliteta AdBlue se utvrđuje uz pomoć refraktometra s ljestvicom AdBlue. Mjerenjem se koncentracija ureje utvrđuje pomoću loma svjetlosti. Kapljica medija se nanosi na prizmu te se očitava koncentracija ureje u otopini. Vrijednost treba biti u granici od 31,8 % do 33,3 % (Slika 5.25.). Ako se mjerenjem utvrdi vrijednost izvan navedenog raspona, AdBlue je potrebno potpuno zamijeniti. [20]

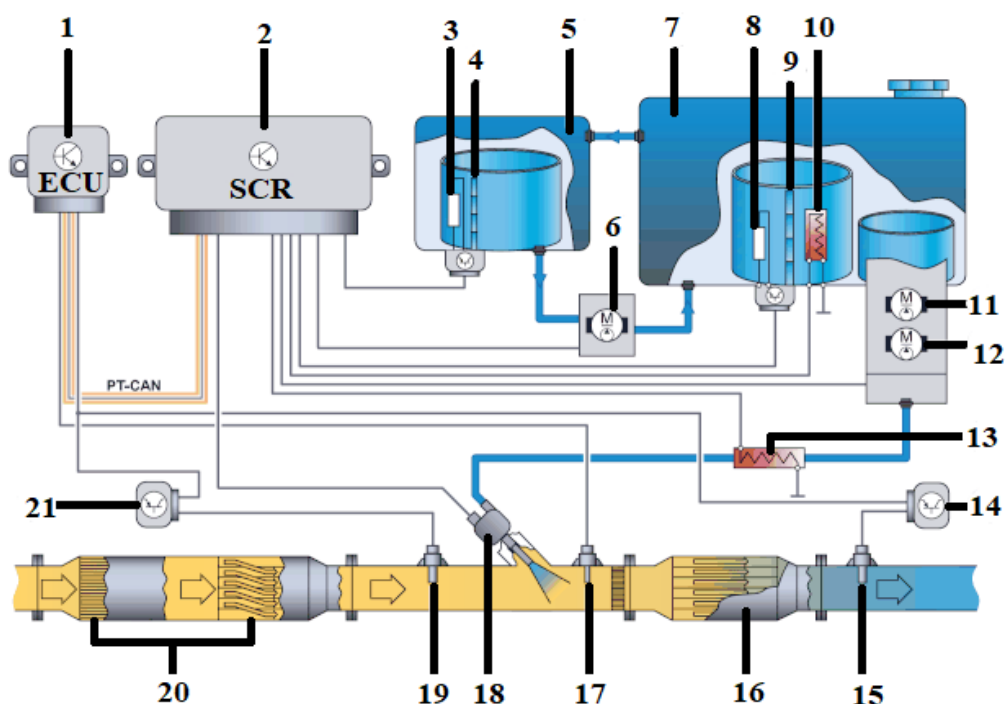


Slika 5.25. Refraktometar s ljestvicom AdBlue [20]

### 5.3.2.3. Funkcija selektivne katalitičke redukcije (SCR)

SCR sustav ubrizgava mješavinu ureje i vode koja se zove AdBlue u SCR katalizator. AdBlue reagira s vrućim ispušnim plinovima i smanjuje udio štetnih emisija NO<sub>x</sub> u ispušnim plinovima. Kemijska reakcija odvija se u SCR katalizatoru nakon filtera za čestice dizela. Ova kemijska reakcija može se dogoditi samo kada SCR katalizator dosegne traženu minimalnu temperaturu. SCR sustav ostaje neaktivan dok se ne postigne temperatura od oko 200 °C . Na Slici 5.26. je prikazana funkcionalna shema rada SCR sustava sa svim komponentama koje sudjeluju u radu sustava. Ugrađene komponente sustava ovise o proizvođaču vozila.[20]





Slika 5.26. Funkcionalna shema rada SCR sustava [20]

1 - Upravljački uređaj motora (ECU), 2 - SCR upravljački uređaj, 3 - Senzor temperature, 4 - Senzor napunjenosti AdBlue tekućine pasivnog spremnika, 5 - Pasivni spremnik AdBlue tekućine, 6 - Transfer pumpa, 7 - Aktivni spremnik AdBlue tekućine, 8 - Senzor temperature, 9 - Senzor napunjenosti AdBlue tekućine aktivnog spremnika, 10 - Grijač aktivnog spremnika, 11 - Dobavna pumpa, 12 - Povratna pumpa, 13 - Grijač na dobavnom vodu (crijevu), 14 - Elektronika NOx senzora, 15 - NOx senzor iza SCR katalizatora, 16 - SCR katalizator, 17 - Senzor temperature SCR katalizatora, 18 - AdBlue dozator, 19 - NOx senzor prije SCR katalizatora, 20 - DPF filter, 21 - Elektronika NOx senzora

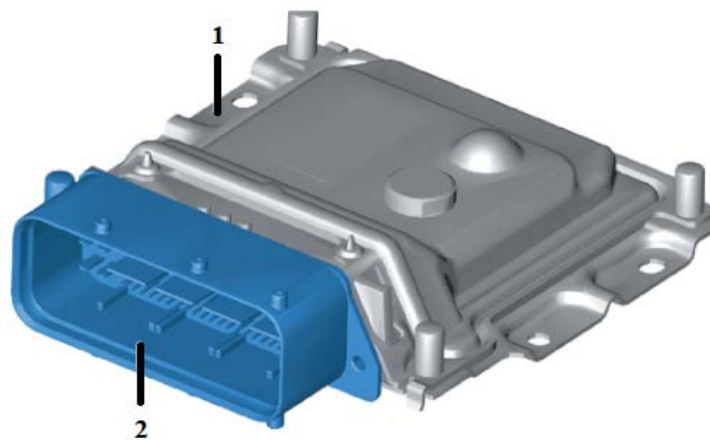
Upravljački uređaj motora šalje zahtjev s izračunatim volumenom AdBluea i komunicira s SCR upravljačkom jedinicom putem CAN komunikacije. Potrošnja AdBluea se mjeri ovisno o opterećenju (brzine protoka i temperaturi ispušnih plinova), profilu temperature i profilu opterećenja. ECU treba osigurati dovoljno visoku temperaturu ispušnih plinova i po potrebi poduzeti mjere za povećanjem temperature ispušnih plinova. Brzine pretvorbe NOx koje se mogu postići ovise i o temperaturi u SCR katalizatoru.[20]

Učinkovitost redukcije NOx ovisi o: [20]

- Omjeru pretvorbe NO<sub>2</sub> u NO
- Provedenom vremenu NO u SCR katalizatoru
- Prisutnosti neizgorenih ugljikovodika CH
- Količina amonijaka NH<sub>3</sub> pohranjenoj u SCR katalizatoru

SCR upravljačka jedinica (Slika 5.27.) ima sljedeće funkcije: [20]

- PT-CAN sabirnica kao mrežni čvor
- Aktivacija pumpi za AdBlue
- Aktivacija mješača AdBlue u ispuh
- Aktivacija grijača AdBlue
- Nadzor razine goriva, AdBlue i temperaturnih senzora
- Nadzor ostalih komponenata sustava
- Nadzor dijagnostike SCR sustava



Slika 5.27. SCR upravljački uređaj [20]

1 - SCR upravljački uređaj, 2 - Priključak SCR upravljačkog uređaja

Upravljačka jedinica treba imati sljedeće funkcije: [20]

- Nadzor NOx senzora
- Izračunavanje brzine ubrizgavanja AdBlue i prijenos upravljanja na upravljačku jedinicu SCR preko PT-CAN
- Kontrola SCR sustava

Modul za dobavu AdBlue tekućine se sastoji od:[20]

- Dobavne i povratne pumpe
- Senzora napunjenosti spremnika
- Temperaturnog senzora
- Grijača spremnika

Postoje različiti načini mjerenja razine napunjenosti spremnika. Mjerenje se odvija uz pomoć ultrazvuka. Elektronički uređaj za mjerenje emitira ultrazvučne impulse. Ovi ultrazvučni impulsi reflektiraju se na prijelazu iz AdBluea u zrak (*eho impuls*). Elektronika za mjerenje prima i pojačava eho impulse te ih pretvara u digitalni signal. Osjetnik temperature integriran je kao dio senzora razine napunjenosti. Za mjerenje temperature koristi se električni otpornik ovisan o temperaturi. Temperatura se pretvara pomoću karakteristične krivulje specifične za senzor. Mjerno područje je od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vrijednosti razine i temperature spremnika šalju se putem PWM signala na SCR upravljačku jedinicu. Sklop pumpi je ugrađen u tzv. SCR dobavni modul. Sklop pumpi se sastoji od dobavne i povratne pumpe. Pumpe se aktiviraju po upravljanju SCR upravljačkog uređaja.[20]

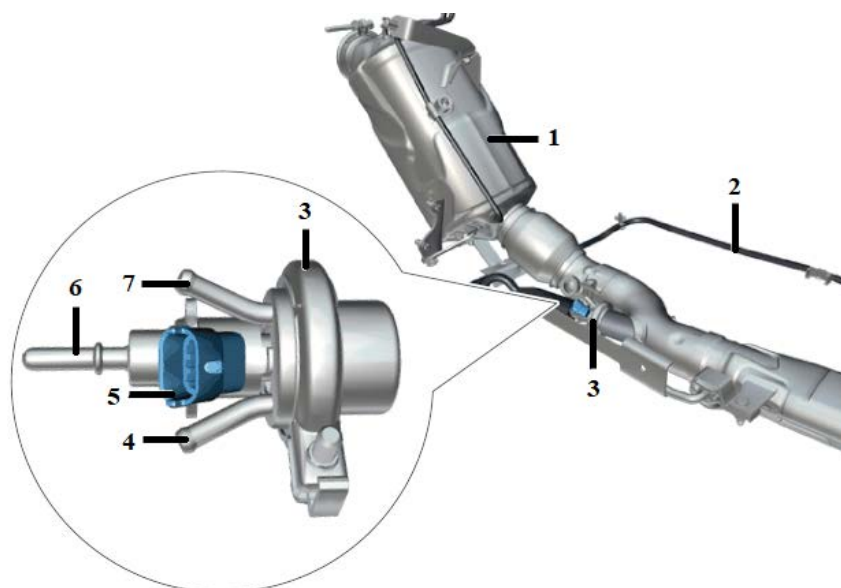
Glavna zadaća dobavne pumpe je snabdjevenije SCR mješača koji je ugrađen u ispušni sustav neposredno prije SCR katalizatora. Dobavni tlak je između 4,5 i 8,5 bara. Povratna pumpa ispušta tlačni vod. Potrebno je djelomično ispuštanje tlačnog voda kako bi se izbjeglo zamrzavanje AdBlue pri niskim temperaturama. [20]

Točka ledišta AdBlue tekućine je  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , stoga je potrebno poduzeti rješenja kojima će se spriječiti zamrzavanje AdBlue-a. Zagrijavanje se vrši u aktivnom spremniku te zagrijavanjem na dobavnoj cijevi AdBlue od aktivnog spremnika do SCR uređaja za miješanje, ali konfiguracija ovisi o proizvođaču vozila.[20]

#### 5.3.2.4. SCR uređaj za miješanje

SCR uređaj za miješanje (Slika 5.28.) je postavljen prije SCR katalizatora, odnosno nakon DPF filtera. SCR mješačem upravlja SCR upravljački uređaj. Upravljački uređaj motora šalje zahtjev za potrebnom količinom AdBlue upravljačkoj jedinici SCR. Zahtjev se najčešće šalje putem CAN komunikacije. Potrebna količina AdBlue-a ovisi o profilu opterećenja (protoku ispušnih plinova i temperaturi ispušnih plinova). SCR mješač se sastoji od injektora i

sustava za hlađenje. Hlađenje ovog uređaja je nužno kako si se spriječio prijelaz topline ispušnog sustava na sam injektor.[20]



Slika 5.28. SCR uređaj za miješanje [20]

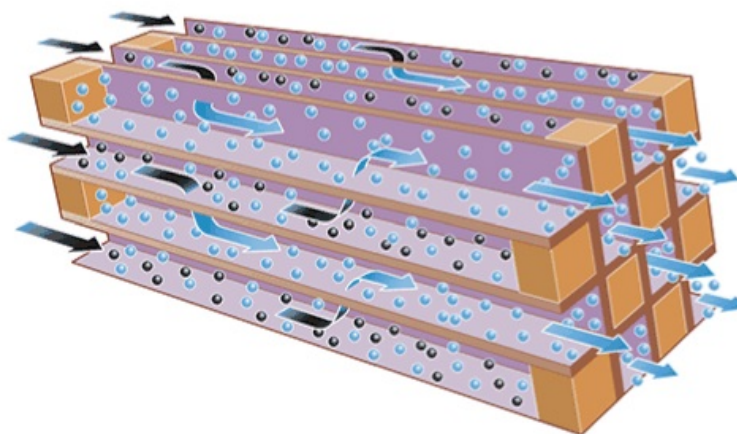
1 - DPF filter, 2 - Tlačni vod, 3 - SCR mješač s injektorom, 4 - Priključak za hlađenje – ulaz, 5 - 2-polni priključak, 6 - Priključak tlačnog voda AdBlue, 7 - Priključak za hlađenje – izlaz

### 5.3.3. Filter za čestice benzina

U EURO 6c normi o emisiji ispušnih plinova granične vrijednosti mase čestica (PM) i broja čestica (PN) još su strože ograničene. Razlog tome je što se u modernim benzinskim motorima s izravnim ubrizgavanjem stvara najhomogenija mješavina goriva i zraka s ubrizgavanjem goriva u usisnoj cijevi. To znači da se tijekom izgaranja stvara više čestica. Kako bi se zadovoljile granične vrijednosti, ugrađuje se, između ostalog, i filter za čestice benzina.[20]

Filter za čestice benzina ugrađen je iza katalizatora umjesto središnjeg prigušivača. U budućim vozilima, također će biti moguće ugraditi filter za čestice benzina u blizini motora zajedno u jednom kućištu s katalizatorom. Ako je senzor tlaka ispušnih plinova na izlazu katalitičkog pretvarača, tada je filter čestica benzina instaliran daleko od motora u podvozju vozila umjesto središnjeg prigušivača. Ako je senzor tlaka ispušnih plinova smješten u središtu kućišta katalizatora, tada je filter za čestice benzina ugrađen blizu motora.

Filtar za čestice benzina se sastoji od mnogo kanala kroz koje struji ispušni plin (Slika 5.29.). Zidovi filtra za čestice benzina su porozni tako da kroz njih može teći ispušni plin. Čestice (čadže ili pepeo) ostaju u kanalima. Kanali filtra za čestice benzina su na krajevima zatvoreni. Svaki usisni otvor je okružen s ispušnim priključnicama. Čestice se talože na premazu ulaznih otvora. Čestice ostaju tamo dok se ne zapale zbog porasta temperature ispušnog sustava i potrebnog kisika. Pročišćeni ispušni plin struji kroz obložene, porozne stijenke iz ispušnih otvora. Naslage čadže začepljuju filter čestica benzina tijekom vremena. Iz tog razloga, oni moraju biti spaljeni. To se događa kada je temperatura ispušnih plinova iznad temperature paljenja čadže. Taj se proces naziva regeneracija (slično kao i kod DPF filtera). Čestice ugljika se oksidacijom pretvaraju u plinoviti ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ).[20]



Slika 5.29. Pregled kanala filtera za čestice benzina [20]

Depoziti čadže počinju izgarati na temperaturama od  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Brza i učinkovita regeneracija se ne postiže do temperature od  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Budući da se ova temperatura postiže samo s odgovarajućim visokim opterećenjem, poduzimaju se i druge mjere uz prirodnu regeneraciju (erozija čadže u slučaju suvišnog zraka u režimu prekoračenja izlaza) filtra za čestice benzina. Temperatura ispuha može se umjetno povećati, npr. podešavanjem vremena paljenja. Vozač to obično ne primjećuje.[20]

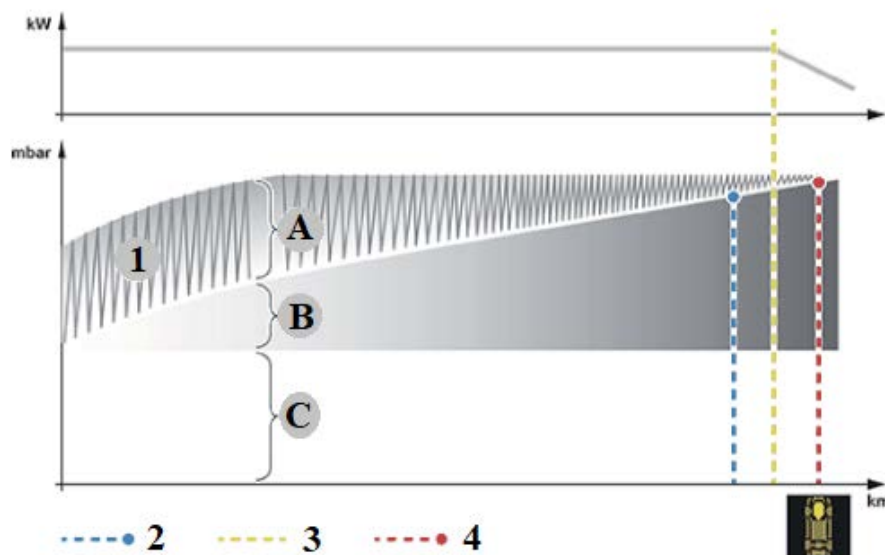
#### 5.3.3.1. Regeneracija filtera čestica benzina

Ovisno o profilu vožnje i statusu servisiranja, filter za čestice benzina je konstruiran za korištenje oko 240 000 km. Nakon ove uporabe, filter za čestice benzina i kućište trebaju se zamijeniti. U tu svrhu potrebno je odspojiti ispušni sustav i ugraditi novi filter krutih čestica.

Informacije o statusu opterećenja mogu se ispitati putem dijagnostičkog sustava. Kada se

prekorači maksimalna prevaljena udaljenost, upravljački uređaj motora detektira grešku te se na multifunkcionalnoj instrumentalnoj ploči pojavljuje lampica koja definira pogrešku. Kako bi se tlak ispušnih plinova održao ispod specificiranih granica, ciklusi regeneracije se povećavaju kada se stanje opterećenja poveća zbog pepela u filtru čestica benzina. Kada filter za čestice benzina postigne svoj maksimalni stupanj opterećenja pepelom, on se više ne može spaliti. Nakon toga se postupno smanjuje učinak motora. Ako smanjenje snage prelazi 30 %, ECU aktivira lampicu indikatora kvara. Tada je kontrola rada motora u nužnom načinu rada. Profil životnog vijeka eksploatacije filtera za čestice benzina je prikazan na Slici 5.30.[20]

Sustav filtra za čestice benzina može se dijagnosticirati dijagnostičkim sustavom. U tu svrhu dostupni su ispitni moduli senzora tlaka ispušnih plinova i filtra za čestice benzina. Zamjena filtra za čestice benzina treba se registrirati putem servisne funkcije.[20]



Slika 5.30. Profil životnog vijeka eksploatacije filtera za čestice benzina [20]

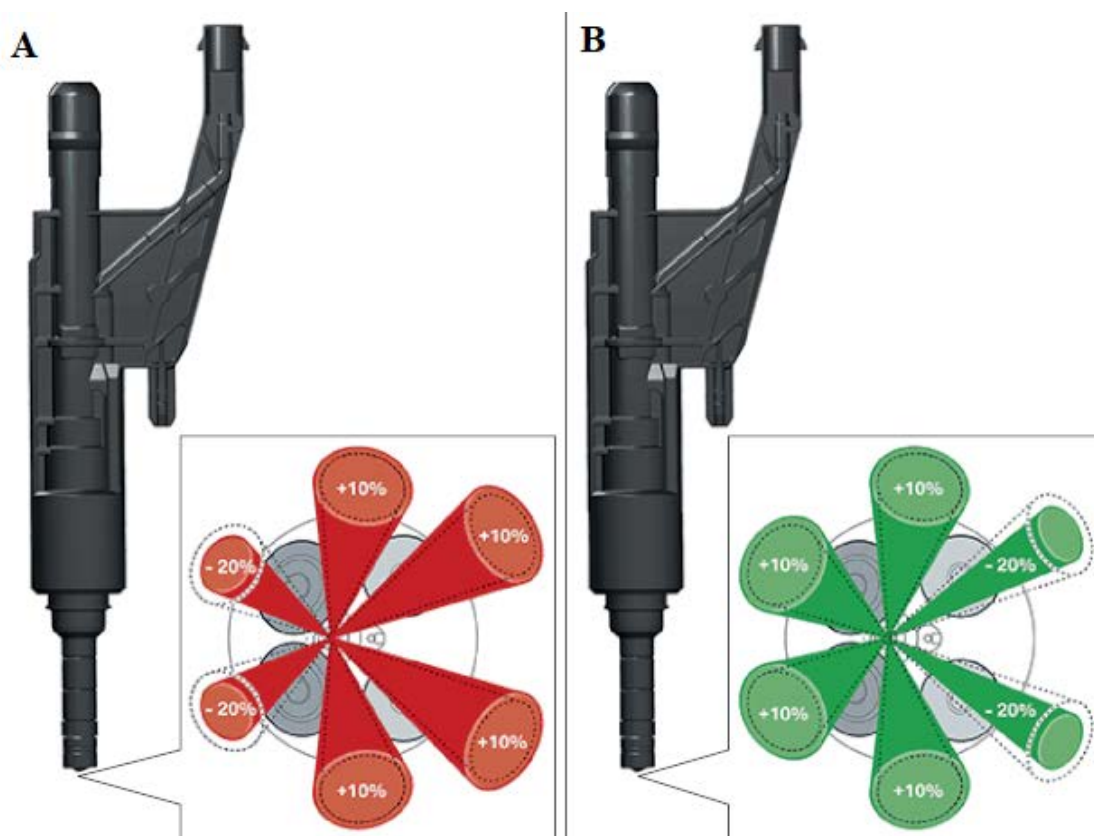
A – Čađa, B – Pepeo, C - Novi Filter, kW - Izlazna snaga u kilovatima, km - Uporaba u kilometrima, 2 - Veliko opterećenje filtera za čestice benzina, mbar - Razlika tlakova, 4 - Program smanjenja snage i rada u slučaju nužde, 1 - Ciklusi stanja opterećenja s regeneracijom, 3 - Dosegnuto je prosječno korištenje

Opcije regeneracije su:[20]

- Normalna regeneracija
  - ovisno o regeneraciji koja se odvija u profilu vožnje. Erozija čađe može se dogoditi samo u slučaju suvišnog zraka u režimu prekoračenja izlaza i na odgovarajućim visokim temperaturama ispušnih plinova.
- Izračunata regeneracija
  - ciklička regeneracija zbog voznog profila.
- Regeneracija svakih 10 000 km
  - fiksni ciklus za regeneraciju.

### 5.3.3.2. Ubrizgavanje

Za poboljšanje emisije onečišćujućih tvari (čestica) za EURO 6c kod benzinskih motora ugrađuju su nove mlaznice za gorivo. Injektori za gorivo imaju modificiranu geometriju za ubrizgavanje. Razlika u geometriji je prikazana na Slici 5.31.[20]



Slika 5.31. Injektor za gorivo benzinskih motora [20]

## 5.4. Konstrukcijska rješenja motora s unutarnjim izgaranjem

### 5.4.1. Downsizing

Downsizing metoda smanjivanja emisije štetnih plinova predstavlja niz novih tehnologija benzinskog ubrizgavanja na novim motorima s 3 ili 4 cilindra. Downsizing koncept predstavlja smanjenje zapremine (radnog obujma) motora, na koji se način smanjuje potrošnja goriva, a s time se i povezuje smanjenje emisije CO<sub>2</sub>. Ušteda goriva se postiže tako da motor češće radi u gornjem dijelu dijagrama karakteristika pri čemu se nastoji izvući viši stupanj korisnog djelovanja rada motora. Kao jedno od temeljnih rješenja za postizanje smanjenja potrošnje goriva i emisije CO<sub>2</sub>, pri tome da se održi izlazna snaga motora, koriste se turbokompresori u kombinaciji s izravnim ubrizgavanjem benzina.[24]

Prednosti downsizing motora s 3 cilindra:[24]

- Niži troškovi proizvodnje
- Manji prostor motora
- Lakša konstrukcijska izvedba
- Manji gubici uslijed trenja
- Niže emisije CO<sub>2</sub>
- Manja potrošnja goriva
- Veći okretni moment

Nedostaci downsizing motora s 3 cilindra:[24]

- Neuravnotežene slobodne sile
- Nemirniji rad motora
- Vibracije
- Slaba reputacija na tržištu

Temeljne smjernice downsizing tehnologije su:[24]

- Smanjenje potrošnje goriva
- Smanjenje emisija CO<sub>2</sub>
- Povećanje relativnog omjera snage (kw / l)
- Poboljšanje udobnosti vožnje

Za postizanje navedenih smjernica potrebno je smanjiti gubitke trenja te tzv. „pumpne gubitke“. Nadalje, potrebno je povećati efikasnost djelovanja te dodatno optimizirati proces izgaranja.[24]



---

**Sredstva za realizaciju Downsizing tehnologije:[24]**

- Punjenje turbokompresorom
  - Turbopunjenje motora
  - Punjenje kompresorom
- Izravno ubrizgavanje benzina (GDI)
- Optimizirani proces izgaranja
- Kontinuirano varijabilno upravljanje ventilima (VVT)
- Ostala rješenja upravljanja ventilom
  - Kasnije zatvaranje usisnog ventila (LIVC)
- Integrirani ispušni kolektor (IEM)
- Posebna rješenja hlađenja
  - Zasebno hlađenje glave cilindra i bloka motora
  - Preklopna crpka za rashladnu tekućinu
- Pomoćni uređaji
  - Uljna crpka upravljana potražnjom
  - Generator s funkcijom regenerativnog kočenja
  - Start-stop sustav
- Balansiranje koljenastog vratila
- Specijalni materijali (površinska zaštita)
  - Diamond like carbon
  - Nikasil
  - Aluminijski tlačni lijev

Na tržištu se pojavljuju razne izvedbe downsizing motora koji ovisi o proizvođaču te njihovom razvoju. Dakako, svi motori imaju zajedničke elemente koji postižu ciljeve downsizing koncepcije poput izravnog ubrizgavanja benzina i turbopunjača.

Neke od tipova downsizing tehnologije koji ugrađuju europski proizvođači su sljedeći:[24]

- **Mahle-Bosch koncept**

Mahle i Bosch surađuju na razvoju Downsizing motora tako da Bosch radi kompletni sustav izravnog ubrizgavanja benzina i turbokompresora

- **BMW Efficient Dynamics**

BMW je razvio novu generaciju motora sa zapremninom cilindra od 0,5 litara. Svi su opremljeni sustavom izravnog ubrizgavanja visoke preciznosti, turbokompresorom i s nekoliko zajedničkih modularnih dijelova koji se mogu koristiti i u drugim motorima (čak i dizelskim). Članovi nove obitelji motora imaju nekoliko zajedničkih rješenja, ali postoje i razlike. Npr. turbokompresori za motore s tri cilindra hlađeni su vodom i izrađeni od aluminija, dok su motori s 4 cilindra opremljeni twin-scroll turbokompresorima.[24]

- **Ford EcoBoost**

EcoBoost u prijevodi znači da se punjenje odvija turbokompresorom i ima izravno ubrizgavanje benzina. Motor se koristi od 2009. godine, a 2012. je proglašen motorom godine. Ford ne koristi balansiranje ventila, nego samo zamašnjak s dvije mase i remenicu s prigušivačem. Na remenici je ugrađen nazubljeni vijenac senzora koljenastog vratila.[24]

- **Nissan 1.2 DIG-S**

Postoji nekoliko tehnologija motora koje se koriste za postizanje visokih performansi i male potrošnje goriva: GDI, punjenje kompresorom, C-VTC, Miller-ciklus, EGR, Start-Stop sustav, specijalizirana površinska zaštita itd. Karakteristično za ove motore je da ne koriste turbokompresor nego koriste specijalni Nissanov kompresor nazvan EATON. Kompresor EATON se može regulirati preko optičnog ventila i isključivati preko elektromagnetske spojke. U području primjene ima više nedostataka nego prednosti.[24]

- **Opel SIDI**

- **Citroen PureTech Vti**

- **Peugeot PureTech e-THP**

PSA grupa je razvila potpuno novu obitelj modularnih motora s dvije varijante motora bez turbokompresora i dvije varijante s turbokompresorom koje se ugrađuju ovisno o modelu. Sve izvedbe se odlikuju manjim gubicima trenja, optimalnim izgaranjem, integriranom ispušnog granom i razdvojenim hlađenjem. Varijanta motora s turbokompresorom ima vrlo veliki broj okretaja kompresora (čak 270000 o / min) i poseban hladnjak zraka turbokompresora. [24]

- **Renault 0.9 TCe**

Osovinice klipova, klipni prsteni i podizači ventila su zaštićeni specijalnom DLC (Diamond Like Carbon) površinskom zaštitom kako bi se smanjili gubici trenja.

○ **VW grupa – EA211 obitelj motora**

Uglavnom se radi o motorima s 4 cilindra. Kod ovih motora je naglašen ACT sustav. ACT je tehnologija aktivnog upravljanja cilindrima odnosno deaktiviranjem cilindara. Ovo je jedno od prvih rješenja kojim se nastoji smanjiti potrošnja i emisija CO<sub>2</sub> na način kad nije potrebno, ECU ugasi jedna cilindar, ovisno o potrebi. Kao jedan od najprodavanijih primjeraka na hrvatskom tržištu analizirana je EA211 obitelj motora čije su karakteristike dane u Tablici 4., te njihova tehnička rješenja u Tablici 5.[24]

Tablica 4. Obitelj downsizing motora VW grupe [24]

Motor	<b>1.0 TSI (3 cilindra)</b>	<b>1.2 TSI (4 cilindra)</b>	<b>1.4 TSI (4 cilindra)</b>
Parametri	999 cm <sup>3</sup>	1197 cm <sup>3</sup>	1395 cm <sup>3</sup>
Snaga	70 / 85 kW	63 / 77 kW	90 / 103 kW
Okretni moment [o / min]	160 / 200 Nm	160 / 175 Nm	200 / 250 Nm
Stupanj kompresije	10,5	10,5	10,5
Emisija CO <sub>2</sub>	94 g / km	-	-
Potrošnja goriva	4,1 l / 100 km	4,9 l / 100 km	-

Tablica 5 Rješenja za realizaciju Downsizing motora VW grupe [24]

Rješenja za realizaciju Downsizing tehnologije	1.0 TSI (3 cilindra)	1.2 TSI (4 cilindra)	1.4 TSI (4 cilindra)
Turbopunjenje motora	Single scroll	Single scroll	Single ili TwinCharge
Izravno ubrizgavanje benzina	da	da	da
Varijabilno upravljanje ventilima	dvojno	dvojno	dvojno
Deaktiviranje cilindra	ne	ne	aktivno upravljanje cilindrima
zasebno hlađenje glave/bloka motora	da	da	da
Integrirani ispušni kolektor	da	da	da
Reguliranja uljna crpka	da	da	da
Rješenja balansiranja	balansiranje vratila	balansiranje vratila	balansiranje vratila
Blok motora	aluminijски tlačni lijev	aluminijски tlačni lijev	aluminijски tlačni lijev

## 6. DIJAGNOSTIKA I OTKLANJANJE KVAROVA

Iz prethodnih poglavlja je vidljiv velik broj tehničkih rješenja koje proizvođači automobila ugrađuju, kako bi se mogle postići vrijednosti propisane od strane zakonodavca. Navedena tehnička rješenja implementiraju ugradnju brojnih senzora te novih komponenti koje u međusobnoj interakciji omogućuju rad pojedinih sustava. Vidljivo je da su za razvoj ovih sustava potrebna interdisciplinarnih znanja i vještina poput:

- Kemije
- Elektrotehnike
- Programiranja
- Strojstva
- Ekonomije
- Zaštite okoliša

Kroz životni vijek automobila, osim redovnog održavanja, događaju se brojni kvarovi. Ovisno o prirodi kvarova, događaju se i kvarovi na sustavima povezanim s postizanjem ispuštanjem ciljanje emisije štetnih plinova. S obzirom na to da novi sustavi koriste implementaciju elemenata nove generacije, servisne radionice se suočavaju s novim vrstama kvarova. Samim time, nužno je poznavati funkciju i način rada određenih elemenata sustava kako bi se uspješno otkrio i uklonio kvar.

### 6.1. Kvarovi na DPF sustavu

U poglavlju 5.3.1 se nalazi funkcionalni opis DPF sustava. U ovom poglavlju su opisani potencijalni kvarovi na sustavu te njihovo otklanjanje. Prilikom pojave kvara na DPF sustavu pojavljuje se kontrolna lampica na instrumentalnoj ploči. Ovisno o tipu kvara i proizvođaču osobnih vozila može se pojaviti više lampica, a ne samo jedna.

Svi kvarovi na ovom sustavu rezultiraju začepljenjem DPF filtera. Ovisno o stupnju začepljenja, odnosno napunjenosti, vozilo gubi snagu, a ako je prepunjen i onemogućen protok kroz ispušni sustav, moguća je nemogućnost pokretanja motora i samog oštećenja motora. Naravno, proizvođači su poduzeli sigurnosnu mjeru da bi se taj period između začepljenja i nemogućnost pokretanja motora povećao. Sigurnosna mjera, u pučkom rječniku „safe mod“ se pojavljuje prilikom pojave kvara, odnosno signaliziranjem vozača da se dogodila greška u sustavu te namjerno oduzme snagu motora te onemogućuje prelazak broja okretaja od dozvoljenog. Najčešći broj okretaja je oko 3000 o / min te ovisi o proizvođaču.

### 6.1.1. *Senzor diferencijalnog tlaka*

Diferencijalni tlak je razlika tlakova između tlaka na ulazu i tlaka na izlazu DPF filtera. Sam senzor se sastoji od električnog priključka i dva priključka za crijeva. Ovisno o proizvođaču vozila, na DPF filteru se nalaze metalni izvodi na kojih se najčešće priključuje gumeno crijevo koje se spaja na senzor diferencijalnog tlaka. Zatim gumeno crijevo je podložno propadanju te toplina i atmosferski uvjeti imaju velik utjecaj na eksploataciju istog, stoga se crijevo oblaže u metalnu foliju koja sprječava prijelaz topline i prodiranje atmosferskih uvjeta na crijevo. Da bi senzor diferencijalnog tlaka ispravno bilježio vrijednosti razlike tlakova i informirao upravljačku jedinicu, potrebno je da tlakovi na ulazu i senzor budu istovjetni s tlakovima na ispušnom sustavu. Zatim senzor je napajan s 5 V izravno iz upravljačke jedinice, a treći pin daje izlazni napon iz senzora koji ide izravno u upravljački uređaj koji analizira rad sustava.

Da bi senzor diferencijalnog tlaka ispravno radio te da upravljačka jedinica ne zabilježi grešku na senzor sljedeći uvjeti trebaju biti zadovoljeni:

- Gumena crijeva trebaju biti ispravna, odnosno ne smije biti propuštanja okolišnog zraka jer inače senzor dobiva krivu informaciju
- Naponsko napajanje na senzor treba biti ispravno
- Žica između senzora i upravljačke jedinice treba biti ispravna

Ako su zadovoljeni ovi uvjeti, a upravljačka jedinica bilježi pogrešku na senzor, kvar je na senzoru ili je DPF filter začepljen. Naravno, upravljačka jedinica najčešće zabilježuje više grešaka, jer ako je filter začepljen, upravljačka jedinica zabilježuje pogrešku da je prevelika ili premala razlika tlakova na osjetniku ispušnih plinova, a samim time se izbacuje povezana greška da je DPF filter začepljen. Ako upravljačka jedinica dobije krivu informaciju o tlakovima moguće je začepljenje DPF filtera. U Prilogu 1 se nalazi dijagnostički izvještaj na kojemu je vidljiva greška komponente senzora razlike tlaka ispušnih plinova te stvarne vrijednosti. Također, kako je ranije navedeno, da bi DPF sustav mogao ispravno funkcionirati, tlak punjenja, Rail tlak te ostale povezane komponente trebaju biti ispravne. U prilogima 3, 4, 6 i 7 su prikazani izvještaji s kvarovima na EGR sustavu, sustavu Rail tlaka (tlaka u visokotlačnoj razdjelnoj cijevi), korekcije mješavine (lambda sonda, odnosno faktor lambda) te tlaka punjenja.

### **6.1.2. Senzori temperature**

Da bi senzori temperature ispravno radili potrebno je dovođenje ispravnog naponskog napajanja na njih te omogućiti ispravni povratni signal nazad na upravljačku jedinicu. U protivnom upravljačka jedinica ne zna ispravnu temperaturu, a samim time se onemogućuje regeneracija DPF filtera.

### **6.1.3. Ostali elementi**

Sljedeći element koji utječe na ispravnost rada DPF sustava je usisni i ispušni sustav motora. Naime, da bi DPF sustav ispravno funkcionirao ne smije biti propuštanja zraka van sustava odnosno sve cijevi, priključci cijevi, hladnjaci i ostale komponente trebaju biti ispravne. Zatim kvaliteta ulja u motoru je značajno bitna radu DPF sustava poglavito u režimu regeneracije. Kvaliteta ulja u motoru treba biti u skladu s normama proizvođača.

### **6.1.4. Regeneracija**

Ako su sve komponente relevantne za DPF sustav isprave, ovisno o napunjenosti DPF filtera čađom, upravljačka jedinica provodi regeneraciju DPF filtera. Za regeneraciju se najčešće provodi vožnjom na autoputu i na otvorenoj cesti, stoga ako se vozilo vozi isključivo u gradskom prometu, moguće je začepljenje filtera zbog prekidanja regeneracije. Ako je filter začepljen do 60 % regeneracija se može pokrenuti u vožnji, a ako je začepljen iznad, upravljačka jedinica zabilježi grešku te vozilo treba posjetiti servis. Dijagnostički softver ima pod servisnim radnjama mogućnost prisilne regeneracije čime se vozilu daje zapovijed za regeneracijom. Ovisno o modelu vozila gornji postotak varira te je različit način prisilne regeneracije. Prisilna regeneracija se može izvesti u vožnji (pod točno određenim uvjetima) i na mjestu pri čemu treba zadovoljiti točno određene uvjete koje ovise modelu osobnog vozila. Ako je DPF filter prezačepljen, nije moguće ni provesti prisilnu regeneraciju nego je potrebno filter ili zamijeniti novim (preporuka proizvođača) ili očistiti sa specijalnom tekućinom za čišćenje tog tipa filtera. Pri prisilnoj regeneraciji na mjestu potrebno je ostvariti sljedeće uvjete:

- Motor treba biti na radnoj temperaturi
- Motor treba biti ispravan
- Položaj mjenjača treba biti u neutralnoj poziciji ili u položaju P (ako se radi o automatskom mjenjaču)
- Parkirna kočnica treba biti aktivirana
- Trebaju biti upaljena sva jača trošila električne energije (svjetla, klima, grijanje stakla itd.)

- Spremnik gorivom treba biti dovoljno napunjen (najčešće iznad  $\frac{1}{4}$  spremnika)
- Ispod vozila ne smije biti zapaljivog medija

Uvjeti ovise o modelu vozila. Nakon ostvarenja uvjeta pokreće se prisilna regeneracija pri čemu vozilo samostalno podiže okretaje motora na neku vrijednost (najčešće oko 3000 o/min), pri čemu postoji faza zagrijavanja, regeneriranja i hlađenja. Cilj je svakom prisilnom regeneracijom smanjiti začepljenost i omogućiti samostalno pokretanje regeneracije (u vožnji).

Pri prisilnoj regeneraciji na mjestu, postoje i sigurnosne značajke ako se dogodi neka nesreća (zapaljenje, čudni zvukovi itd.). Name, prilikom stiskanja papučice kočnice ili kvačila, regeneracija se zaustavlja.

Dakle, kako bi vozilo samostalno moglo obavljati regeneraciju potrebno je da svi elementi u sustavu rade ispravno i da se vozilo povremeno vozi po otvorenoj cesti ili autoputu, u protivnom dolazi do začepjenja filtera. Pri zamjeni novog DPF filtera, zamjeni senzora diferencijalnog tlaka, potrebno je dijagnostičkom opremom prijaviti radove, te izvršiti inicijalizaciju vrijednosti novih komponenti. Isto tako je potrebno zabilježiti zamjenu ulja motora u sustav kako bi upravljačka jedinica znala o kakvom je ulju riječ i kako bi znala pratiti kvalitetu ulja (preko senzora kvalitete ulja i prijavi zamjene ulja). U Prilogu 2 je prikazan dijagnostički izvještaj nakon regeneracije sa stvarnim vrijednostima.

#### **6.1.5. Potencijalni kvarovi na DPF sustavu**

Potencijalni kvarovi DPF sustava s kodom greške i opisom su u Prilogu 8. Iz priloga je vidljivo da se greška klasificira pomoću karakterističnog koda greške, komponente zahvaćene kvarom te opisom kvara. Opis greške je vrlo važna informacija u dijagnostici, jer definira iz kojeg razloga se pojavljuje greška. Sažetak Priloga 8 je prikazan u Tablici 6. Potencijalni kvarovi ovise o tipu vozila, odnosno ugrađenim komponentama. Također, za ispravan rad sustava potrebno je da ostale komponente (mjerač mase zraka, EGR itd.) budu funkcionalne, stoga su uključene u Prilog 8. Potencijalne greške su karakteristične za vozilo VW Golf VII.



Tablica 6. Sažetak potencijalnih kvarova iz Priloga 8. [23]

Kod greške	Komponenta	Opis
P245400	Filter za čestice - senzor razlike tlaka pult 1	Spoj na masu
P245600	Senzor razlike tlaka dizelskog filtra za čestice	
P245800	Dizelski filter za čestice	
P246300	Dizelski filter za čestice (red 1)	Prepunjen filter
P246E00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Električna greška
P246F00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Signal nije plauzibilan
P247000	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Spoj na masu
P247B00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Vrijednost izvan tolerancije

## 6.2. Kvarovi na SCR sustavu

Kvarovi na SCR sustavu ovise o konfiguraciji SCR sustava, odnosno o njegovoj izvedbi te broju i vrsti senzora. Za ispravan rad SCR sustava sve komponente trebaju raditi ispravno. Senzori temperature i senzor diferencijalnog tlaka rade na isti princip kao i kod DPF filtera. Dijagnostički izvještaj kvara na SCR sustavu je prikazan u Prilogu 5, a u Prilogu 9 se nalazi popis kvarova na SCR sustavu vozila VW Golf VII. Sažetak Priloga 9 je prikazan u Tablici 7.

Tablica 7. Sažetak potencijalnih kvarova iz Priloga 9. [23]

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

### 6.3. Oprema za identifikaciju i otklanjanje kvarova

Za pravilnu identifikaciju i otklanjanje kvarova navedenih sustava, osim standardnih alata potrebna je sljedeće oprema:

- Komunikacijski dijagnostički modul
- Dijagnostički softver
- Električne sheme instalacija
- Električne priključne sheme
- Položaj ugradnje komponenata
- Osciloskop
- Generator funkcija i signala
- Vakuum pumpa
- Multimetar

Sheme električnih instalacija, električne priključne sheme te položaj ugradnje komponenata mogu biti u pismenom ili digitalnom obliku. Ovisno o strategiji pojedine servisne radionice i proizvođača opreme ovi podaci mogu biti dostupni na različitim izvodima i različitim oblicima. Također dijagnostički softver može biti instaliran kao samostalna verzija na računalu ili u obliku „klijent“ usluge. Trend u shemama i dijagnostičkog softvera je plaćanje po korištenju i korištenje softvera kao uslugu. Naime, servisne radionice imaju komunikacijski modul (infrastrukturu) koji se spaja na vozilo, te se taj komunikacijski modul može koristiti s više dijagnostičkih softvera. Za korištenje dijagnostičkog softvera se plaća davatelju usluge po korištenju. Ovaj slučaj se naziva Pass Thru dijagnostika. Europska unija je donijela zakon da sve neovlaštene servisne radionice mogu koristiti originalnu dijagnostiku na sustavima relevantnim za emisiju štetnih plinova kao jednu od mjera osiguravanja postizanje zadanih ciljeva. Međutim još uvijek je slučaj da se koristi i samostalna verzija dijagnostičkog softvera. Prilikom korištenja ove verzije dijagnostike, nužno je korištenje komunikacijskog modula i dijagnostičkog softvera istog proizvođača.

#### 6.3.1. Komunikacijski modul

Komunikacijski modul je nužni element za ostvarivanje komunikacije između računala i samog vozila. Na tržištu postoje različiti komunikacijski moduli koji mogu biti s univerzalnom namjenom ili namjenom samo za jednog proizvođača vozila. Naime, svi europski proizvođači

vozila razvijaju samostalnu dijagnostiku, odnosno vlastiti komunikacijski modul i vlastiti dijagnostički softver. S druge strane postoje kompanije koje se bave razvojem i proizvodnjom sustava na automobilima te oni razvijaju vlastiti komunikacijski modul i dijagnostički softver. Ovakvi dijagnostički komunikacijski moduli i softveri se mogu koristiti na različitim markama i tipovima vozila, međutim ograničena im je funkcija, odnosno, funkcija ovisi o pravima koja su dodijeljena od proizvođača vozila.

Nadalje, komunikacijski moduli se razlikuju po izvedbi i načinu ostvarivanja komunikacije između komunikacijskog modula i računala.

Današnji komunikacijski moduli podijeljeni prema načinu ostvarivanja komunikacije između modula i računala:

- Putem USB veze
- Putem Bluetootha
- Putem Wi-Fi
- Putem Ethernet veze

Prema izvedbi komunikacijski moduli mogu biti ugrađeni s računalom kao jedna jedinica ili samostalni za koju je potrebno imati posebno računalo. Na Slici 6.1. lijevo je prikazan dijagnostički uređaj koji komunikacijski modul ima integriran u jedan uređaj (poput tableta), a desno su samostalni komunikacijski moduli. Također je vidljivo da KTS 590 sadrži dvokanalni osciloskop, a KTS 560 jednokanalni.



Slika 6.1 Komunikacijski moduli BOSCH KTS [25][26]

Ovisno o tipu proizvođača, osim standardne funkcije komunikacijskog modula, može se pojaviti i funkcija osciloskopa, multimetra i sl. S druge strane, svi komunikacijski moduli imaju OBD priključak kojim se ostvaruje veza između komunikacijskog modula i vozila.

### 6.3.2. *Dijagnostički softver*

Dijagnostički softver je svojevrsan informacijski sustav koji nakon spajanja komunikacijskog modula omogućuje upravljanje komunikacijom s vozilom. Funkcije dijagnostičkog softvera, koje su u ovisnosti o konfiguraciji aplikacije mogu biti:

- Čitanje i brisanje memorije grešaka
- Analiziranje radnih i okolišnih uvjeta vozila u trenutku pojave greške
- Upravljanje pojedinim komponentama (aktuatorima, ventilima itd.)
- Adaptacija komponentata
- Programiranje komponentata
- Konfiguracija upravljačkih uređaja
- Ažuriranje softvera na pojedinim upravljačkim uređajima vozila
- Vođeno traženje grešaka
- Traženje grešaka po simptomu
- Izvršni testovi
- Pisanje servisne knjige

Efikasnost dijagnostičkog softvera, osim o konfiguraciji, najviše ovisi o vrsti komunikacijskog modula koji se koristi. Optimalno rješenje je korištenje opreme od istog proizvođača.

### 6.3.3. *Osciloskop*

Osciloskop je instrument koji se koristi za prikaz valnog oblika elektroničkog signala. Sljedeća bitna funkcija je analiziranje signala (npr. prekidi). Osciloskop crta graf trenutnog napona signala kao funkciju vremena. Postoji samostalna izvedba osciloskopa i izvedba korištenja osciloskopa koji se spaja na računalo.

Servisne radionice imaju najčešće osciloskop u obliku multifunkcionalnog mjernog uređaja, odnosno jedan uređaj sadrži funkciju osciloskopa, generatora signala, multimetra, generatora otpora te i podtlaka i tlaka (Slika 6.2.). Također funkcija osciloskopa može biti integrirana u dijagnostički softver ili izveden kao zaseban softver. Naravno svaki osciloskop

ima bitne značajke po kojima se razlikuje od drugih, a najvažnije su: maksimalan napon i struja mjerenja, brzina mjerenja, broj kanala mjerenja itd.



Slika 6.2. Multifunkcionalni uređaj BOSCH FSA 500 [27]

Karakteristike uređaja FSA 500:[27]

- Sadrži akumulatorsku stezaljku
- Mjerni kanali 1 i 2
- Sadrži okidnu stezaljku
- Sadrži univerzalni KV adapter
- Sadrži tlačno crijevo
- Sadrži senzor temperature
- Opremljen je kabelom daljinskog pristupa
- Frekvencija očitavanja Max. 40 MHz
- Dvokanalni rad: 40 Mhz
- Jednokanalni rad: 40 MHz
- Napon multimetra: 0mV do 200 V
- Struja: 0 A do 30 A (30 A strujna kliješta) ili 50 A do 1000 A (1000 A strujna kliješta)
- Osciloskop paljenje:
  - Primar: 20 V do 500 kV
  - Sekundar: 5 kV do 50 kV
- Generator signala
  - Sinusni, trokutasti, istosmjerni, PWM signal te signali iz baze podataka

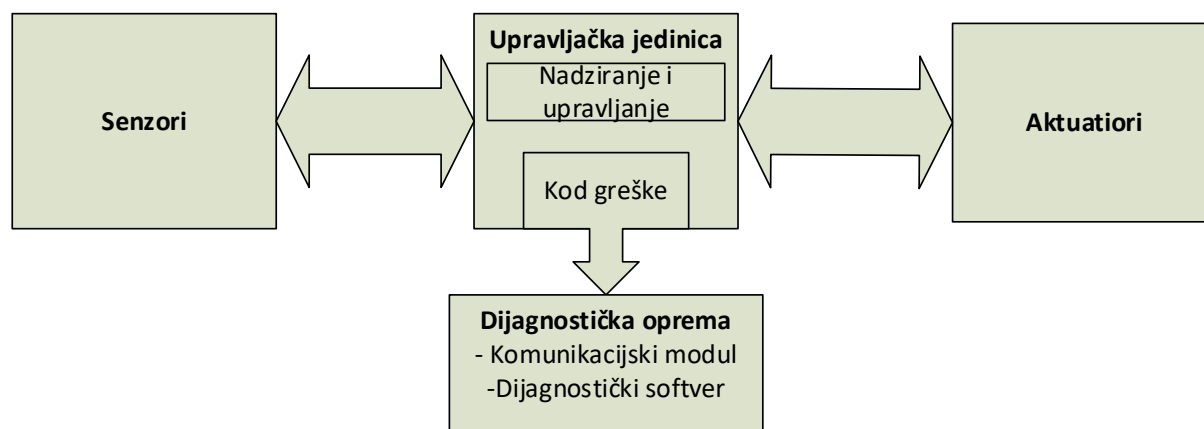
#### 6.4. Identifikacija kvara

Svaki kvar ima svoju prirodu ponašanja. Postoje trenutni i stalni kvarovi. Trenutni kvarovi su kvarovi koji se dogode u jednom trenutku i onda nisu više prisutni. Na primjer, za vrijeme vožnje motor momentalno izgubi snagu, ali neposredno nakon događaja, nema više pojave simptoma kvara. S druge strane postoje stalni kvarovi. U oba slučaja nužno je posjetiti auto servis kako bi se utvrdio i otklonio kvar. Zatim, za vrijeme kvara na instrumentalnoj ploči se pojavljuje kontrolna lampica koja upućuje vozača vozila na kvar te na odlazak u auto servis. Svaki sustav osobnih automobila ima svoju kontrolnu lampicu koja se može signalizirati na instrumentalnoj ploči. Postoje slučajevi, naočito kod trenutnih kvarova da se upali kontrolna lampica ali se ugasi nakon prestanka simptoma kvara. Međutim, učestaliji su slučajevi kada se pri trenutnim kvarovima upali kontrolna lampica, i nakon prestanka simptoma kvara, lampica i dalje sastavlja signalizirati kvar. U oba slučaja upravljački uređaj pamti kod greške pojedinog kvara te on ostaje u memoriji upravljačkog uređaja sve dok se ne izbriše s dijagnostičkim uređajem.

Da bi se pravilno dijagnosticirao kvar potrebno je poznavati sljedeće:

- Funkcionalnost pojedinog sustava
- Rad s dijagnostičkim uređajem
- Rad s ostalim uređajima poput multimetra, osciloskopa, analizatora ispušnih plinova, generatora funkcija i signala
- Električnu priključnu shemu
- Položaj ugradnje komponenata
- Svrhu i način rada pojedinog elementa u sustavu

Upravljačka jedinica pojedinog sustava na automobilima vrši nadziranje i upravljanje aktuatorima uz pomoć raznih senzora. Ako se dogodi nerazmjer između vrijednosti senzora i upravljanjem pojedinog aktuatora, upravljačka jedinica zabilježi grešku. Svaka greška ima svoj kod po kojoj se identificira greška. Uz pomoć dijagnostičke opreme, odnosno komunikacijskog modula, stolno računalo na kojem je instaliran dijagnostički softver (može biti samostalan ili „client“) se spaja s upravljačkom jedinicom te se čita kod greške i pristupa otklanjanju kvara vozila (Slika 6.3.). [28]



Slika 6.3. Blok–shema spajanja dijagnostičke opreme s upravljačkom jedinicom [28]

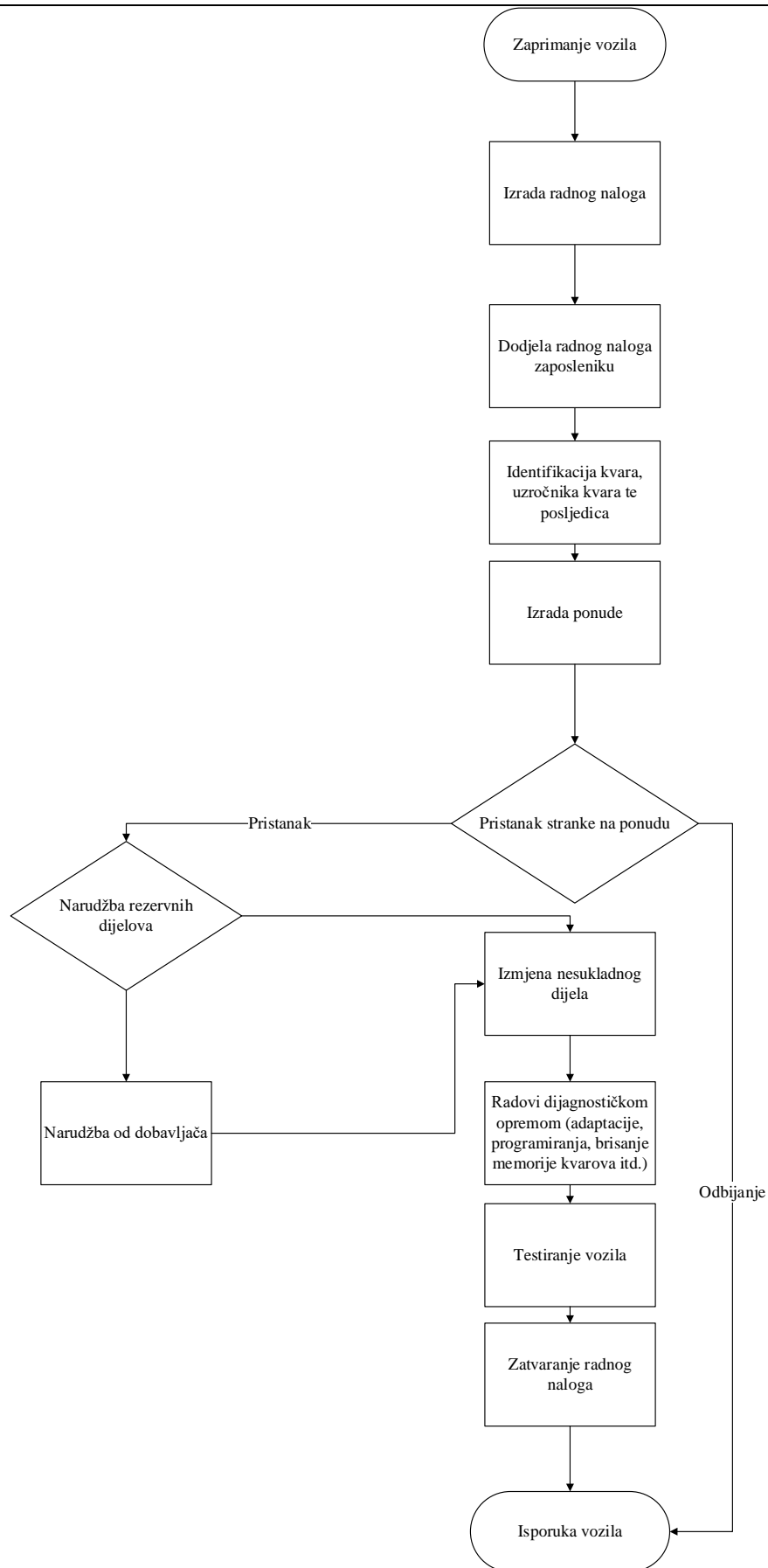
## 6.5. Proces otklanjanja kvara vozila

Zbog značajne promjene sustava na vozilima auto servisi trebaju svoj radni proces značajno poboljšati. Poboljšanje se odnosi na uporabu novih funkcija dijagnostičke opreme kao što su: adaptacija mnogih senzora i aktuatora, programiranje raznih elemenata sustava. Osim standardne dijagnostičke opreme za čitanje memorije grešaka, nužni su razni generatori funkcija za simulaciju rada senzora, vakuum pumpe za testiranje propusnosti crijeva, osciloskopi za analizu oscilograma itd. Proces otklanjanja kvara vozila je prikazan na Slici 6.4.

Prilikom dolaska vozila u auto servis, otvara se radni nalog. Izrada radnog naloga se vrši putem informacijskog sustava auto servisa. Informacijskim sustavom se može vidjeti prošla servisiranja te kvarovi ako je vozilo prethodno bilo u auto servisu. Unutar radnog naloga se osim podataka o vlasniku vozila i samom vozilu, definiraju naručeni radovi. Unutar naručenih radova se definiraju simptomi kvara te ostale okolnosti simptoma kvara (učestalost, određeni uvjeti itd.). Nakon otvaranja radnog naloga, zaposlenik preuzima vozilo te vrši niz radnji kojima je potrebno ustanoviti kvar. Nakon ustanovljenog kvara potrebno je još ustanoviti opseg kvara tj. njegov uzrok i posljedicu. Sljedeći korak je definiranje radnji i rezervnih dijelova koje su potrebne da se izvrši otklanjanje kvara vozila. Zatim se izrađuje ponuda na temelju količine utrošenih radnih sati i rezervnim dijelovima. Ako stranka pristane na otklanjanje kvara (cijenu popravka) zaposlenik izvršava radove na osnovi ponude te briše memoriju grešaka upravljačkog uređaja. Zatim je potrebno provjeriti stvarne vrijednosti (radne parametre) dijagnostičkom opremom te izvršiti testnu vožnju. Ako nema nesukladnosti, zaposlenik zatvara radni nalog te se vozilo isporučuje. U ovom cijelom procesu bitna je interakcija zaposlenika s

ostalim zaposlenicima kako bi se što prije ustanovio i otklonio kvar. Ovisno o strategiji auto servisa, postoje auto servisi u kojima sam zaposlenik od početka do kraja izvršava radni nalog te ukoliko ima nekih problema pri radu, konzultira se s voditeljem servisa. Drugi način je da voditelj servisa preuzima radni nalog, dijagnosticira kvar te upućuje niže rangiranog zaposlenika na aktivnosti koje su potrebne da bi se vozilo procesuiralo. Način organiziranja rada ovisi o strategiji auto servisa. Vrlo je važan povijesni pregled vozila koji se može prikazati u informacijskom sustavu auto servisa, u čiju se bazu podataka upisuje prošli simptomi kvarova te rješenja kvarova. Time se otvara velika mogućnost za analitiku potencijalnih rješenja problema na temelju prošlih događaja, odnosno stvara se iskustvo poduzeća. U ovom radu dijagnostika je izvršena u softverskom paketu Bosch Esi 2.0.

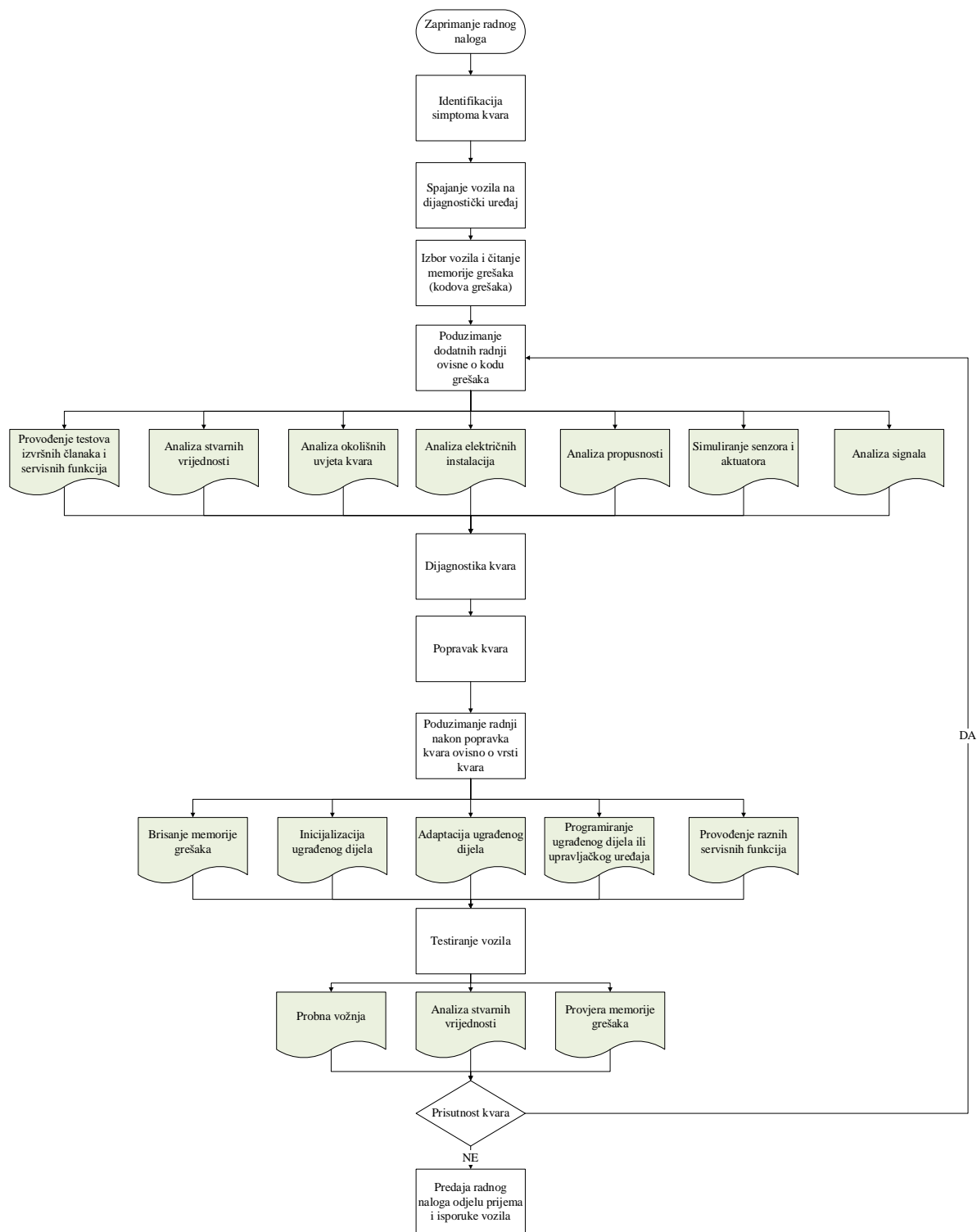




Slika 6.4. Proces otklanjanja kvara vozila

### 6.6. Dijagnostika kvara

Dijagnostika kvara je najvažnijima komponenta unutar samog procesa otklanjanja kvara vozila. U ovom poglavlju je opisan proces dijagnostike kvara za najkompleksniji slučaj, odnosno kad se zaposlenik po prvi put susreće s predmetnom vrstom kvara. Dijagram dijagnostike kvara je prikazan na Slici 6.5.



Slika 6.5. Proces dijagnostike kvara

### 6.6.1. Identifikacija simptoma kvara

Prilikom događaja kvara, vozilo signalizira vozača kontrolnom lampicom na instrumentalnoj ploči (Slika 6.6. i 6.7.) te postoje razni simptomi, odnosno posljedica kvara. Zaposlenik pri preuzimanju radnog naloga analizira kvar kojeg je stranka prijavila te definira okolnosti pri kojima se dogodio kvar. Ako je kvar bio trenutna npr. ako se stranci dogodio neki simptom kvara koji više nije prisutan, zaposlenik treba izvršiti probnu vožnju te ustanoviti hoće li se kvar ponovo pojaviti. Uz probnu vožnju, potrebno je korištenje dijagnostičkog uređaja prilikom vožnje, pri čemu je potrebno postojanje drugog vozača ili suvozača kako se ne bi ugrozio promet dok se analiziraju stvarne vrijednosti. Međutim stvarne vrijednosti su definirane kasnije u radu.



Slika 6.6. Signalizacija kvara relevantnih za ispušne plinove na instrumentalnoj ploči – Nissan Qashqai



Slika 6.7. Signalizacija kvara relevantnih za ispušne plinove na instrumentalnoj ploči – BMW

### 6.6.2. Spajanje vozila na dijagnostički uređaj

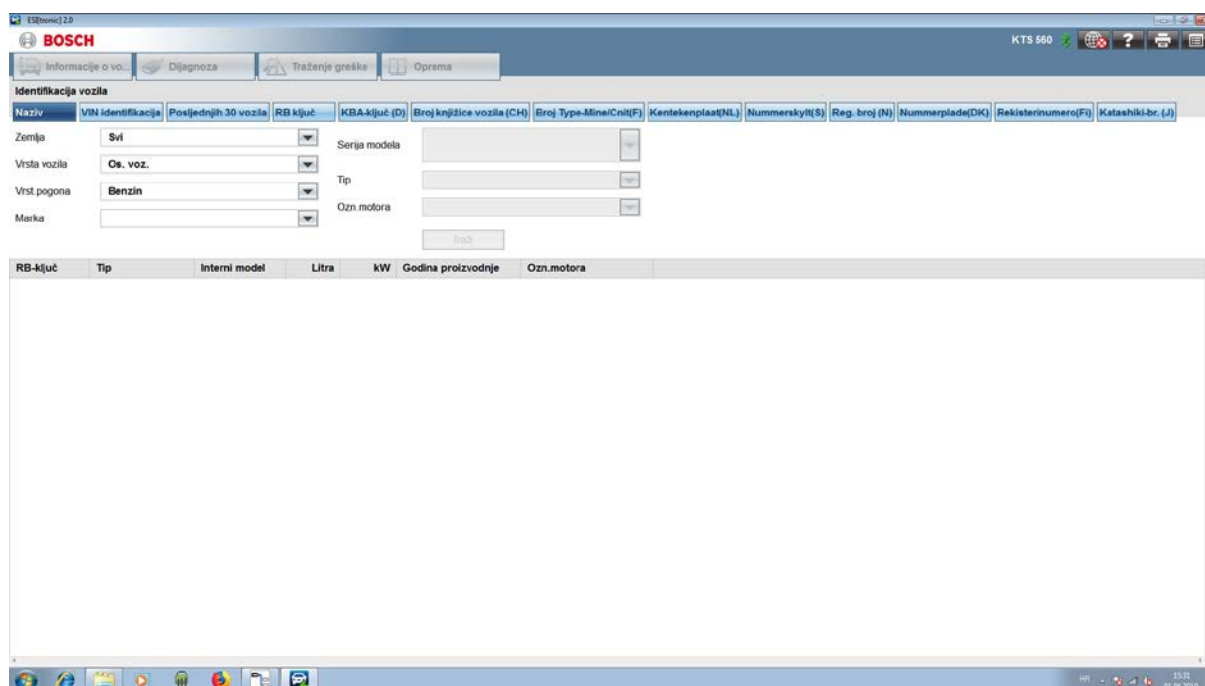
Prvi korak je spajanje vozila na dijagnostički uređaj putem OBD priključka. Spajanjem vozila na dijagnostički uređaj se ostvaruje komunikacija između dijagnostičkog softvera i vozila. Prilikom spajanja na vozilo uspostavlja se komunikacija s određenim upravljačkim uređajem vozila koji je zabilježio kvar. Svaki europski proizvođač vozila koristi OBD priključak koji se sastoji od 16 pinova. OBD priključak se najčešće nalazi u prostoru neposredno ispod volana vozila ili u središnjoj konzoli, međutim položaj OBD priključka ovisi o modelu i proizvođači vozila. Položaj spajanja dijagnostičkog modula BOSCH KTS 540 na vozilo je pokazan na Slici 6.8.



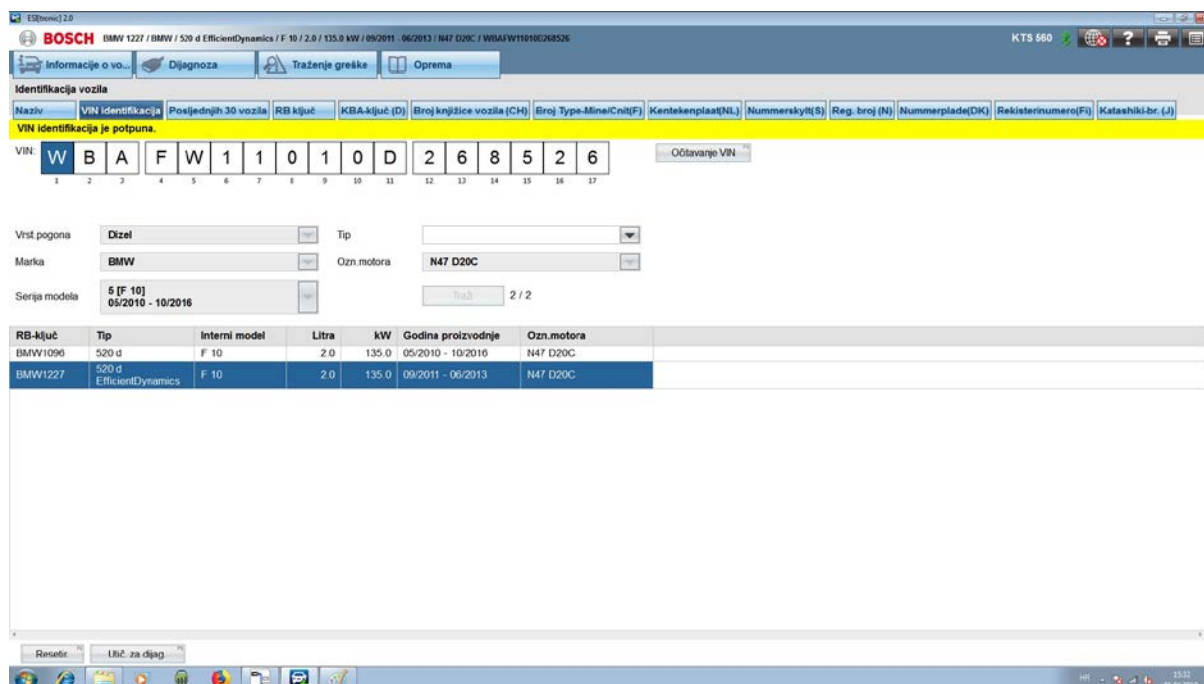
Slika 6.8. Položaj spajanja dijagnostičkog modula na vozilo

### 6.6.3. Izbor vozila i čitanje memorije grešaka

Nakon ostvarenja komunikacije između dijagnostičkog komunikacijskog modula i softvera, potrebno je identificirati vozilo. Identifikacija vozila je nužni korak jer se zapravo odabiru ugrađeni sustavi u vozilo te se definiraju komunikacijski portovi (pinovi) koji su nužni za ostvarivanje komunikacije s upravljačkim uređajem pojedinog sustava. Vozilo se može odabrati ručnim putem (Slika 6.9.) ili automatskim prepoznavanjem vozila putem automatskog ili ručnog definiranja broja šasije (Slika 6.10.). Nakon definiranja predmetnog vozila, odabire se sustav koji je zahvaćen kvarom. Sustav se može odabrati izravno ili je moguće izvršiti test cijelog vozila, odnosno test svih sustava vozila.



Slika 6.9. Identifikacija vozila ručnim putem



Slika 6.10. Automatska identifikacija vozila

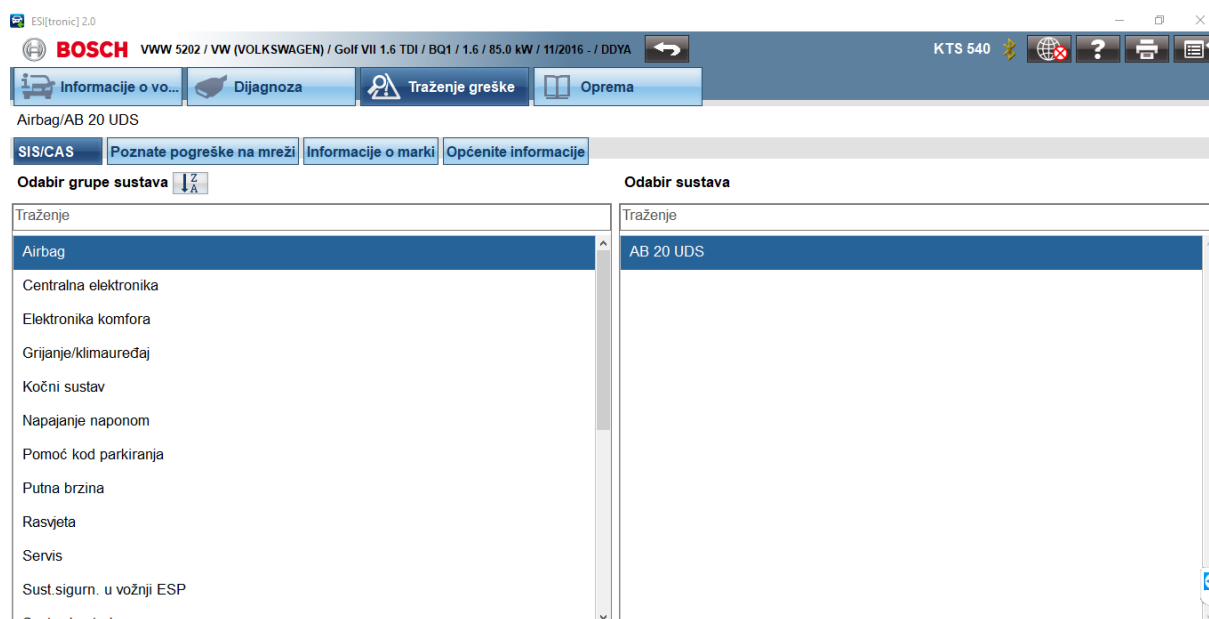
Na slikama je također vidljivo da je oznaka za Bluetooth zelene boje (označuje da je računalo uspješno povezano s dijagnostičkim modulom) i da je prikazan dijagnostički modul koji se koristi. U ovom slučaju to je dijagnostički uređaj BOSCH KTS 560.

Nakon odabira vozila mogu se odabrati opcije:

- Informacije o vozilu (sadrži sve bitne informacije o vozilu kao i mjesto gdje se nalazi OBD priključak)
- Dijagnostika
- Traženje greške
- Oprema

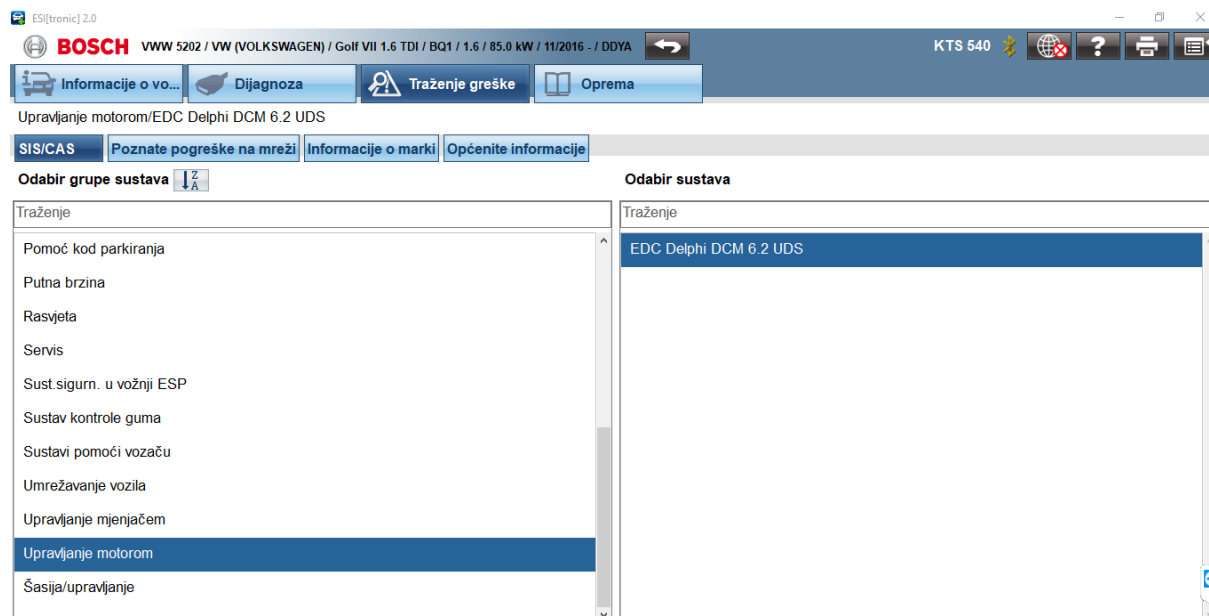
Dijagnostika je opisana u narednim poglavljima, a vođeno traženje grešaka sadrži niz informacija o greškama, potencijalnim rješenjima grešaka, servisnim uputama, mjesta ugradnje komponenata, sheme eklektičnih instalacija, raspored pinova priključaka, signale na određenim pinovima itd. Slika 6.11. prikazuje početni zaslon prilikom ulaska u modul traženja greške. Zatim se najprije treba odabrati sustav na vozilu te oznaku sustava. Vidljivo je da je ugrađen ABS sustav na Volkswagen Golfu VII, 1.6 TDI, koji se proizvodi od 11. mjeseca

2016. godine s oznakom motora DDYA, pod oznakom AB 20UDS. Ista oznaka sustava se može pojaviti u više modela vozila.



Slika 6.11. Početni zaslon modula – vođeno traženje greške

Za isto vozilo, upravljački uređaj motora se EDC Delphi DCM 6.2 UDS. (Slika 6.12.)

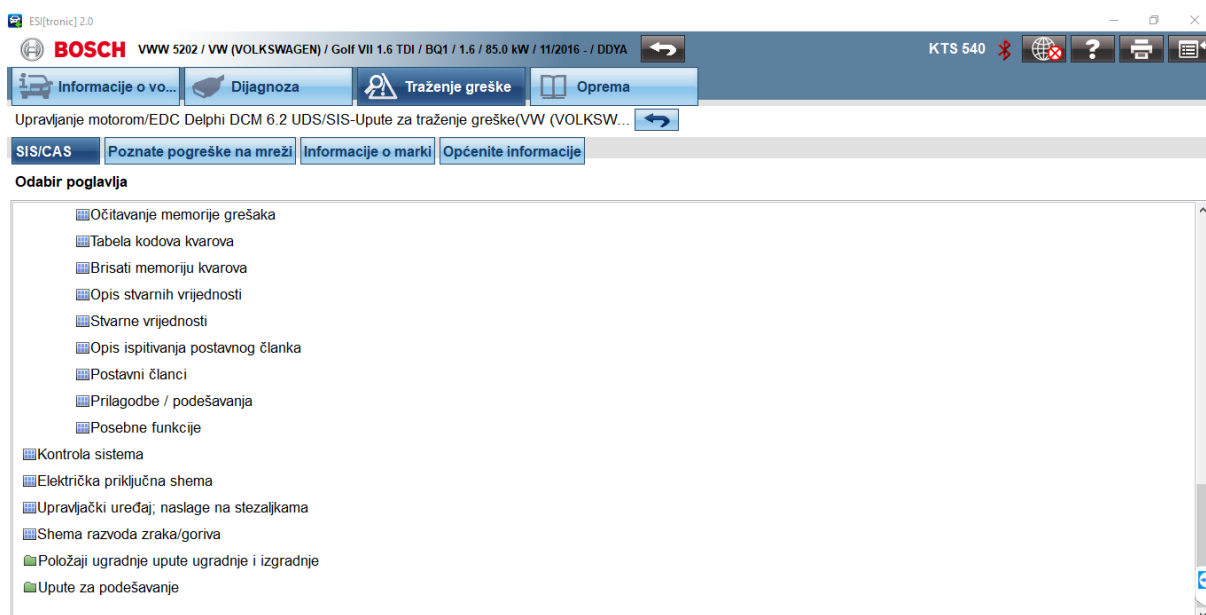


Slika 6.12. Prikaz ugrađenog sustava za upravljanje motorom

Ulaskom u sustav upravljanja motorom vidljivo je da je ponuđen niz poglavlja koja dovode do rješavanja problema (Slika 6.13. i 6.14.).



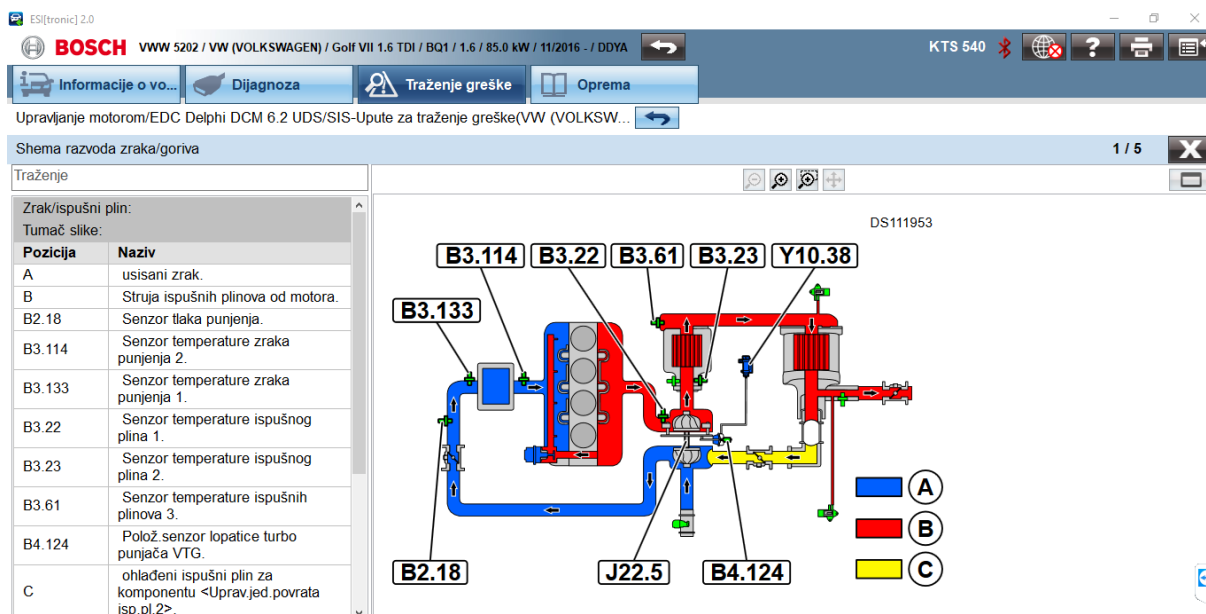
Slika 6.13. Prikaz prozora poglavlja u modulu traženja greške upravljačkog uređaja motora - 1



Slika 6.14. Prikaz prozora poglavlja u modulu traženja greške upravljačkog uređaja motora - 2

Unutar poglavlja se nalaze i razni podaci (Slika 6.15.) koji opisuju rad dijagnostičkim uređajem te također prikazuju funkcionalne opise pojedinih sustava, kako bi se serviser mogao dodatno educirati o pojedinom sustavu i lakše pronaći kvar.

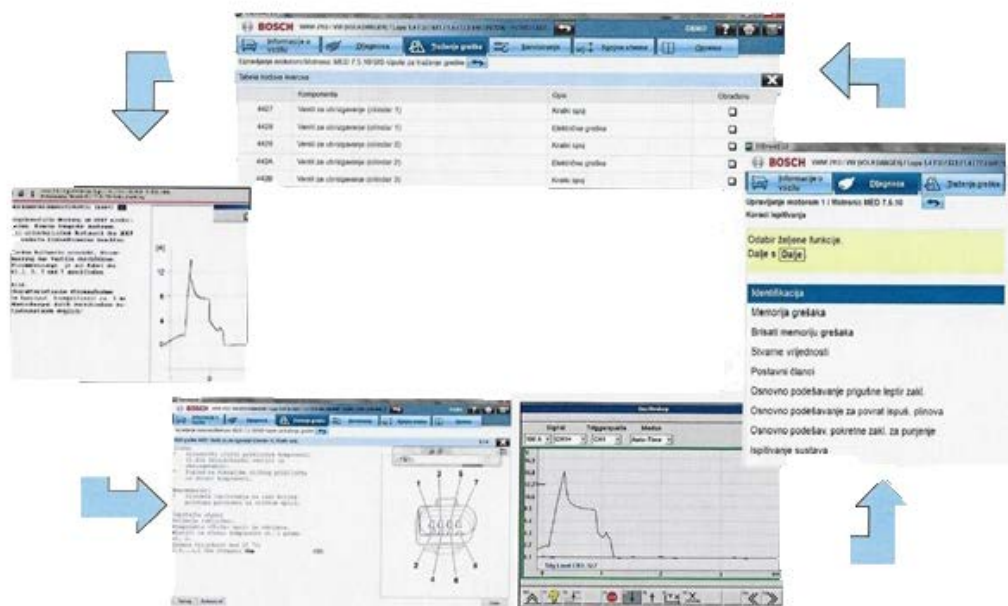




Slika 6.15. Detaljni prikaz pojedinog poglavlja unutar modula traženje greške

#### 6.6.4. Radnje za dijagnostiku kvara ovisne o kodu greške

Prilikom čitanja greške, dijagnostički softver čita kodove grešaka iz upravljačkog uređaja u čijoj se nadležnosti dogodio kvar. Naime za vrijeme rada sustava, upravljački uređaj bilježi nesukladnosti mjernih (upravljanih) vrijednosti te bilježi kod greške na pojedinu komponentu sustava. Međutim prilikom spajanja na dijagnostički uređaj, kod greške ukazuje na nefunkcionalnost pojedinog elementa sustava, a ne ukazuje zašto je pojedini element nefunkcionalan. Naravno, ovisno o proizvođaču vozila odnosno o stupnju razvoja pojedinog sustava, može se dogoditi da pojedini kodovi grešaka u svom opisu definiraju zašto pojedini element ne radi ili daje netočne informacije. Samim time, nakon čitanja greške potrebno je ustanoviti zašto komponenta zbog koje se dogodio kvar ne radi. Na slici 6.16. je prikazana strategija za dijagnostiku kvara greške.



Slika 6.16. Strategija dijagnostike kvara [29]

U traženju grešaka ili dijagnostici postoji krivo vjerovanje gdje se misli da je jedan trag dovoljan za rješenje problema. Višestruko je važno zatvoriti čitav krug. Potrebno je iščitati sve greške. Pri tome jedan kod greške predstavlja uvijek samo jedan put (način). To znači da uz pomoć uputstva za ispitivanje i potrebne ispitne opreme, „traženje“ prije svega vodi prema cilju. [29]

Mogućnosti mogu biti sljedeće:

- Komponenta sustava je neispravna
- Komponenta sustava je ispravna ali upravljačkom uređaju šalje krive informacije
- Kvarovi na električnim instalacijama koje su nužne za ispravan rad sustava odnosno povezanost elemenata sustava s upravljačkim uređajem
- Neispravnosti na raznim tlačnim, rashladnim crijevima itd.
- Utjecaj drugih uvjeta na rad senzora ili aktuatora npr. Prilikom začepljenja EGR ventila, upravljački uređaj upravlja ventilom koji se zablokirao, pa bilježi grešku na ventil. Međutim ventil je ispravan, stoga treba samo očistiti sustav. Ali najčešće upravljački uređaj bilježi grešku koja u prijevodu znači da upravljanje EGR ventilom nije funkcionalno.

Nakon odabira vozila i sustava zahvaćenog kvarom izvršava se komunikacija sa zahvaćenim sustavom i čita memorija grešaka (Slika 6.17.)



Slika 6.17. Prikaz memorije grešaka

Vidljivo je da predmetno vozilo BMW 520d ima dvije greške. Također je prikazan pripadajući kod greške te opis greške. Zatim slijede daljnje radnje za dijagnostiku kvara.

Radnje za dijagnostiku kvara ovisne o kodu greške mogu biti:

- Provođenje testova izvršnih članaka i servisnih funkcija
- Analiza stvarnih vrijednosti
- Analiza okolišnih uvjeta kvara
- Analiza električnih instalacija
- Analiza propusnosti crijeva
- Simuliranje senzora i aktuatora
- Analiza signala

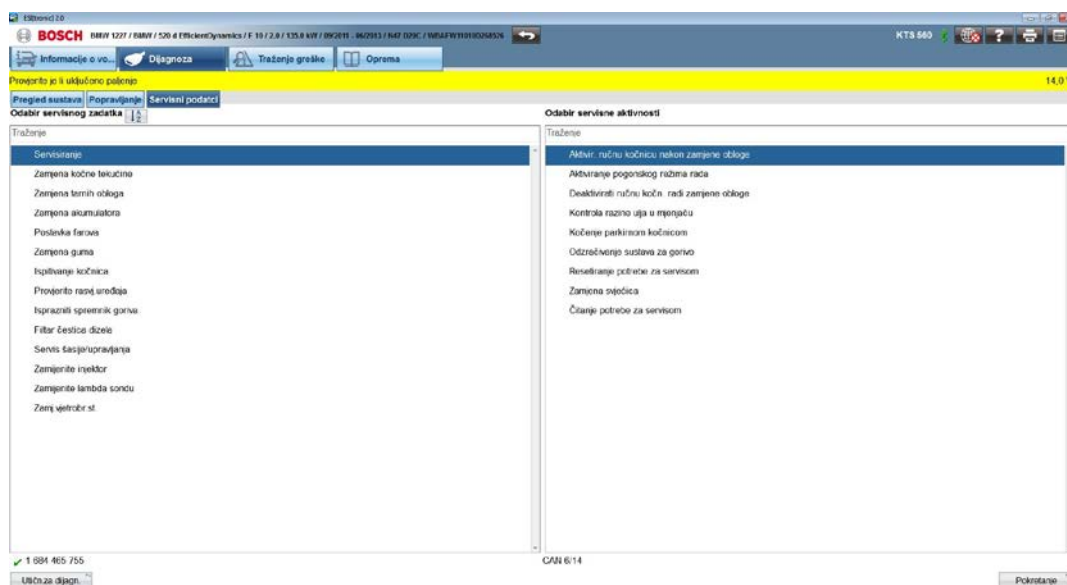
#### 6.6.4.1. Provođenje testova izvršnih članaka i servisnih funkcija

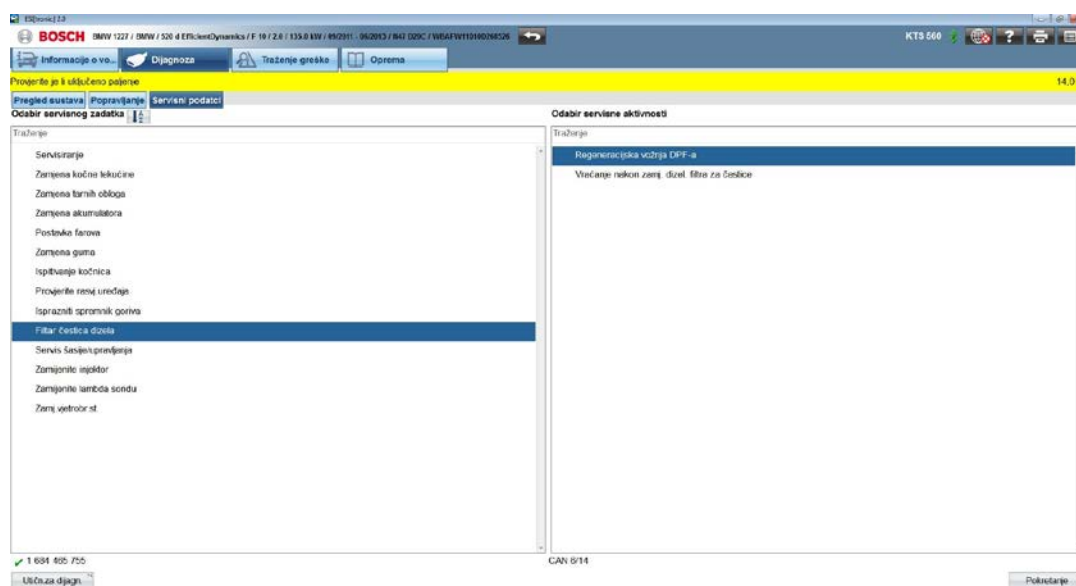
Unutar dijagnostičke komponente softvera, postoji mogućnosti servisnih funkcija. Servisne funkcije su niz mogućnosti kojima se serviseri služe kako bi se ispravno otklonio kvar na vozilu. Unutar servisnih funkcija se nalaze nužne radnje prilikom dijagnostike kvara i funkcija koje je potrebno provesti nakon ugradnje novog rezervnog dijela, odnosno kako bi se u potpunosti otklonio kvar nakon ugradnje novog rezervnog dijela. Mogućnosti servisnih funkcija su prikazane na Slici 6.18. Neke od mogućnosti servisnih funkcija su sljedeće:

- Prisilna regeneracija DPF filtera
- Stvoriti zahtjev za regeneracijom DPF filtera

- Prijavljivanje novog DPF filtera
- Adaptacija novih grijača vozila
- Adaptacija DPF senzora razlike tlakova
- Prijavljivanje zamjene servisa ulja, odnosno redovnog servisa
- Prijavljivanje zamjene akumulatora
- Adaptacija i programiranje NO<sub>x</sub> senzora
- Adaptacija O<sub>2</sub> senzora
- Razni radovi na SCR, EGR sustavu itd.

Dakle, ovisno o sustavu vozila i mogućnostima dijagnostičke opreme ovise mogućnosti auto servisa koje su nužne za ispravno uklanjanje kvara. Servisne funkcije se nužno trebaju provesti te ih propisuje proizvođač.

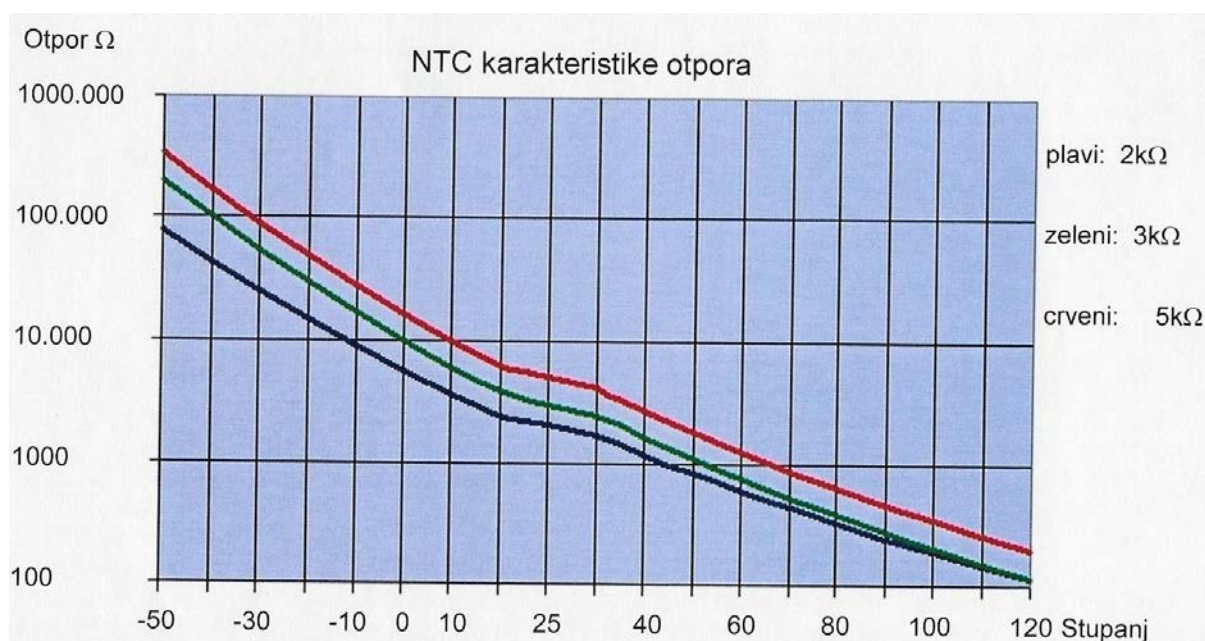
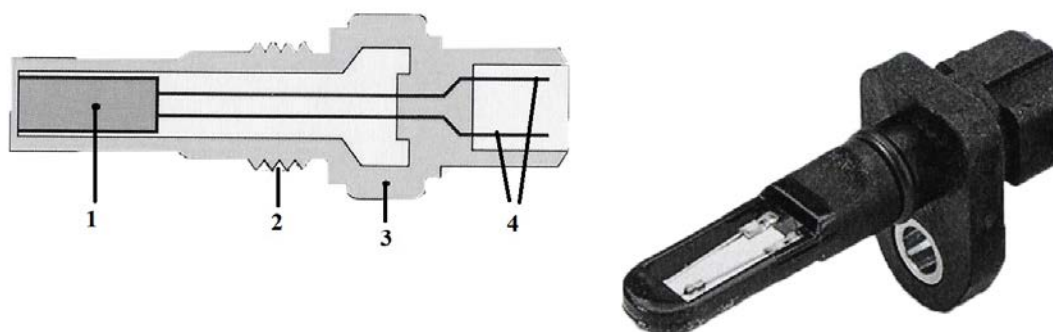




Slika 6.18. Mogućnosti servisnih funkcija vozila BMW 520d

Testovi izvršnih članaka sadrži upravljanje izvršnim člancima (aktuatorima) s dijagnostičkom opremom kako bi se ustanovio kvar na vozilu. Isto kao i kod servisnih funkcija, opseg testova izvršnih članaka ovisi o dijagnostičkoj opremi. Testom je moguće izravno upravljati određenim komponentama te provjeriti njihov odaziv koji može izostati ili se pojaviti u nesukladnom stanju. Ova funkcija je od velike važnosti prilikom testiranja signala od upravljačkog uređaja prema aktuatora i obratno. Time se može ustanoviti čiji signal nedostaje te uz pomoć multimetra ili osciloskopa definirati i analizirati oscilogram.

Na primjer, senzor temperature negativnog temperaturnog koeficijenta prikazan u presjeku s NTC karakteristikom otpora je prikazan na Slici 6.19.



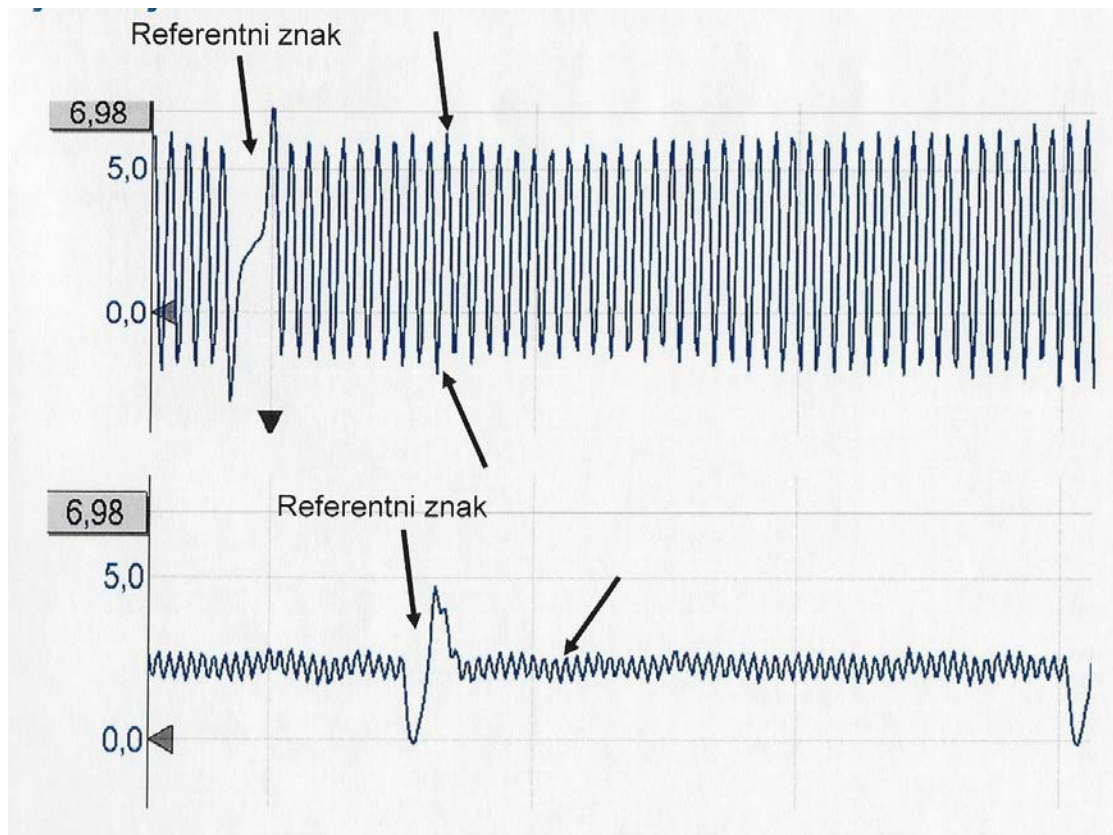
Slika 6.19. Prikaz radne krivulje i komponenti NTC senzora temperature [29]

1 – NTC otpor, 2 – Navoj, 3 – Kućište, 4 – Električni priključak

Primjer oscilograma za induktivni senzor s analizom je prikazan na Slici 6.20.

Gornji oscilogram prikazuje ispravan odnosno referentni signal. Vidljivo je da donja se donji oscilogram razlikuje u odnosu na referentni odnosno vidljivo je da je oslabljen. Potencijalni kvarovi mogu biti: onečišćen utikač ili pojava prijelaznog otpora.





Slika 6.20. Primjer oscilograma za induktivni senzor s analizom [29]

Prilikom traženja greške u ovisnosti o kodu greške, sustav Bosch Esi Tronic 2.0 nudi niz referentnih oscilograma u ispravnom stanju rada senzora kao i tumačenje slike (Slika 6.21.).



Slika 6.21. Referentni oscilogram mjerača mase zraka vozila BMW 520d prikazan u modulu traženje greške

#### 6.6.4.2. Analiza stvarnih vrijednosti

Nakon ostvarenja komunikacije s dijagnostičkim uređajem, jedna od opcija je nadgledanje stvarnih vrijednosti. Unutar ove opcije moguće je ustanoviti i pratiti stanje, odnosno parametre, pojedinih elemenata sustava koje se u nadzoru upravljačkog uređaja pojedinog sustava (Slika 6.22.). Na slici je također vidljivo da je moguće odabrati opciju tijekom vremena kojom se prikazane vrijednosti pretvaraju u graf koji je ovisan o vremenu. Taj modul je vrlo koristan ako se nastoji paralelno analizirati rad pojedinih senzora te je lakše očitavanje i detekcija nesukladnih vrijednosti zbog grafičkog prikaza.



Stvarne vrijednosti		Maksimalno
<a href="#">Napon baterije</a>	13,9 V	
<a href="#">Stvarna vrijednost Rail-tlaka</a>	312 bar	•
<a href="#">Zadana vrijednost Rail-tlaka</a>	312 bar	•
<a href="#">Razlika tlaka filtera za čestice</a>	194 mbar	•
<a href="#">Senzor vrijednosti pedale 1 (V)</a>	0,70 V	
<a href="#">Senzor vrijednosti pedale 2 (V)</a>	0,35 V	

Slika 6.22. Prikaz mjerenja stvarnih vrijednosti

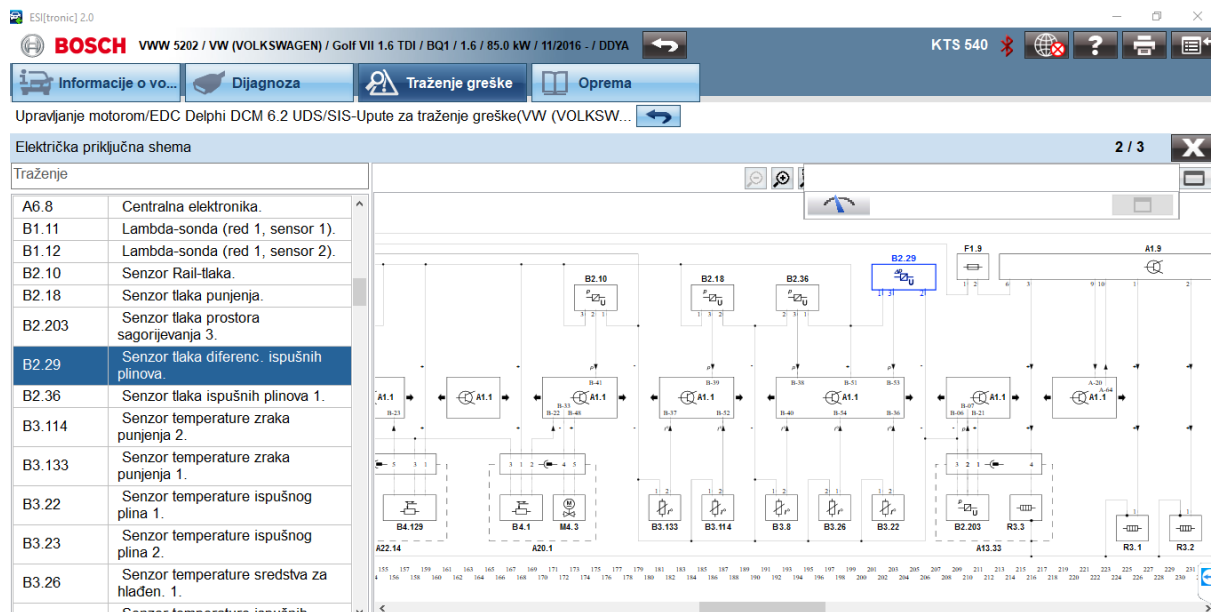
#### 6.6.4.3. Analiza okolišnih uvjeta kvara

Upravljački uređaj pojedinog sustava prati učestalost pojedinog koda greške te u trenutku pojave greške zabilježuje okolne uvjete povezane s greškom koji mogu biti:

- Stanje kilometara vozila
- Radna temperatura rashladnog sredstva i ulja
- Brzina vozila
- Broj okretaja motora
- Učestalost ponavljanja greške itd.

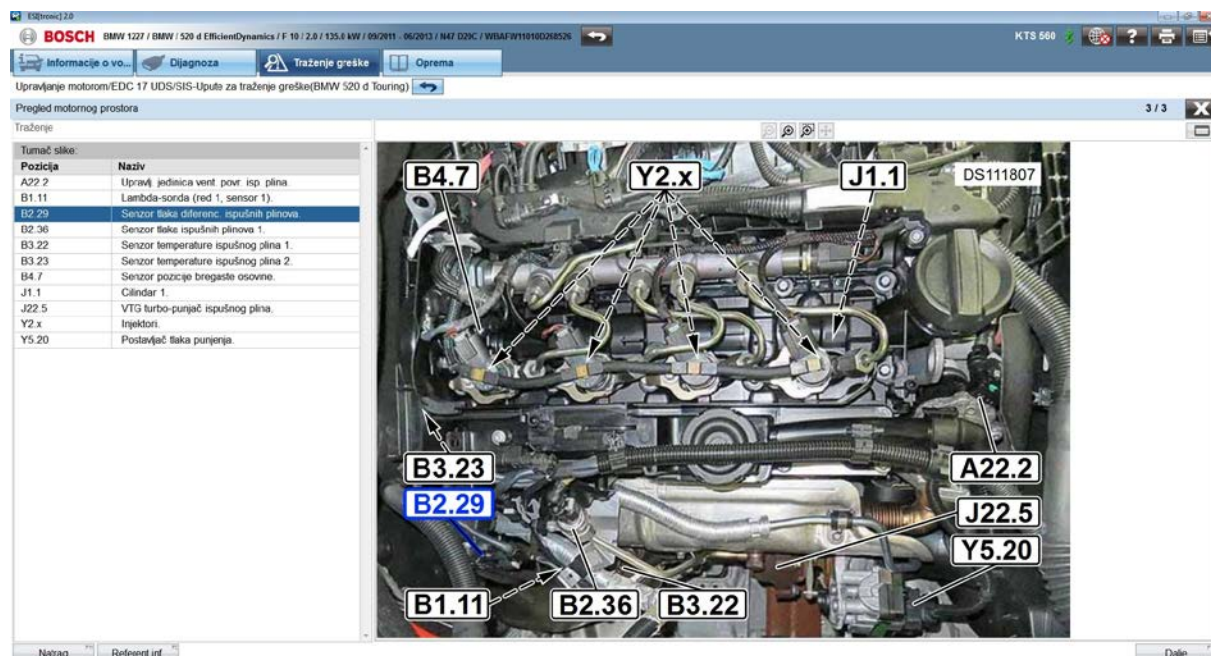
#### 6.6.4.4. Analiza električnih instalacija

Jedan od najznačajnijih procesa pri dijagnostici kvara je analiza električnih instalacija. Kao središnji element sustava, upravljački uređaj upravlja sa aktuatorima na temelju vrijednostima senzora koji su također spojeni na upravljački uređaj strujnim vodovima. Kako bi se točno odredio kvar elementa potrebno je provjeriti ispravnosti strujnih vodova od elemenata na kojem je prijavljen kod greške i zahvaćenih komponenti strujnog voda od predmetne komponente do upravljačkog uređaja. Da bi se provela kontrola ispravnosti vodova potrebno je poznavati eklektičnu shemu određenog sustava koja je prikazana na Slici 6.23.



Slika 6.23. Shema električnih instalacija

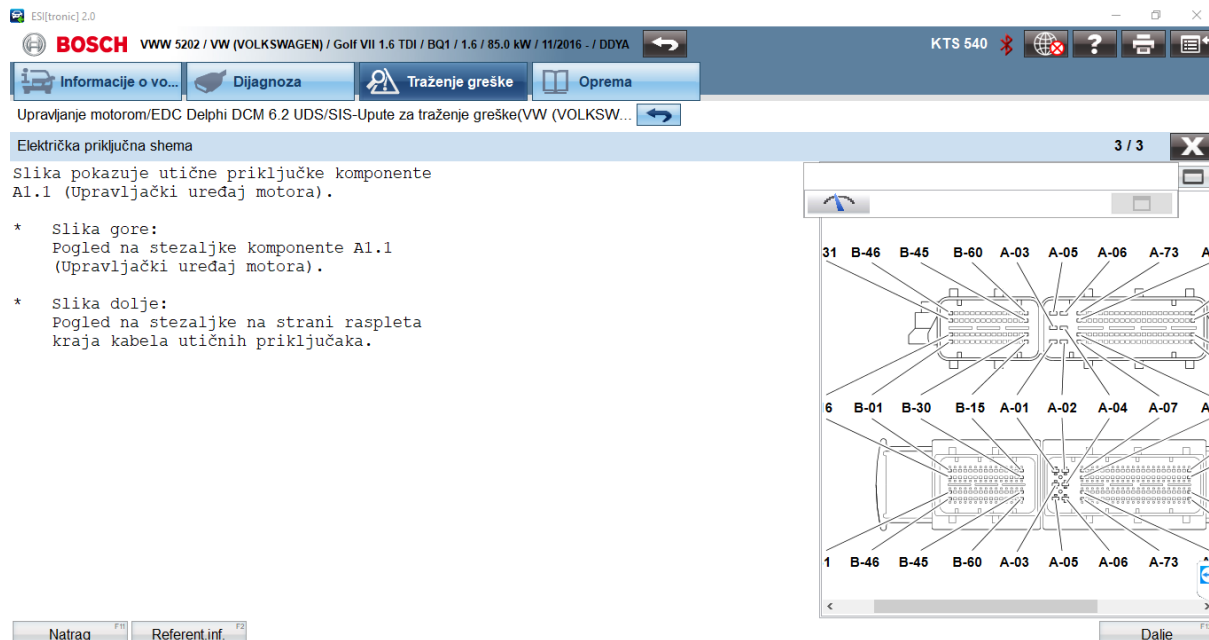
Pritiskom na tipku Referentne informacije, moguće je vidjeti dodatne informacije o označenoj komponenti na lijevoj strani slike, na primjer informacija o položaju ugradnje (Slika 6.24.).



Slika 6.24. Prikaz položaja ugradnje označene komponente

Na temelju sheme električnih instalacija, jasno je vidljivo odakle i gdje dolazi određeni napon ili signal. Zatim se pronalazi mjesto ugradnje elemenata povezanih na vodove te se vrši

analiza signala i napona pomoću multimetra ili osciloskopa. Sljedeći važni podatak je raspored pinova određenog elementa i signal koji se pojavljuje na određenom pinu. Slika 6.25. prikazuje raspored pinova upravljačkog uređaja motora.



Slika 6.25. Raspored pinova upravljačkog uređaja motora

Na primjer, prilikom dijagnostike senzora razlike tlakova ispušnih plinova vidljivo je da postoje tri pina (1, 2 i 3) te je označen pod šifrom B2.29. Vidljivo je da plus (+) pol dobiva iz upravljačkog uređaja motora iz pina B 51 na pin 1. Nadalje, minus (-) pol dobiva izravno nakon davanja kontakta vozila na pin 2. naponi su nominalni u iznosu od 5 V. Sljedeći pin je pin 3 koji u svom izlazu šalje napon na upravljački uređaj motora na pin B 53 koji ovisi o razlici tlakova ispušnih plinova. Sada se analizom utvrđuje sljedeće. Ako se na pin 1 i pin 2 pojavljuje napon od 5 V onda bi senzor trebao raditi te se analizira izlazni signal izravno na senzoru. Ako je signal neispravan, potrebno je zamijeniti senzor. Međutim, ako je signal ispravan, potrebno je mjeriti povratnu informaciju na ulazi u upravljački uređaj motora. Time se sustavno smanjuje opcije opsega kvara te se približava rješenju. Ako nedostaje napon od 5 V na senzoru potrebno je provjeriti ispravnost vodova tj. utvrditi postojanje prekida. Ako ne postoji postojanje prekida potrebno je utvrditi ispravnost ostalih sustava koje prethode senzoru (u ovom slučaju upravljački uređaj motora). Za test vodova je potrebno otkopčati sve priključke te mjeriti otpor žice. U ovom slučaju ispravan otpor je oko 0,8 Ω.

Primjer neispravne električne instalacije na priključku senzora temperature okoline na vozilu BMW serije 3 oznake F30 (Slika 6.26.).



Slika 6.26. Primjer neispravne električne instalacije senzora temperature okoline  
Primjer neispravne električne instalacije na NO<sub>x</sub> senzora SCR sustava na vozilu BMW X5 2013. godine s oznakom E65 je prikazan na Slici 6.27.



Slika 6.27. Primjer neispravne električne instalacije na NO<sub>x</sub> senzora

#### 6.6.4.5. *Analiza propusnosti*

U osobnim vozilima postoje mnoga upravljanja putem vakuumske tehnike. Naime, upravljački uređaj upravlja s pumpama i ventilima i pomoću vakuuma se izvršava zadatak. Kako bi se testirala crijeva na propusnost, koriste se razni manometri i vakuum pumpe. Zatim,



za ispravan rad turbopunjača, EGR sustava itd. potrebno je da usisni i ispušni sustav ne propušta. Oprema za testiranje se ugrađuje na ulaz sustava koji se testira na propusnost, a začepljuje na izlazu sustava. Zatim se sabije određeni tlak te prati padanje tlaka u odnosu na vrijeme. Na Slici 6.28. je prikazano gumeno crijevo koje je zbog utjecaja temperature propušta na priključku.



Slika 6.28. Puknuće gumenog crijeva senzora razlike tlakova ispušnih plinova

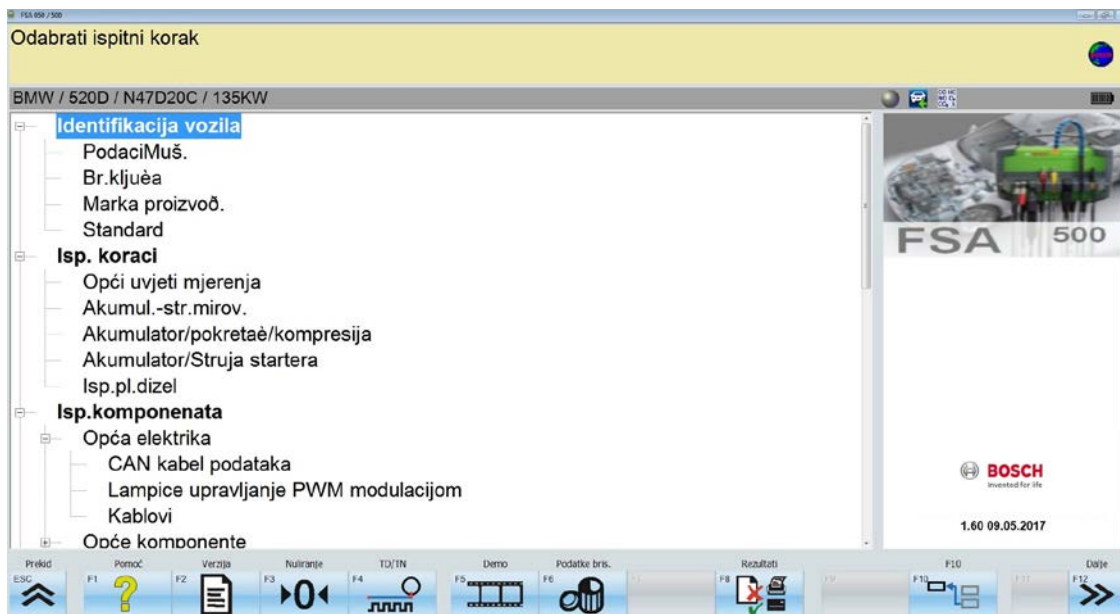
#### 6.6.4.6. *Simuliranje senzora i aktuatora*

Sljedeća metoda dijagnostike kvara je simuliranje senzora i aktuatora. Za provedbu ovog postupka potrebno je korištenje generatora funkcija kojim se simulira točan izlaz senzora ili generira ispravan signal kojim se upravlja aktuatorom. Da bi se ovaj postupak uspješno proveo, potrebna su znanja o samom načinu funkcioniranja sustava. Nakon upravljanja aktuatorom ili simuliranje senzora, potrebno je pratiti odaziv sustava te u stvarnim vjernostima unutar dijagnostičkog softvera pratiti promjene. Priključen generator funkcija na vozilu je prikazan na Slici 6.29. Isti uređaj kojim se vrši generiranje signala se i analizira signal, odnosno ima funkciju osciloskopa (BOSCH FSA 500). Analizom oscilograma se nastoji provjeriti ispravnost signala te provjeriti postoje li šumovi ili prekidanja unutar signala. Signali se uspoređuju s bazom podataka unutar dijagnostičkog softvera ili bazom podataka na razini auto servisa. Baza podataka na razini auto servisa se prikuplja tako da se izmjere signali s ispravnih senzora te se spremne kako bi se dalje u budućnosti mogli uspoređivati pri dijagnostici kvara.



Slika 6.29. Spajanje uređaja BOSCH FSA 500

Početni zaslon softvera FSA 050 / 500 koji upravlja uređajem BOSCH FSA 500 je prikazan na Slici 6.30. Uređaj BOSCH FSA 500 je u ovom slučaju također spojen s računalom putem bluetooth veze.



Slika 6.30. Početni zaslon softvera FSA 050 / 500

Funkcije koje nudi softver FSA 050 / 500 su:

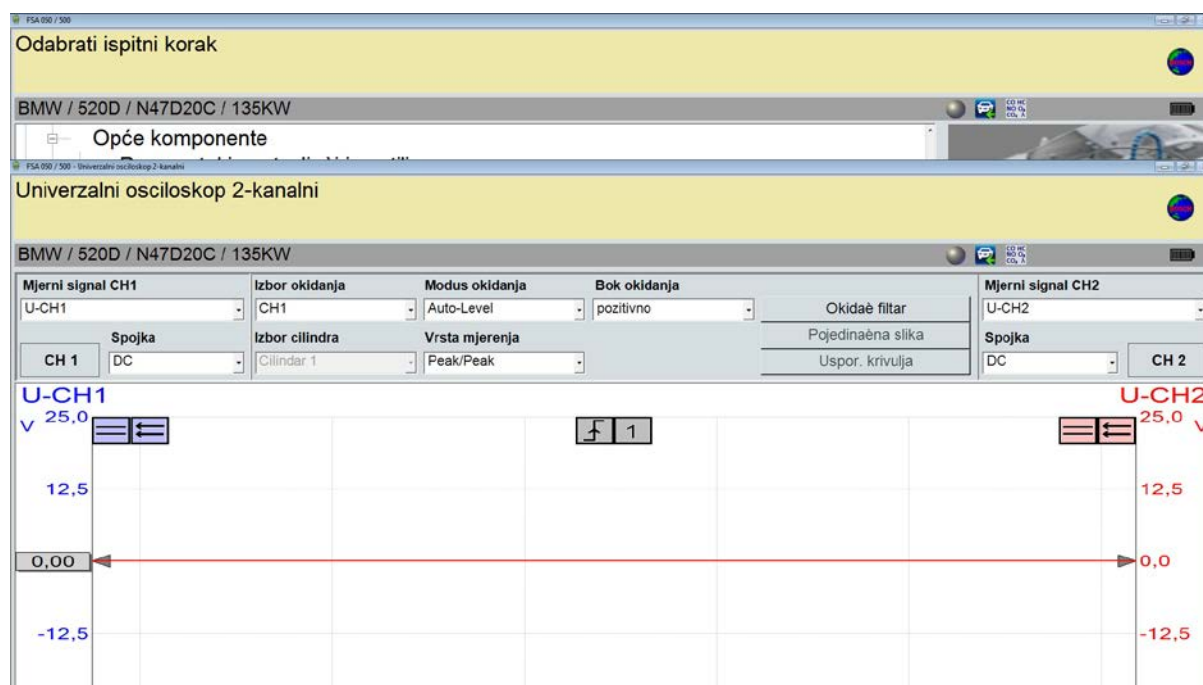
- Podaci o kupcu
- Broj ključa
- Marka proizvođača
- Standard
- Ispitni koraci
  - Opći uvjeti mjerenja
  - Akumulator – struja mirovanja
  - Akumulator / Pokretač / Kompresija
  - Akumulator / Struja startera
  - Ispušni plinovi dizela
- Ispitivanje komponenata
  - Opća elektrika
    - CAN kabel podataka
    - Lampice upravljanje PWM modulacijom
    - Kablovi
  - Opće komponente
    - Pneumatski postavljači i ventili
    - PTC – grijanje
    - Regulator napona / generator
    - Pokretač
  - Opća mjerenja
    - Mjerenje tlaka
    - Mjerenje temperature
  - Opći senzori
    - Senzor temperature usisanog zraka NTC I
    - Davač broja okretaja
    - Potenciometar prigušne leptir klapne

- Senzor temperature sredstva za hlađenje NTC II
- Davač bregaste osovine
- Senzor broja okretaja kotača
- Područje usisavanja
  - Prekapčanje usisne cijevi
- Područje ispušne cijevi
  - Ispušna cijev
  - Katalizator
- Aktiviranje prigušne leptir klapne
  - Postavljanje motora prigušne leptir klapne
- Napajanje gorivom
  - Elektropumpa za gorivo
  - Relej elektropumpe za gorivo
  - Injektor
  - Jedinica pumpa – mlaznica
  - Senzor tlaka Rail-a (visokotlačne cijevi)
- Lambda sonda
  - Širokopojasna sonda
- Senzori opterećenja
  - Mjerač mase zraka HFM 5 (analogni)
  - Mjerač mase zraka HFM 7 i HFM 7 IPH (analogni / digitalni)
  - Senzor tlaka usisne cijevi
- Uređaj predžarenja
  - Žarne svjećice
- Osciloskop
  - Univerzalni osciloskop 2 – kanalni
  - Univerzalni osciloskop 4 - kanalni
  - Pisač parametarske krivulje
  - Parametarska krivulja CH 1 – CH 2



- URI (napon, otpor, jakost električne struje)
  - Analiza napona
  - Analiza struje
  - Multimetar
  - Klim. Kontakt
  - Tlak
- Generator signala
- Usporedne krivulje

Prikaz prozora osciloskopa je prikazan na Slici 6.31.



Slika 6.31. Funkcija dvokanalnog osciloskopa

### 6.6.5. Radovi nakon dijagnostike kvara

Nakon odrađivanja potrebnih potprocesa radnji za dijagnostiku kvara, definira se kvar. Definiranjem kvara izrađuje se ponuda koja se predstavlja stranci. Slijedi demontaža pokvarenog dijela i niz radnji kojima se vrši fizičko otklanjanje kvara sustava. Nakon ugradnje potrebno je odraditi radnje brisanja memorije grašaka te ovisno o vrsti kvara poduzeti radnje inicijalizacije, adaptacije, programiranja ugrađenih dijelova te provođenja ostalih servisnih funkcija kako bi se mogla izbrisati memorija grešaka. Kad se memorija grešaka uspješno obriše

potrebno je izvršiti testnu vožnju u kojoj se provjerava ispravnost zahvaćenog sustava, pri čemu se nadgledaju parametri u neutralnom položaju vozila i u vožnji. Ako su svi parametri u redu i memorija grešaka se nije ponovo pojavila, vozilo je uspješno popravljeno te se vozilo predaje odjelu za zaprimanje i isporuku vozila.

#### 6.6.5.1. Inicijalizacija ugrađenog dijela

Inicijalizacija ugrađenog dijela se vrši dijagnostičkom opremom unutar servisnih funkcija kojom se nastoji prijaviti informaciju u upravljački uređaj da je obavljena neka radnja. Npr. Prilikom zamjene akumulatora potrebno je unijeti informacije o novom akumulatoru (podaci o proizvođaču, struju akumulatora, kapacitet akumulatora itd.) u upravljački uređaj za upravljanje napajanjem kako bi sustav znao pravilno upravljati punjenjem akumulatora.

#### 6.6.5.2. Adaptacija ugrađenog dijela

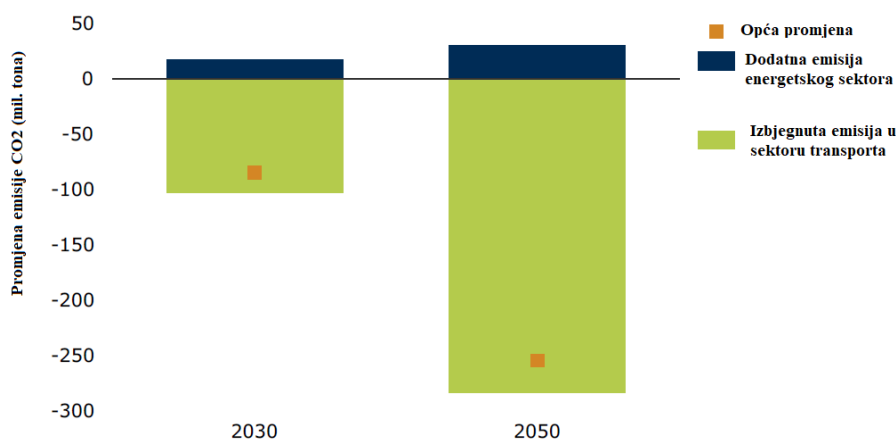
Adaptacija je sljedeća servisna funkcija kojom se ugrađeni dio prilagođava uvjetima sustava. Naime, novi rezervni dio u sebi ima program koji izvršava, ali je potrebno ustanoviti početni i krajnji položaj (ako se radi o aktuatorima), odnosno rezervni dio se „uči“ raditi. Npr. Adaptacija prigušne leptir zaklopke.

#### 6.6.5.3. Programiranje upravljačkog dijela

Programiranje je najzahtjevnija servisna funkcija koja je strogo ograničena te ovisi o opremi auto servisa. Rezervni dijelovi koji se programiraju su od ključne važnosti za svaki sustav vozila. Rezervni dijelovi koje je potrebno programirati su novi upravljački uređaji, upravljačka elektronika automatskog mjenjača, sustavi za zaštitu od krađe vozila itd. prilikom ugradnje novog rezervnog dijela, rezervni dio nema u sebi program pod kojim radi te ga je potrebno upisati tj. programirati. Programiranje s opremom BOSCH se provodi putem pass thru opcije kojom se koristi BOSCH-ov dijagnostički modul u kombinaciji sa softverom proizvođača. Unutar softvera proizvođača spaja se na server proizvođača te se preuzimaju podaci koji se upisuju u novo ugrađeni dio. Prilikom programiranja trebaju se ostvariti i održavati niz uvjeta kako bi se uspješno provelo programiranje (npr. održavanje stalnog napona). Stoga, programiranje trebaju provoditi samo specijalizirani ili dobro opremljeni auto servisi s mnogo znanja i iskustva.

## 7. ZAKLJUČAK

Automobilska industrija ima veliki utjecaj na gospodarstvo europske unije. Ujedno, cestovni transport je jedan od primarnih zagađivača okoliša, koji ispuštanjem ispušnih plinova izravno štete kvaliteti zraka. Cestovni transport godinama bilježi rast u generiranju emisije CO<sub>2</sub>, stoga je europska komisija kroz povijest definirala standarde kojima se nastoji proizvođače vozila motivirati na proizvodnju vozila čiji su ispušni plinovi unutar propisanih granica. Najnoviji zakon rigorozno definira prag od 95 g / km do 2021. godine. Isto tako definiran je novi način ispitivanja ispušnih plinova novih vozila, kako bi se prilikom definiranja razine CO<sub>2</sub> i ostalih elemenata ispušnih plinova smanjila mogućnost zlouporabe i prikazalo realnije ispuštanje primjenom stvarnijeg profila brzina prilikom ispitivanja. U budućnosti će se sve više proizvoditi nova električna vozila kojima proizvođači pridodaju težište istraživanja. To će za posljedicu imati znatno povećanje proizvodnje električne energije što može biti kontradiktorno ako se električna energija proizvodi putem elektrana na fosilna goriva, nuklearnih elektrana i sl. Primarni cilj je električnu energiju proizvoditi putem obnovljivih izvora energije i potrošiti u potpuno električnom automobilu. Sljedeći problem je infrastruktura koja je potrebna da se osigura distribucija potrebne količine električne energije koja je potrebna za pogon vozila. Ove činjenice nalažu da sektor cestovnog prometa i sektor energetike budu usko povezani te da budu usko povezane odluke o politici i ulaganjima. Procjene govore kako će 80 % proizvodnje električne energije u Europi biti potrošene na pogon električnih vozila. Procjena kretanja emisije CO<sub>2</sub> za 2030. godinu i 2050. godinu u Europi je prikazan na Slici 7.1. Vidljivo je kako veliki udio odnosi izbjegavanje emisije CO<sub>2</sub> u sektoru transporta koje zabilježuje značajno smanjenje, dok s druge strane emisija energetskega sektora ostaje otprilike konstantna. U istraživanju se pretpostavlja da će u 2030. godini biti potrebno 30 % električne energije za vozila, dok 2050. godine čak 80 %.



Slika 7.1. Procjena kretanja emisije CO<sub>2</sub> za 2030. i 2050. godinu [30]

Budućnost transporta je u električnim vozilima jer će zemlja ostati bez zaliha naftnih goriva za 50 – 60 godina. Međutim, postoje mnogi tehnički i društveno - ekonomski izazovi koje treba prevladati prije rasprostranjenog prihvaćanja električnih vozila. To uključuje visoke kapitalne troškove, kraće vozne udaljenosti, dugo vrijeme punjenja, veliku težinu i velike dimenzije baterija kao i potrebu za brzim punionicama. Razvojem električnih vozila, razvija se i tehnologija koja se ugrađuje da bi se postigli zadani ciljevi.

Međutim zbog gore navedenih razloga vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem još uvijek imaju značajnije prednosti za krajnjeg korisnika od električnih vozila. Sukladno rigoroznim propisima europske unije koji su svakom novom normom sve rigorozniji, proizvođači vozila ugrađuju razne suvremene sustave koji se ugrađuju na osobna vozila poput sustava naknadne obrade ispušnih plinova, različitih konstrukcijskih rješenja itd. Takvi sustavi predstavljaju okosnicu za auto servise te impliciraju dodatni angažman vođitelja auto servisa i njegovih djelatnika s ciljem dijagnostike i otklanjanja kvara. U radu je vidljivo da je za dijagnostiku kvara suvremenih sustava potrebno široko znanje elektrotehnike i strojarstva. Nadalje, javljaju se specijalni materijali koji također predstavljaju novi izazov za servisne radionice. Slijedeće znanje je znanje informatičkih znanosti, jer se za korištenje dijagnostičkog softvera i baza podataka sve više koristi računarstvo u oblacima te napredni dijagnostički moduli koje je potrebno uspješno prilagoditi pojedinom računalu. Servisne radionice trebaju redovito educirati svoje zaposlenike, jer se implementacija novih sustava i korištenja dijagnostičkih uređaja, odnosno, dijagnostika kvarova razvija eksponencijalno. Na kraju, cijela

---

automobilska industrija je pred velikim izazovom, a to ima velik utjecaj na razdoblja u životnom vijeku automobila, od faze ideje to njegovog zbrinjavanja.

---

**LITERATURA**

- [1] [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en), Europska komisija (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [2] <https://www.acea.be/statistics/article/Passenger-Car-Fleet-by-Fuel-Type> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [3] <https://www.acea.be/statistics/article/average-vehicle-age> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [4] <https://www.eea.europa.eu/highlights/no-improvements-on-average-co2> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [5] <https://www.acea.be/statistics/tag/category/share-of-diesel-in-new-passenger-cars> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [6] <https://www.acea.be/statistics/tag/category/per-capita-registrations> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [7] CO<sub>2</sub> emissions from new passenger cars in the EU: Car manufacturers performance in 2017, The international council on clean transportation, Srpanj 2018.
- [8] Five trends transforming the Automotive Industry, Pwc, 2017.
- [9] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/change-of-co2-eq-emissions-2#tab-based-on-linked-open-data>, Europska agencija za zaštitu okoliša (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [10] <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory/eu-greenhouse-gas-inventory-2016>, Europska agencija za zaštitu okoliša (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [11] Mjere smanjenja štetnih ispušnih plinova Otto motora, Josip Jurković, Završni rad, Zagreb, 2016.
- [12] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-1>, Europska agencija za zaštitu okoliša (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [13] <http://www.znanostblog.com/sto-je-smog/> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [14] <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-PM2-5-and-PM10-with-respect-to-the-atmospheric-pollutants> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [15] <https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [16] Tehnika motornih vozila, pučko otvoreno učilište Zagreb, 2017.
- [17] <https://www.mercedes-benz.com.cy/passengercars/mercedes-benz-cars/wltp/wltp/overview/faq.module.html> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [18] Worldwide Emission Standards and Related Regulations, Passenger Cars / Light and Medium Duty Vehicles, Continental, Powertrain Division, Rujan 2017.

- 
- [19] <http://wltpfacts.eu/from-nedc-to-wltp-change/> (Pristupljeno 10.1.2019.)
- [20] BMW Technical Information System
- [21] Bosch Esi Tronic 2.0
- [22] <https://indianautosblog.com/review-audi-q3-2-0-tfsi-p70296> (Pristupljeno 6.6.2019.)
- [23] [https://www.acea.be/uploads/news\\_documents/20150629\\_AdBlue\\_for\\_Diesel\\_Cars\\_and\\_Vans.pdf](https://www.acea.be/uploads/news_documents/20150629_AdBlue_for_Diesel_Cars_and_Vans.pdf) (Pristupljeno 6.6.2019.)
- [24] Bosch Service Training, Downsizing – nove tehnologije benzinskog ubrizgavanja na novim motorima sa 3 ili 4 cilindra, 1 987 727 708
- [25] <http://www.adesystems.co.uk/garage-equipment/kts-diagnostic-equipment/kts-dcu/394/kts-560> (Pristupljeno 7.6.2019.)
- [26] <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-presents-new-kts-generation-with-innovative-and-even-more-powerful-diagnostic-solutions-61830.html> (Pristupljeno 7.6.2019.)
- [27] [https://uk-ww.bosch-Automotive.com/en\\_GB/products\\_workshopworld/testing\\_equipment\\_products/engine\\_system\\_testing/fsa\\_500\\_1/fsa\\_500](https://uk-ww.bosch-Automotive.com/en_GB/products_workshopworld/testing_equipment_products/engine_system_testing/fsa_500_1/fsa_500) (Pristupljeno 7.6.2019.)
- [28] T. Denton., Advanced automotive fault diagnosis, 2006.
- [29] Bosch Service Training, Rad s osciloskopom / mjerenje i ispitivanje senzora, 1 987 726 257
- [30] Electric vehicles and the energy sector - impacts on Europe's future emissions, Europska agencija za zaštitu okoliša, 2017.

---

## **PRILOZI**

- I. Dijagnostički izvještaj vozila BMW 520d EfficientDynamics
- II. Dijagnostički izvještaj vozila BMW 740 xDrive
- III. Dijagnostički izvještaj vozila Ford C-MAX 1.6 TDCi
- IV. Dijagnostički izvještaj vozila Ford Focus 1.6 Ti-VCT FlexiFuel
- V. Dijagnostički izvještaj vozila Peugeot 308 1.6 BlueHDI SW
- VI. Dijagnostički izvještaj vozila Audi Q5 2.0 TDI Quattro
- VII. Dijagnostički izvještaj vozila Alfa Romeo MiTo 1.6 JTD
- VIII. Potencijalni kvarovi DPF sustava
- IX. Potencijalni kvarovi SCR sustava
- X. CD disk



## PRILOG 1

ESI[tronic] 2.0		
ESI[tronic] 2.0 Verzija 13.0.3566 01.06.19. 16:25		
<hr/>		
Br. kupca :	Br. naloga :	
Tel.(privatni) :	Regist.broj :	
Tel.(poslovni) :	FIN : WBAFW11010D268526	
	Broj prijed. km :	
	Prva registr. :	
	Monter :	
	Telefon :	
	Faks :	
<hr/>		
BMW 1227, BMW,5 [F 10], 520 d EfficientDynamics, Dizel, 2.0, 135.0kw, 09/2011 - 06/2013, N47 D20C		
Diesel EDC 17 UDS		01.06.19. 16:25
1. Memorija grešaka		16:25
Upravljanje motorom/EDC 17 UDS		01.06.19. 16:28
1. SIS-Upute za traženje greške		16:28
1. Kód greške 25E300: Senzor tlaka ispušni plinovi prije filtra čestica: Prekid/spoj na masu	Obrađeno	16:28
Diesel EDC 17 UDS		01.06.19. 16:28
1. Memorija grešakaBroj grešaka: 2		16:28
25E300	Senzor tlaka ispušni plinovi prijefiltra čestica	Prekid/spoj na masu
24CE00	Kontrola funkcije /mjerač mase zraka	Prevelika masa zraka
2. Stvarne vrijednosti		16:29
Napon baterije	13.9	V
Kapacitet akumulatora	106	Ah
Stanje punjenja akumulatora	81	%
Prekidač svjetla kočnice	Prekidač svjetla kočnice isključen	
Prekidač ispitivanja kočnica	Prekidač za test kočnica isključen	
Prekidač pedale kvačila	Prekidač kvačila uklj.	
Status spojke	Kvačilo aktivirao	
Vrsta mjenjača	Vrsta mjenjača: automat. mjenjač	
3. Stvarne vrijednosti		16:29
Temperatura usisanog zraka	39	°C
Temp.sreds.za hlad. na izlazu motora	80	°C

Temperatura sredstva za hlađenje	80	°C
Temperatura goriva	35	°C
Temperatura okoline	39	°C
Temperatura isp.plina ispred KAT-a	128	°C
Stvarna vrijednost mase zraka	14	kg/h
Stvarna vrijednost tlaka punjenja	1040	mbar

## 4. Stvarne vrijednosti

16:29

Zadana vrijednost tlaka punjenja	1056	mbar
Stvarna vrijednost Rail-tlaka	299	bar
Zadana vrijednost Rail-tlaka	300	bar
Atmosferski tlak	1017	mbar
Razlika tlaka filtera za čestice	38	mbar
Izmjereni broj okretaja motora	779	1/min
Status motora	Motor radi	
Senzor vrijednosti pedale 1 (V)	0.70	V

## 5. Stvarne vrijednosti

16:29

Senzor vrijednosti pedale 2 (V)	0.35	V
Stanje kilometara	176767	km
Rešim za uštedu energije	Režim za uštedu energ. nije aktiv.	
Brzina vozila	0	km/h
Status klimauređaja	Klimauređaj uključen	
Releji žarenja	Releji žarenja isključen	
Vrsta svjećica	Žarnica: BERU ISS	
Regulacija tlaka goriva	20	%

## 6. Stvarne vrijednosti

16:29

Aktiviranje ventilatora za hlađenje	35	%
Aktiviranje jedinice dodavanja	37	%
Status sustava povrata isp. plina	16	%
Stanje grijanja filtra za gorivo	Grijanje filtr.za gorivo isključeno	
Položaj senzora neutralnog položaja	10	%
Usvojena vrijedn.senz.neutr.položaja	0	%
Neutralni položaj	Neutralni položaj nije aktivan	
Nauč.vrij.senz.neutralnog položaja	Stanje: vrijednost nije usvojena	

## 7. Stvarne vrijednosti

16:29

Senzor ulja motora: Temperatura ulja	82	°C
Napon baterije	14.0	V
Kapacitet akumulatora	106	Ah
Stanje punjenja akumulatora	81	%
Prekidač svjetla kočnice	Prekidač svjetla kočnice isključen	
Prekidač ispitivanja kočnica	Prekidač za test kočnica isključen	
Prekidač pedale kvačila	Prekidač kvačila uklj.	
Status spojke	Kvačilo aktivirao	

## 8. Stvarne vrijednosti

16:30

Vrsta mjenjača	Vrsta mjenjača: automat. mjenjač	
Temperatura usisanog zraka	39	°C
Temp.sreds.za hlad. na izlazu motora	82	°C
Temperatura sredstva za hlađenje	82	°C
Temperatura goriva	36	°C

Temperatura okoline	39	°C
Temperatura isp.plina ispred KAT-a	139	°C
Stvarna vrijednost mase zraka	13	kg/h

9. Stvarne vrijednosti 16:30

Stvarna vrijednost tlaka punjenja	1040	mbar
Zadana vrijednost tlaka punjenja	1055	mbar
Stvarna vrijednost Rail-tlaka	299	bar
Zadana vrijednost Rail-tlaka	300	bar
Atmosferski tlak	1017	mbar
Razlika tlaka filtera za čestice	38	mbar
Izmjereni broj okretaja motora	778	1/min
Status motora	Motor radi	

10. Stvarne vrijednosti 16:30

Senzor vrijednosti pedale 1 (V)	0.70	V
Senzor vrijednosti pedale 2 (V)	0.35	V
Stanje kilometara	176767	km
Rešim za uštedu energije	Režim za uštedu energ. nije aktiv.	
Brzina vozila	0	km/h
Status klimauređaja	Klimauređaj uključen	
Relaj žarenja	Relaj žarenja isključen	
Vrsta svjećica	Žarnica: BERU ISS	

11. Stvarne vrijednosti 16:30

Regulacija tlaka goriva	20	%
Aktiviranje ventilatora za hlađenje	35	%
Aktiviranje jedinice dodavanja	37	%
Status sustava povrata isp. plina	16	%
Stanje grijanja filtra za gorivo	Grijanje filtr.za gorivo isključeno	
Položaj senzora neutralnog položaja	10	%
Usvojena vrijedn.senz.neutr.položaja	0	%
Neutralni položaj	Neutralni položaj nije aktivan	

12. Stvarne vrijednosti 16:30

Nauč.vrij.senz.neutralnog položaja	Stanje: vrijednost nije usvojena	
Senzor ulja motora: Temperatura ulja	83	°C
Napon baterije	14.0	V
Kapacitet akumulatora	106	Ah
Stanje punjenja akumulatora	81	%
Prekidač svjetla kočnice	Prekidač svjetla kočnice isključen	
Prekidač ispitivanja kočnica	Prekidač za test kočnica isključen	
Prekidač pedale kvačila	Prekidač kvačila uklj.	

13. Stvarne vrijednosti 16:30

Status spojke	Kvačilo aktivirao	
Vrsta mjenjača	Vrsta mjenjača: automat. mjenjač	
Temperatura usisanog zraka	40	°C
Temp.sreds.za hlad. na izlazu motora	83	°C
Temperatura sredstva za hlađenje	83	°C
Temperatura goriva	36	°C
Temperatura okoline	40	°C
Temperatura isp.plina ispred KAT-a	144	°C



## 14. Stvarne vrijednosti

16:30

Stvarna vrijednost mase zraka	13	kg/h
Stvarna vrijednost tlaka punjenja	1040	mbar
Zadana vrijednost tlaka punjenja	1055	mbar
Stvarna vrijednost Rail-tlaka	301	bar
Zadana vrijednost Rail-tlaka	300	bar
Atmosferski tlak	1017	mbar
Razlika tlaka filtera za čestice	38	mbar
Izmjereni broj okretaja motora	781	1/min

## 15. Stvarne vrijednosti

16:30

Status motora	Motor radi	
Senzor vrijednosti pedale 1 (V)	0.70	V
Senzor vrijednosti pedale 2 (V)	0.35	V
Stanje kilometara	176767	km
Rešim za uštedu energije	Režim za uštedu energ. nije aktiv.	
Brzina vozila	0	km/h
Status klimauređaja	Klimauređaj uključen	
Releji žarenja	Releji žarenja isključeni	

## 16. Stvarne vrijednosti

16:30

Vrsta svjećica	Žarnica: BERU ISS	
Regulacija tlaka goriva	20	%
Aktiviranje ventilatora za hlađenje	35	%
Aktiviranje jedinice dodavanja	36	%
Status sustava povrata isp. plina	16	%
Stanje grijanja filtra za gorivo	Grijanje filtr.za gorivo isključeno	
Položaj senzora neutralnog položaja	10	%
Usvojena vrijedn.senz.neutr.položaja	0	%

## 17. Stvarne vrijednosti

16:30

Neutralni položaj	Neutralni položaj nije aktivan	
Nauč.vrij.senz.neutralnog položaja	Stanje: vrijednost nije usvojena	
Senzor ulja motora: Temperatura ulja	83	°C
Napon baterije	14.0	V
Kapacitet akumulatora	106	Ah
Stanje punjenja akumulatora	82	%
Prekidač svjetla kočnice	Prekidač svjetla kočnice isključen	
Prekidač ispitivanja kočnica	Prekidač za test kočnica isključen	

## 18. Stvarne vrijednosti

16:30

Prekidač pedale kvačila	Prekidač kvačila uklj.	
Status spojke	Kvačilo aktivirao	
Vrsta mjenjača	Vrsta mjenjača: automat. mjenjač	
Temperatura usisanog zraka	40	°C
Temp.sreds.za hlad. na izlazu motora	83	°C
Temperatura sredstva za hlađenje	83	°C
Temperatura goriva	37	°C
Temperatura okoline	40	°C

## 19. Stvarne vrijednosti

16:30

Temperatura isp.plina ispred KAT-a	149	°C
------------------------------------	-----	----

Stvarna vrijednost mase zraka	13	kg/h
Stvarna vrijednost tlaka punjenja	1040	mbar
Zadana vrijednost tlaka punjenja	1055	mbar
Stvarna vrijednost Rail-tlaka	301	bar
Zadana vrijednost Rail-tlaka	300	bar
Atmosferski tlak	1017	mbar
Razlika tlaka filtera za čestice	38	mbar

20. Stvarne vrijednosti 16:31

Izmjereni broj okretaja motora	780	1/min
Status motora	Motor radi	
Senzor vrijednosti pedale 1 (V)	0.70	V
Senzor vrijednosti pedale 2 (V)	0.35	V
Stanje kilometara	176767	km
Režim za uštedu energije	Režim za uštedu energ. nije aktiv.	
Brzina vozila	0	km/h
Status klimauređaja	Klimauređaj uključen	

21. Postavni članci 16:31

22. Prilagodba / podešavanja 16:31

23. Posebne funkcije 16:32

24. Memorija grešaka 16:38

25. Brisati memoriju grešaka 16:38

Memorija grešaka je izbrisana.		
--------------------------------	--	--

26. Memorija grešakaBroj grešaka: 0 16:38

Primjedbe: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Potpis

**PRILOG 2**

ESI[tronic] 2.0

ESI[tronic] 2.0 Verzija 12.2.3420 08.03.19. 08:44  **BOSCH**

---

	Br. naloga :
	Regist.broj :
	FIN :
	Broj prijed. km :
	Prva registr. :
Br. kupca :	Monter :
Tel.(privatni) :	Telefon :
Tel.(poslovni) :	Faks :

---

BMW 1120, BMW,7 [F 01], 740 d xDrive, Dizel, 3.0, 225.0kw, 09/2010 - 06/2012, N57 D30B

Diesel EDC 17 UDS 08.03.19. 08:44

1. Memorija grešaka 08:44

Filtar čestica 4.0 08.03.19. 08:44

1. Stvarne vrijednosti 08:45

2. Posebne funkcije 08:45

3. Regeneracijska vožnja DPF-a 08:45

4. Stvarne vrijednosti 09:05

Diesel EDC 17 UDS 08.03.19. 09:10

1. Memorija grešaka 09:10

2. Stvarne vrijednosti 09:10

Filtar čestica 4.0 08.03.19. 09:17

1. Stvarne vrijednosti 09:17


Razlika tlaka filtera za čestice	4	mbar
Temp.isp.plina ispred filt. za čest.	170	°C
Temperatura isp.plina ispred KAT-a	170	°C
Stvarna vrijednost tlaka punjenja	1079	mbar
Zadana vrijednost tlaka punjenja	1041	mbar
Filtar čestica: masa čadi	2.29	g

---

1/2

## PRILOG 3

ESI[tronic] 2.0

ESI[tronic] 2.0 Verzija 12.0.3384 23.07.18. 09:52  **BOSCH**

---

	Br. naloga :
	Regist.broj :
	FIN :
	Broj prijed. km :
	Prva registr. :
Br. kupca :	Monter :
Tel.(privatni) :	Telefon :
Tel.(poslovni) :	Faks :

---

FORD,C-MAX '07 [DM2], C-MAX 1.6 TDCi, Dizel, 1.6, 74.0 - 80.0kw, 03/2007 - 07/2010, G8D...

Diesel EDC 16C34 4.x 23.07.18. 09:53

1. Memorija grešakaBroj grešaka: 5 09:53

P1577	Senzor položaja gas pedale 1/2	Nema usklađenosti
P0234	Regulacija tlaka punjenja	Previsok tlak punjenja
P138B	Kontrola žarnih svjećica	Smetnja u funkcioniranju
P0087	Rail-tlak	Premali tlak
P1180	Tlak goriva/tlak sustava	Niski tlak goriva prenizak

2. Memorija grešaka 10:08

3. Brisati memoriju grešaka 10:08

Memorija grešaka je izbrisana.		
--------------------------------	--	--

4. Memorija grešaka 10:09

5. Stvarne vrijednosti 10:09

6. Memorija grešaka 10:13

7. Stvarne vrijednosti 10:14

8. Memorija grešaka 10:27

9. Brisati memoriju grešaka 10:28


Memorija grešaka je izbrisana.		
--------------------------------	--	--

---

1/2




## PRILOG 4

ESI[tronic] 2.0		
ESI[tronic] 2.0 Verzija 12.0.3384 12.09.18. 09:53		 <b>BOSCH</b>
<hr/>		
Br. kupca :	Br. naloga :	
Tel.(privatni) :	Regist.broj :	
Tel.(poslovni) :	FIN :WF0LXXGCBLDJ48344	
	Broj prijeđ. km :	
	Prva registr. :	
	Monter :	
	Telefon :	
	Faks :	
<hr/>		
FORD,Focus '11 [DY, BL] Turnier, Focus 1.6 Ti-VCT FlexiFuel Turnier, Benzin, 1.6, 86.0 - 88.0kw, 01/2011 - 12/2014, MUDA		
SIM 30 Ti	12.09.18.	09:53
1. Memorija grešaka		09:54
Upravljanje motorom/SIM 30Ti	12.09.18.	09:55
1. SIS-Upute za traženje greške		09:55
1. Kôd greške P017192: Korekcija mješavine (red 1): premršavo	Obrađeno	09:55
SIM 30 Ti	12.09.18.	09:55
1. Memorija grešakaBroj grešaka: 3		09:55
P017192	Korekcija mješavine (red 1)	Premršava smjesa
P017192	Korekcija mješavine (red 1)	Premršava smjesa
P069111	Ventilator hladnjaka 1	Spoj na masu
2. Brisati memoriju grešaka		09:55
Memorija grešaka je izbrisana.		
3. Memorija grešaka		09:55
Primjedbe: _____		
_____		
_____		
_____ Datum	_____ Potpis	
1/1		



## PRILOG 5

ESI[tronic] 2.0		
ESI[tronic] 2.0 Verzija 12.0.3253 04.07.18. 15:23		
<hr/>		
	Br. naloga	:
	Regist.broj	:
	FIN	:
	Broj prijeđ. km	:
	Prva registr.	:
Br. kupca	:	Monter
Tel.(privatni)	:	Telefon
Tel.(poslovni)	:	Faks
<hr/>		
PEUGEOT,308 [T9] SW, 308 1.6 BlueHDi SW, Dizel, 1.6, 88.0kw, 01/2014 - , BH...		
Dizel EDC 17C60		04.07.18. 15:25
1. Memorija grešakaBroj grešaka: 14		15:26
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
P20E8	AdBlue tlak	Premali tlak
P20E9	AdBlue tlak	Odstupanje na maksimalnom graničniku
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
P2A00	Senzor dušikovog oksida	Signal ima smetnju
P13C1	Upravljanje pokretačem	Greška prepoznata interno
P0335	Broj okretaja motora	Nema signala pri pokretanju
U3FFF	Ovaj kod kvarova se ne može zanemariti.	Ignoriranje unosa pogreške
2. Brisati memoriju grešaka		15:27
Memorija grešaka je izbrisana.		
3. Memorija grešaka		15:27
<hr/>		
1/2		

Sustav dizel aditiva 7.1	04.07.18.	15:27
Dizel EDC 17C60	04.07.18.	15:28
1. Memorija grešaka		15:28
Sustav dizel aditiva 7.1	04.07.18.	15:28
Dizel EDC 17C60	04.07.18.	15:30
1. Memorija grešaka		15:30
2. Stvarne vrijednosti		15:30
3. Stvarne vrijednosti [AdBlue-protlačna pumpa: Stat.dijagn.]		15:31
4. Stvarne vrijednosti		15:32
5. Stvarne vrijednosti		15:35
6. Stvarne vrijednosti [AdBlue-protlačna pumpa: Stat.dijagn.]		15:36
7. Stvarne vrijednosti		15:36

Primjedbe: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Potpis

## PRILOG 6

ESI[tronic] 2.0

ESI[tronic] 2.0 Verzija 13.0.3563 27.05.19. 13:29 

---

	Br. naloga	:	
	Regist.broj	:	
	FIN	:	WAUZZZ8R3AA045768
	Broj prijed. km	:	
	Prva registr.	:	
Br. kupca	:	Monter	:
Tel.(privatni)	:	Telefon	:
Tel.(poslovni)	:	Faks	:

---

AUD 1844, AUDI,Q5 [8RB], Q5 2.0 TDI quattro, Dizel, 2.0, 125.0kw, 11/2008 - 09/2010, CAHA

Dizel EDC 17CP14 UDS 27.05.19. 13:29

1. Memorija grešakaBroj grešaka: 9 13:29

P144000	Elektro-ventil povrata ispušnogplina	Prekid
P040500	Senzor temperature za povratispušnog plina	Signal prenizak
P018300	Senzor temperature goriva	Prekid/spoj na plus
P210000	Jedinica za upravljanje prigušneleptir klapne	Prekid
P012300	Senzor položaja prigušne leptir zak.	Signal previsok
P200800	Pomična zaklopka punjenja/usisine cijevi	Električna greška
P201700	Senzor položaja zaklopke usisnecijevi	Spoj na plus
P067100	Žarna svječića cilindra 1	Greška u strujnom krugu
P219600	Lambda-sonda (red 1, senzor 1)	Sustav premastan

2. Brisati memoriju grešaka 13:30

Memorija grešaka je izbrisana.	
--------------------------------	--

3. Memorija grešakaBroj grešaka: 0 13:30

4. Stvarne vrijednosti 13:44

5. Stvarne vrijednosti [Naknadna obrada ispušnih plinova] 13:44

6. Stvarne vrijednosti 13:44


7. Memorija grešaka 13:45

---

1/2

## PRILOG 7

ESI[tronic] 2.0

ESI[tronic] 2.0 Verzija 12.0.3384 17.09.18. 12:51 

---

	Br. naloga	:	
	Regist.broj	:	
	FIN	:	
	Broj prijeđ. km	:	
	Prva registr.	:	
Br. kupca	Monter	:	
Tel.(privatni)	Telefon	:	
Tel.(poslovni)	Faks	:	

---

ALFA ROMEO, MiTo [955], MiTo 1.6 JTD, Dizel, 1.6, 88.0kw, 08/2008 - 12/2015, 955 A3.000

Dizel EDC16C39 CF5 V1 CAN 17.09.18. 12:51

1. Memorija grešaka 12:51
2. Stvarne vrijednosti 12:52
3. Memorija grešaka 13:03
4. Brisati memoriju grešaka 13:04

Memorija grešaka je izbrisana.		
--------------------------------	--	--

5. Stvarne vrijednosti 13:31

Zadana vrijednost tlaka punjenja	2523	mbar
Senzor tlaka punjenja	1974	mbar
Zadana vrijednost mase zraka	1200	mg
Mjerač mase zraka	694	mg
Povrat ispušnog plina	Povrat ispušnih plinova nije aktivan	
Ventil za povrat ispušnog plina	128	%

6. Memorija grešaka 13:38
7. Brisati memoriju grešaka 13:38

Memorija grešaka je izbrisana.		
--------------------------------	--	--

8. Memorija grešaka 13:38
9. Stvarne vrijednosti 13:39

---

1/2

**PRILOG 8**

<b>Kod greške</b>	<b>Komponenta</b>	<b>Opis</b>
P003000	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 1)	Prekid
P003100	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 1)	Spoj na masu
P003200	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 1)	Spoj na plus
P003600	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 2)	Prekid
P003700	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 2)	Spoj na masu
P003800	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 2)	Spoj na plus
P004500	Regulacija tlaka punjenja (pult 1)	Prekid
P004700	Regulacija tlaka punjenja (pult 1)	Spoj na masu
P004800	Regulacija tlaka punjenja (pult 1)	Spoj na plus
P007B00	Senzor temperature zraka punjenja (red 1)	Signal nije plauzibilan
P007C00	Senzor temperature zraka punjenja (red 1)	Spoj na masu
P007D00	Senzor temperature zraka punjenja (red 1)	Spoj na plus
P00BC00	Mjerač mase zraka A	Premali protok
P00BD00	Mjerač mase zraka A	Prevelik protok
P010100	Mjerač mase zraka	Signal nije plauzibilan
P010200	Mjerač mase zraka	Signal prenizak
P010300	Mjerač mase zraka	Signal previsok
P010400	Mjerač mase zraka	Nema signala
P011100	Senzor temperature usisanog zraka	Signal nije plauzibilan
P011200	Senzor temperature usisanog zraka	Signal prenizak
P011300	Senzor temperature usisanog zraka	Signal previsok
P012100	Senzor položaja prigušne leptir zaklopke	Signal nije plauzibilan
P012200	Senzor položaja prigušne leptir zaklopke	Signal prenizak
P012300	Senzor položaja prigušne leptir zaklopke	Signal previsok
P013100	Lambda sonda (red 1, senzor 1)	Signal prenizak
P013200	Lambda sonda (red 1, senzor 1)	Signal previsok
P013500	Lambda sonda-krug grijanja (red 1, senzor 1)	Greška u strujnom krugu
P013600	Lambda sonda (red 1, senzor 2)	Greška u strujnom krugu
P013B00	Lambda sonda (red 1, senzor 2)	Kod obogaćene smjese signal prespor

P014100	Lambda sonda-krug grijanja (red1, senzor 2)	Greška u strujnom krugu
P014D00	Lambda sonda (red 1, senzor 1)	Kod obogaćene smjese signal prespor
P023400	Regulacija tlaka punjenja	Prekoračena granica regulacije
P023600	Senzor tlaka punjenja	Signal nije plauzibilan
P023700	Senzor tlaka punjenja	Signal prenizak
P023800	Senzor tlaka punjenja	Signal previsok
P029900	Regulacija tlaka punjenja	Ispod granice regulacije
P040000	Povrat ispušnog plina	Pogrešna funkcija
P040100	Povrat ispušnog plina	Premali protok
P040200	Povrat ispušnog plina	Prevelik protok
P040300	Magnetski ventil za povrat ispušnog plina	Pogrešna funkcija
P040500	Senzor temperature za povrat ispušnog plina	Signal prenizak
P040600	Senzor temperature za povrat ispušnog plina	Signal previsok
P040B00	Senzor temperature za povrat ispušnog plina	Signal nije plauzibilan
P040C00	Senzor temperature za povrat ispušnog plina	Premali signal
P040D00	Senzor temperature za povrat ispušnog plina	Prevelik signal
P045A00	Povratni ventil ispušnog plina 2	Pogrešna funkcija/nema signala
P045B00	Senzor povrata ispušnog plina red 2	Signal nije plauzibilan
P045C00	Senzor povrata ispušnog plina red 2	Spoj na masu
P045D00	Senzor povrata ispušnog plina red 2	Spoj na plus
P045E00	Senzor povrata ispušnog plina red 2	Komponenta zaglavljena - otvoreno
P045F00	Senzor povrata ispušnog plina red 2	Komponenta stegnuta zaglavljeno
P046C00	Senzor položaja povrata ispušnog plina	Signal nije plauzibilan
P047000	Senzor tlaka povrata ispušnih plinova 1	Prekid
P047100	Senzor tlaka povrata ispušnih plinova 1	Signal nije plauzibilan
P047200	Senzor tlaka povrata ispušnih plinova 1	Spoj na masu
P047500	Magnetski ventil zaklopke ispušnog plina 1	Električna greška
P047700	Zaklopka ispušnih plinova	Spoj na masu
P047800	Magnetski ventil zaklopke ispušnog plina 1	Spoj na plus

P047F00	Ventil za regulaciju ispušnih plinova a	Komponenta zaglavljena - otvoreno
P048600	Senzor položaja povrata ispušnih plinova 2	Električna greška
P048A00	Ventil za regulaciju ispušnih plinova a	Komponenta stegnuta zatvorena
P048B00	Senzor položaja zaklopki za ispušni plin	Električna greška
P048C00	Senzor položaja zaklopki za ispušni plin	Signal nije plauzibilan
P048E00	Senzor položaja zaklopki za ispušni plin	Spoj na plus
P054400	Senzor temperature ispušnog plina 1	Greška u strujnom krugu
P054500	Senzor temperature ispušnog plina 1	Spoj na masu
P064100	Referentni napon senzora a	Prekid
P065100	Referentni napon senzora b	Prekid
P069700	Referentni napon senzora c	Prekid
P14AA00	Zaklopka ispušnih plinova	Pogrešna funkcija
P167E00	Sustav start/stop	Prekoračenje vremena starta
P168E00	Sustav start/stop	Komponenta stegnuta zatvorena
P200200	Dizelski filter za čestice (red 1)	Pogrešna funkcija
P203100	Senzor temperature ispušnog plina 2	Električna greška
P203200	Senzor temperature ispušnog plina 2	Spoj na masu
P208000	Senzor temperature ispušnog plina 1	Signal nije plauzibilan
P208400	Senzor temperature ispušnog plina 2	Signal nije plauzibilan
P210000	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Prekid
P210200	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Premali signal
P210300	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Prevelik signal
P211100	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Komponenta zaglavljena - otvoreno
P211200	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Komponenta stegnuta zatvorena
P219500	Lambda sonda (red 1, senzor 1)	Sustav premršav
P219600	Lambda sonda (red 1, senzor 1)	Sustav premastan
P223700	Lambda sonda (red 1, senzor 1) struja pumpe	Prekid
P224300	Lambda sonda (red 1, senzor 1) referentni napon	Prekid
P225100	Lambda sonda (red 1, senzor 1) vod mase	Prekid
P227000	Lambda sonda (red 1, senzor 2)	Sustav premršav
P227100	Lambda sonda (red 1, senzor 2)	Sustav premastan
P227900	Usisni sustav	Zrak propuštanja



P242500	Povrat ispušnog plina - hlađenje preklopni ventil	Prekid
P242600	Povrat ispušnog plina - hlađenje preklopni ventil	Spoj na masu
P242700	Povrat ispušnog plina - hlađenje preklopni ventil	Spoj na plus
P242A00	Senzor temperature ispušnog plina (red 1, senzor 3)	Električna greška
P242B00	Senzor temperature ispušnog plina (red 1, senzor 3)	Signal nije plauzibilan
P242C00	Senzor temperature ispušnog plina (red 1, senzor 3)	Spoj na masu
P245200	Filter za čestice - senzor razlike tlaka pult 1	Električna greška
P245300	Filter za čestice - senzor razlike tlaka pult 1	Signal nije plauzibilan
P245400	Filter za čestice - senzor razlike tlaka pult 1	Spoj na masu
P245600	Senzor razlike tlaka dizelskog filtra za čestice	
P245800	Dizelski filter za čestice	
P246300	Dizelski filter za čestice (red 1)	Prepunjen filter
P246E00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Električna greška
P246F00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Signal nije plauzibilan
P247000	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Spoj na masu
P247B00	Temperaturni senzor ispušnog plina (red 1, senzor 4)	Vrijednost izvan tolerancije
P324300	Jedinica za upravljanje prigušne leptir klapne	Električna greška



**PRILOG 9**

<b>Kod greške</b>	<b>Komponenta</b>	<b>Opis</b>
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
P20FA00	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 - nevjerodostojnost
P22D000	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Aktivacija - nevjerodostojnost
P22D100	Magnetski ventil Turbo punjača turbinskog ulaza	Aktivacija - nevjerodostojnost
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
U029E00	Komunikacija sa senzorom NO <sub>x</sub> b	Nema komunikacije
U10C100	NO <sub>x</sub> senzor 2 red 1	Signal nije plauzibilan