

# Predavanje # 2

## Pogonski materijali

1

## Zašto su goriva bitna

- Sastav goriva utiče na rad i vijek motora, turbina, kotlova
- Kvalitet motornih goriva direktno utiče na izduvnu emisiju (NOx, HC, CO, CO2, PM...) odnosno da utiču na kvalitet vazduha
- Sastav goriva utiče na rad i vijek uređaja za naknadni tretman izduvnih gasova (kod drumskih vozila, kod brodova - SCR)

3

## Podjela goriva

- Prema agregatnom stanju:
  - Tečna goriva
  - Gasovita goriva
  - Čvrsta goriva
- Prema postanku (porijeklu):
  - Prirodna goriva
    - ✓ prirodna čvrsta: drvo, treset, ugalj, uljni škriljci;
    - ✓ prirodna tečna: nafta;
    - ✓ prirodna gasovita: zemni (prirodni) gas.
  - Vještačka goriva
    - ✓ vještačka čvrsta: koks, briketi;
    - ✓ vještačka tečna: lož ulje, dizel gorivo, petrolej, benzin
    - ✓ vještačka gasovita: koksni gas, rafinerijski gas, bio-gas, sintetski gas.

2

## Klasifikacija i vrste motornih goriva

Danas se koriste sledeće vrste motornih goriva:

- **LNG** – Liquefied Natural Gas (Tečni Prirodni Gas) se sastoji od metana CH<sub>4</sub> i primjesa.
- **LPG** - Liquefied Petroleum Gas (Tečni Naftni Gas) obuhvata najlakše ugljovodonike (sa 3-4 atoma C). Dobija se preradom sirove nafte ili iz prirodnog gasa. Koristi se za oto motore;
- **BENZIN** obuhvata lake ugljovodonike (sa 5 do 9 atoma C u molekulu), koji isparavaju u opsegu 50 do 200°C, i koristi se, prije svega, za oto motore;
- **KEROZIN** obuhvata mahom srednje ugljovodonike (sa 8 do 12 atoma C), koji isparavaju uglavnom između 150 i 300 °C, i upotrebljavaju se kao gorivo za avione;
- **Lako DIZEL** gorivo sadrži mahom teže ugljovodonike (sa 12 do 17 C atoma) koji isparavaju od 220 do 350 °C. Ovo gorivo se koristi, prije svega, za pogon lakih i srednjih dizel motora;
- **Teško DIZEL** gorivo sadrži mahom jako teške ugljovodonike (sa 14 do 20 C atoma) koji isparavaju pri jako visokim temperaturama od 300 do 380 °C. Ono je u upotrebi za pogon velikih brodskih dizel motora i za rad kotlovskih postrojenja.

4

## Motorni Benzini

- Tečna goriva koja obuhvataju lake ugljovodonike (sa 5 do 9 atoma C u molekulu), isparavaju u opsegu 50 do 200°C
- Opšta hemijska formula  $C_8H_{15}$
- Koristi se za pogon benzinskih (OTO) motora sa unutrašnjim sagorijevanjem
- Standard kvaliteta benzina MEST EN 228
- Postoje 2 vrste na CG tržištu:
  - BMB 95 Bezolovni motorni benzin
  - BMB 98 Bezolovni motorni benzin

Table 1 - Requirements and test methods for unleaded petrol

Property	Units	Limits		Test Method <sup>a</sup> (See 2. Normative references)
		Min.	Max.	
Research octane number, RON		95,0	--	EN ISO 5164 <sup>d</sup>
Motor octane number, MON		85,0	--	EN ISO 5163 <sup>d</sup>

5

Table 1 — Requirements and test methods for unleaded petrol with a maximum oxygen content of 3,7 % (m/m)

Property	Units	Limits		Test Method <sup>a</sup> (See 2. Normative references)
		Min.	Max.	
Research octane number, RON		95,0	--	EN ISO 5164 <sup>d</sup>
Motor octane number, MON		85,0	--	EN ISO 5163 <sup>d</sup>
Lead content	mg/l	--	6,0	EN 237 <sup>e</sup>
Density (at 15 °C) <sup>f</sup>	kg/m <sup>3</sup>	750,0	775,0	EN ISO 3815 EN ISO 1185
Sulfur content <sup>g</sup>	mg/kg	--	10,0	EN ISO 2002 EN ISO 2004 EN ISO 2008 EN ISO 2009
Manganese content <sup>h</sup>	mg/l	--	0,0	EN 18135 EN 18136 EN 18138
Distillation stability until 201,0-21,01 from 201,4-21,01	minutes	300	22,0	EN 12430
Existent gum content (coloured residue)	mg/100 ml	--	2,0	EN 12446
Copper strip corrosion (21 h at 50 °C)	rating	class	class	EN ISO 2180
Appearance <sup>i</sup>		clear and bright		Visual inspection
Hydrocarbon type content <sup>j</sup>	% (V/V)			EN 15553 EN ISO 22854
- olefins			10,0	
- aromatics			30,0	
Mercury content <sup>k</sup>	µg/ml		1,00	EN 1268 EN 12177 EN ISO 22854
Oxygen content <sup>l</sup>	% (m/m)		3,7	EN 1801 EN 12192 EN ISO 22854
Oxygenates content <sup>m</sup>	% (V/V)			EN 1801
- ethanol <sup>n</sup>			3,0	EN 15102
- iso-amyl alcohol <sup>o</sup>			10,0	EN ISO 22854
- iso-butyl alcohol <sup>p</sup>			15,0	
- tert-butyl alcohol <sup>q</sup>			15,0	
- ethyl tert-butyl ether <sup>r</sup>			22,0	
- other oxygenates <sup>s</sup>			15,0	

<sup>a</sup> Requirements refer to the European Fuels Directive 98/70/EC [1], including subsequent Amendments [2], [3] and [4].  
<sup>b</sup> See also 5.7.1.  
<sup>c</sup> A correction of the RON and MON shall be subtracted for the calculation of the final result, before reporting according to the requirements of the European Fuels Directive 98/70/EC [1], including subsequent Amendments [2], [3] and [4]. See also 5.6 and 5.7.  
<sup>d</sup> See also 5.1.3.  
<sup>e</sup> Appearance shall be determined at ambient temperature.  
<sup>f</sup> A CEN study based on EN ISO 22854 is applicable for the analysis of samples having an oxygen content of maximum 3,7 % (m/m).  
<sup>g</sup> Stabilizing agents shall be added.  
<sup>h</sup> Ethanol when used as a blending component shall conform to EN 15076 (see 5.1). Stabilizing agents may be added.  
<sup>i</sup> Other mass additives and others with a final boiling point no higher than specified in Table 3.  
<sup>j</sup> The test methods cited do not have a precision statement for an oxygen content above 3 % (m/m). Based on the round robin data from the test program, CEN/ISSC-13 accepts an average repeatability value of ±0,37 for all test methods.

7

## CRNOGORSKI STANDARD

### MEST EN 228

December 2013  
EN 228:2012, IDT

Goriva za motorna vozila - Bezolovni benzin - Zahtjevi i metode ispitivanja

Automotive fuels - Unleaded petrol - Requirements and test methods

Referentna oznaka:  
MEST EN 228:2013 (en)

1. izdanje



INSTITUT ZA STANDARDIZACIJU CRNE GORE  
INSTITUTE FOR STANDARDIZATION OF MONTENEGRO

6

Table 3 — Volatility classes for unleaded petrol with a maximum oxygen content of 3,7 % (m/m)

Property	Units	Limits						Test method <sup>a</sup> (See 2. Normative references)
		class A	class B	class C/C1	class D/D1	class E/E1	class F/F1	
Vapour pressure (VP)	kPa, min	45,0	45,0	50,0	60,0	65,0	70,0	EN 13016-1 <sup>b</sup>
	kPa, max	60,0	70,0	80,0	90,0	95,0	100,0	
% evaporated at 70°C, E70	% (V/V), min	22,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	EN ISO 3405
	% (V/V), max	60,0	60,0	52,0	52,0	52,0	52,0	
% evaporated at 100°C, E100	% (V/V), min	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	EN ISO 3405
	% (V/V), max	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	
% evaporated at 150°C, E150	% (V/V), min	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	EN ISO 3405
Final Boiling Point FBP	°C, max	210	210	210	210	210	210	EN ISO 3405
Distillation residue	% (V/V), max	2	2	2	2	2	2	EN ISO 3405
Vapour Lock Index (VLI) (10 VP + 7 E70)	index, max	--	--	C	D	E	F	
Vapour Lock Index (VLI) (10 VP + 7 E70)	index, max			1184	1184	1214	1264	

NOTE Requirements in bold refer to the European Fuels Directive 98/70/EC [1], including subsequent Amendments [2], [3], [4].  
<sup>a</sup> See also 5.7.1.  
<sup>b</sup> Dry Vapour Pressure Equivalent (D-VPE) shall be reported.

8

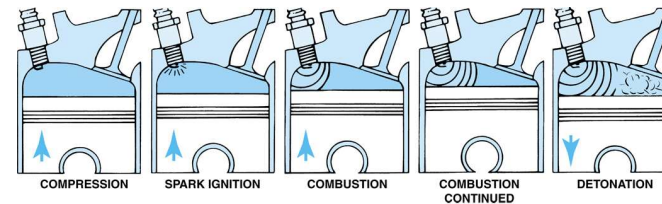
## Oktanski broj

- Oktanski broj predstavlja mjeru kvaliteta benzina protiv pojave samopaljenja a time i protiv pojave detonacija u oto motoru.

Istraživački oktanski broj, RON (MB 98)	98
Istraživački oktanski broj, RON (BMB 95)	95
Motorni oktanski broj, MON (MB98)	85
Motorni oktanski broj, MON (BMB 95)	85

9

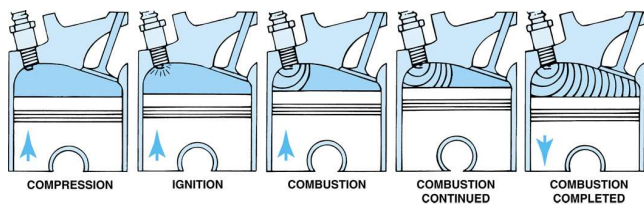
## Problem: Nekontrolisano Sagorijevanje u Oto motoru



Slika – Detonacija se javlja kao posljedica samopaljenja radne smješe. Javlja se kao izrazito metalni zvuk obično tokom ubrzavanja.

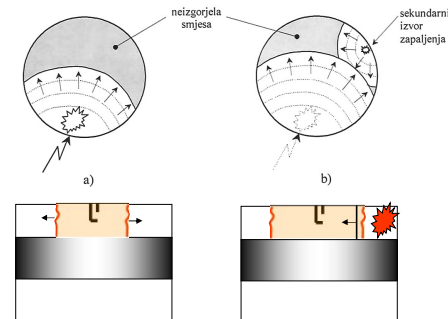
11

## Normalno Sagorijevanje u Oto motoru



Slika – Normalno sagorijevanje radne smješe je mirno, kontrolisano sagorijevanje radne smješe.

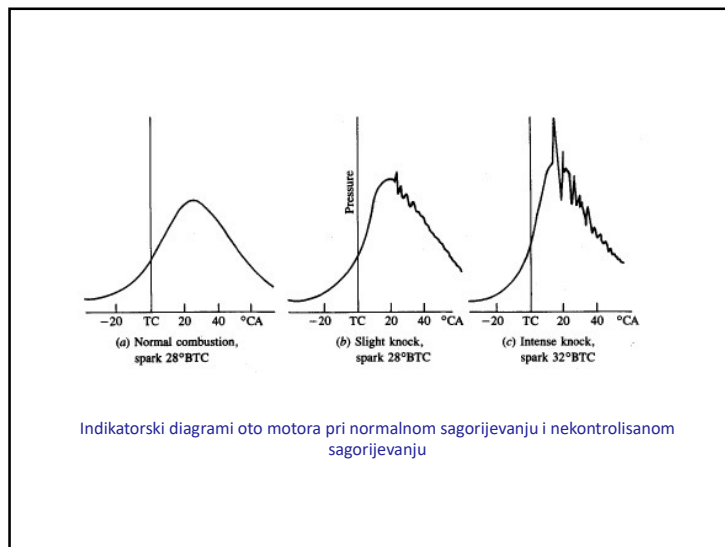
10



Pojava centara upaljenja u smješi ispred fronta plamena.

Detonatno sagorijevanje, pored zvučnog efekta, koji otkriva njegovo postojanje, praćno je velikim mehaničim opterećenjem dijelova, pregrijavanjem motora, padom termodinamičog stepena iskorištenja, povećanjem potrošnje goriva i padom efektivne snage (nekad i do 25%).

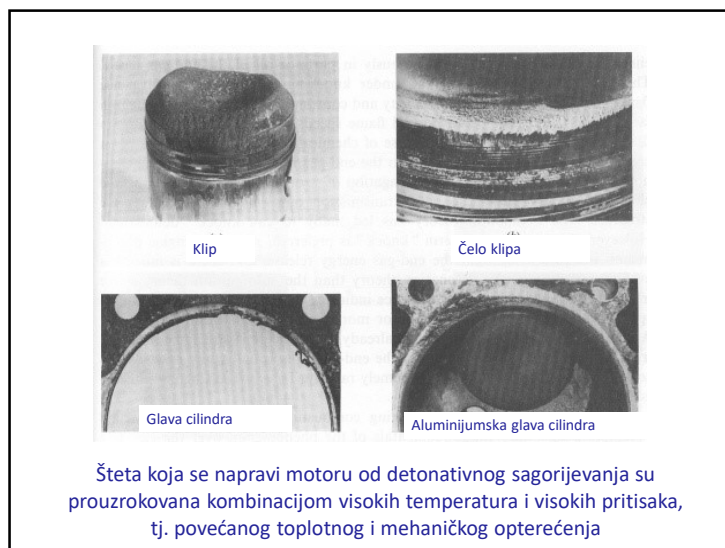
12



13

- Faktori koji utiču na pojavu detonacije:
- Pripremni (gorivo)
  - Konstruktivni (stepen kompresije)
  - Radni (ugao predpaljenja i brzina motora)

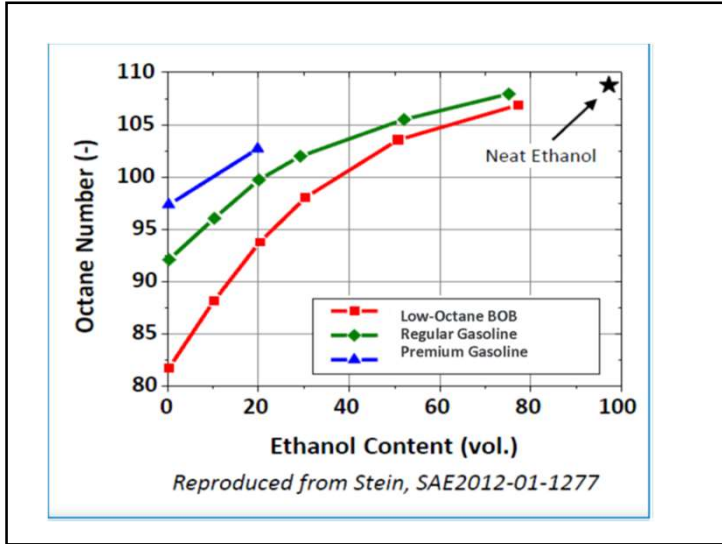
15



14

- ### Gorivo - Oktanski broj
- Oktanski broj predstavlja mjeru kvaliteta benzina protiv pojave samopaljenja a time i protiv pojave detonacija u oto motoru.
  - Prirodni oktanski broj benzina je oko 70 - povećava se dodavanjem aditiva na 95 odnosno 98.
  - Nekada su aditivi bili na bazi olova. Ovi aditivi su se počeli dodavati benzinu još 1920tih godina, kako bi povećali njegov oktanski broj.
  - Nakon otkrića da je štetan po životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i nekompatibilnosti sa katalizatorima, počelo je njegovo odstranjivanje.
  - Oktanski aditivi se mogu svrstati u tri široke kategorije:
    - **Aromatski ugljovodonici** (hydrocarbons containing the benzene ring) kao što su ksilen (xylene) i tulen (toluene)
    - **Alkoholi** kao što su etanol (etil alkohol), metanol (metil alkohol), i terciary butyl alkohol (TBA)
    - **Metalna jedinjenja** kao što je methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT)
  - Današnji aditivi su uglavnom alkoholi metanol i etanol.

16

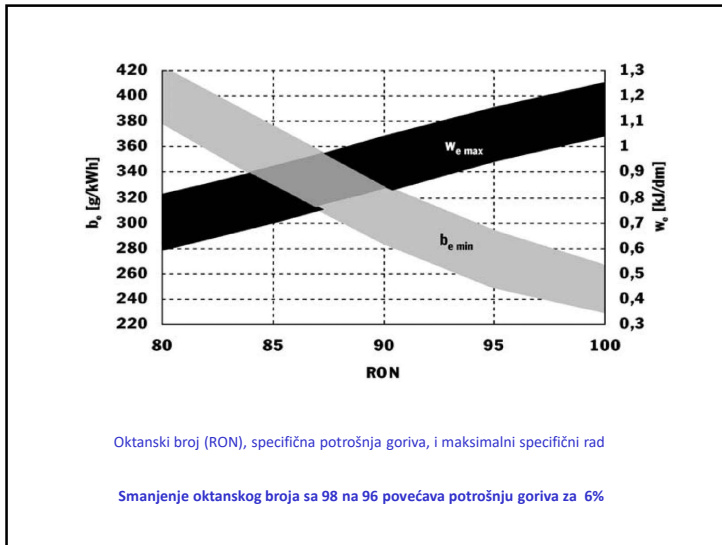


17

## Određivanje Oktanskog broja

- Test se sprovodi u CFR motoru, jednocilindrični sa promjenjivim stepenom kompresije.
- Prvo se u motoru ispituje gorivo nepoznatog oktanskog broja.
- Sa povećanjem stepena kompresije motora dolazi do samopaljenja smješe i do pojave detonacija.
- Nakon ovog testa se ispituje gorivo u različitim proporcijama iso-okтана (OB 100) i n-heptana (OB 0).
- Oktanski broj nepoznatog goriva predstavlja procentualnu zapreminu iso-okтана u smješi iso-okтана i n-heptana.
- Na primjer, smješa od 10% n-heptane i 90% iso-okтана (zapreminski) ima oktanski broj 90.
- Oktanski broj je bezdimenziona veličina.

19



18

### RON / Istraživački oktanski broj EN ISO 5164

- Ovom metodom se mjere antidetonativna svojstva goriva pri uslovima koji odgovaraju umjerenim režimima vožnje. Test se sprovodi pri manjem opterećenju i manjoj brzini obrtaja motora.

### MON / Motorni oktanski broj EN ISO 5163

- Ovom metodom se mjere antidetonativna svojstva goriva pri uslovima koji odgovaraju agresivnim režimima vožnje. Test se sprovodi pri većem opterećenju i velikoj brzini obrtaja motora.

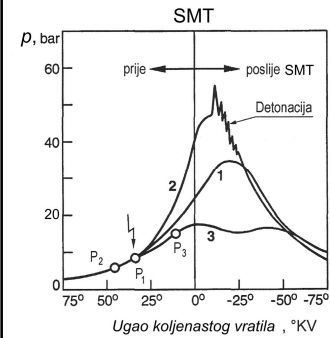
20

## Stepen kompresije - Oktanski broj



21

## Brzina motora – Ugao predpaljenja



### Prerano paljenje ima za posledicu:

- Završetak sagorijevanja u blizini SMT,
- Visoke pritiske i tvrd rad motora,
- Pregrijavanje,
- Sklonost ka detonaciji. Neophodan veći RON**

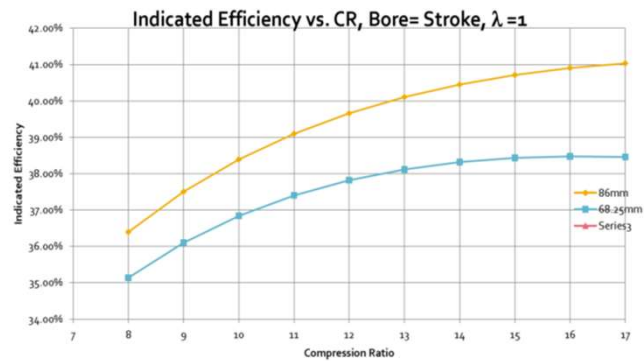
### Prekasno paljenje ima za posledicu:

- Produženo sagorijevanje,
- Manju snagu motora i
- Pregrijavanje.

- 1 – optimalno paljenje,
- 2 – prerano paljenje (sagorijevanje može preći u detonantno),
- 3 – prekasno paljenje

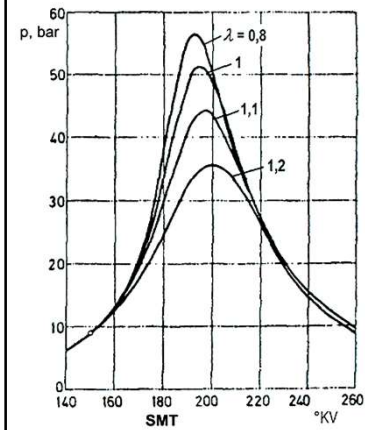
23

## Stepen kompresije - Efikasnost



22

## Brzina motora – bogatstvo smješe

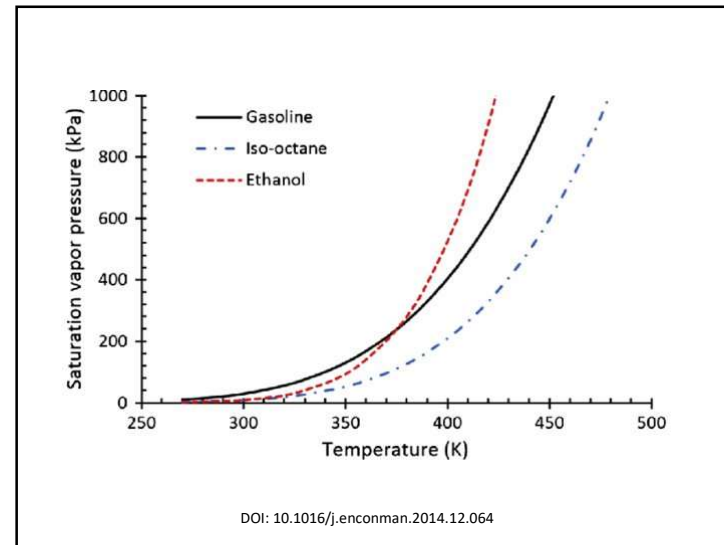


- Za najveću moguću snagu smješa mora biti bogata ( $\lambda$  0,85 ... 0,90), **sklonost ka detonaciji – neophodan veći RON**
- za malu specifičnu potrošnju goriva smješa mora biti siromašna.

24

- Niže vrijednosti Oktanskog broja od preporučenog za dati motor i date uslove vožnje mogu dovesti do pojave samopaljenja smješe benzin/vazduh što dalje vodi ka detonatom sagorijevanju.
- Detonativno sagorijevanje u Oto motorima dovodi do:
  - Nekontrolisanog i nepotpunog sagorijevanja,
  - Oštećenja radnog sklopa motora,
  - Smanjenja vijeka trajanja motora,
  - Smanjenja efikasnosti motora,
  - Povećanja potrošnje goriva ,
  - Smanjenja snage motora,
  - Povećanja emisije zagađivača (CO, NOx, HC, bijeli dim)
  - Smanjenja snage motora.
- Knock sensor reguliše sagorijevanje u oto motoru putem promjene ugla predpaljenja

25



27

## Isparljivost benzina

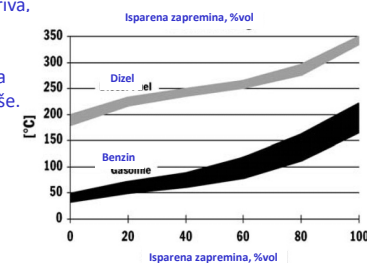
### Pritisak (Napon) para

- Pritisak para definiše lakoću isparavanja goriva. Što je pritisak para veći gorivo/benzin lakše isparava i obratno.
- Pritisak para benzina varira sa godišnjim dobima tj. sa različitim vremenskim uslovima.
- Tokom hladnih dana - benzin treba da ima veći pritisak para kako bi lakše ispario čime se omogućava lakši start motora (problem hladnog starta motora, kada je temperature motora identična okolnom vazduhu). Ako je pritisak para niži dolazi do slabijeg paljenja, sagorijevanja i do povećane emisije CO, HC,NOx, pa čak i do odsustva paljenja motora.
- Tokom toplih dana - benzin treba da ima manji pritisak para kako ne bi došlo do prevelikog isparavanja goriva iz rezervoara i do formiranja parnih čepova u sistemu goriva.
- Jedinica kPa

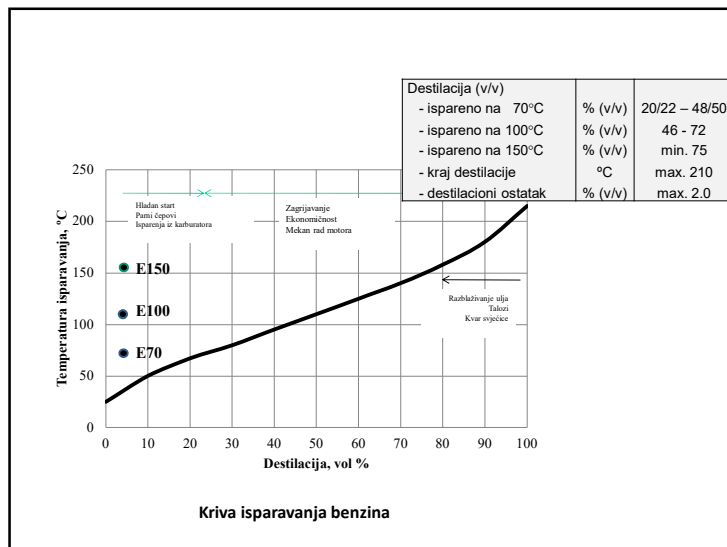
26

## Destilacione karakteristike tečnih goriva

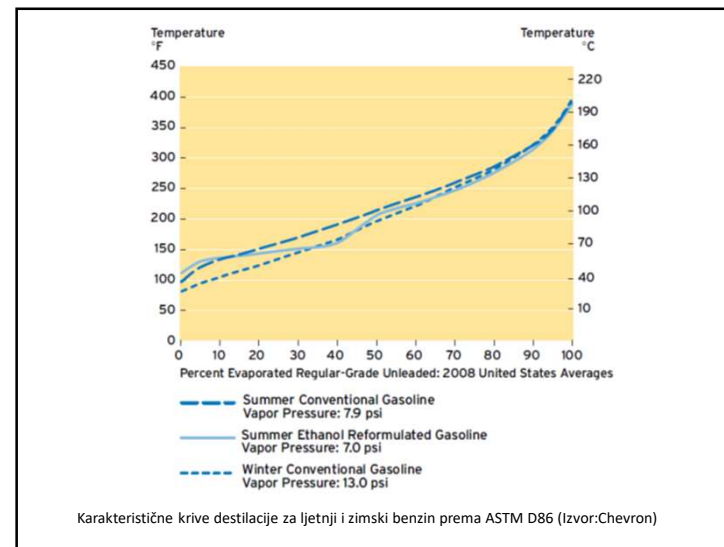
- Kriva destilacije ili kriva isparavanja definiše procenat goriva koji ispari (npr. 10%, 50%, 90%) do određene temperature (70 °C) pri njegovom postepenom zagrijavanju.
- Mogu se definisati zapremine isparavanja za tačno precizirane temperature (E70, E100, E150).
- Izgled ove krive zavisi od sastava goriva, tj. do vrste ugljovodnika
- Svaka od tačaka na krivoj je značajna za određenu fazu obrazovanja smješe.



28



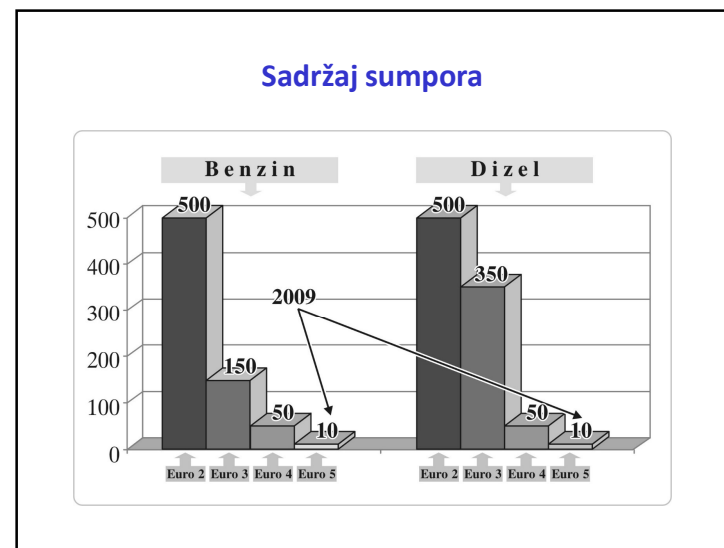
29



31

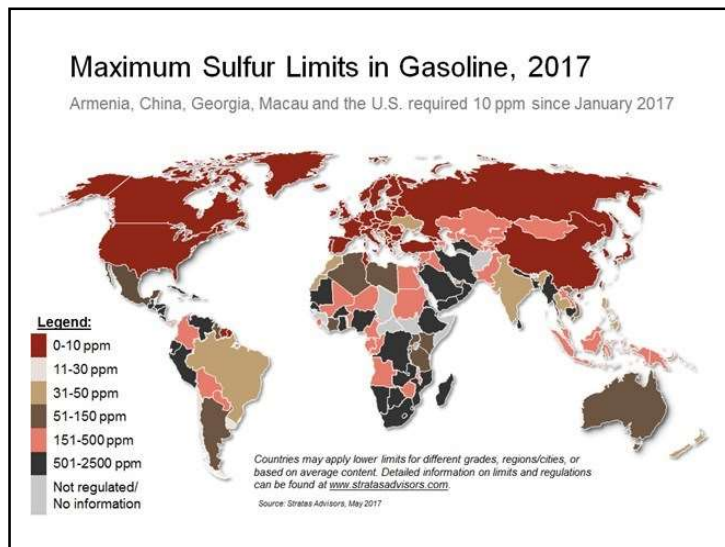
- Različiti opsezi profila krive destilacije koreliraju sa specifičnim aspektima performansi benzina.
- Isparljivost benzina na početku krive destilacije se prilagođava tako da obezbeđuje:
  - ✓ Lako startovanje hladnog motora (cold starting).
  - ✓ Rad bez stvaranja parnih čepova.
  - ✓ Niske emisije isparenja tokom mirovanja i rada motora.
- Isparljivost benzina na srednjem dijelu krive destilacije se prilagođava tako da obezbeđuje:
  - ✓ Brzo zagrijavanje i mekan rad motora.
  - ✓ Ekonomičnu potrošnju goriva.
  - ✓ Veliku snagu i ubrzanje.
- Isparljivost benzina na kraju krive destilacije se prilagođava tako da obezbeđuje:
  - ✓ Ekonomičnu potrošnju goriva nakon zagrijavanja motora.
  - ✓ Čist motor oslobođen od taloga.
  - ✓ Minimalno razblaživanje motornog ulja u karteru motora sa gorivom.
  - ✓ Minimalnu emisiju isparljivih organskih jedinjenja (VOC).

30

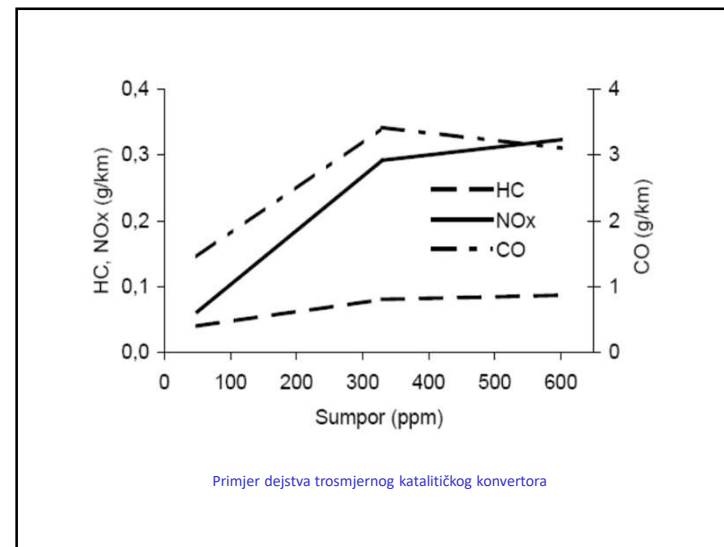


32





33



35

- Uticaj sadržaja sumpora u benzinu na smanjenje emisije izduvnih gasova je beznačajan u odnosu na njegov uticaj na efikasnost rada sistema za naknadni tretman izduvnih gasova.
- Sumpor u benzinu putem procesa sagorijevanja prelazi u okside sumpora, koji truju katalitičke konvertore.
- Smanjenjem sadržaja sumpora u benzinu povećava se efikasnost konverzije katalizatora i produžava njihova izdržljivost uz smanjenje emisija HC, CO, NOx i toksičnih komponenti.
- Jedinica mg/kg, ppm

3-smjerni Katalitički konvertori

- Oksidacioni Katalizatori (CO i HC  $\Rightarrow$  CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O)
- Redukcioni Katalizatori (NO  $\Rightarrow$  N<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>)

34

### Sadržaj Olova

- Aditivi na bazi olova su se počeli dodavati benzinu još 1920tih godina, kako bi povećali njegov oktanski broj, a sve u cilju otpornosti na pojavu detonativnog sagorijevanja.
- GM je patentirao upotrebu aditiva TEL (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>Pb (Tetra Ethyl Lead) kao aditiva protiv detonacija u motoru i nazvao ga "Ethyl" u marketinškim materijalima, izbjegavajući negativnu konotaciju riječi "olovo". ESSO/EXXON i General Motors su 1924.god stvorili Ethyl Gasoline Corporation za proizvodnju TEL.
- Nakon otkrića da je štetan po životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i nekompatibilnosti sa katalizatorima, počelo je smanjivanje upotrebe ovog aditiva.
- U SAD, 1972. god. EPA je pokrenula inicijativu o postupnom ukidanju olovnog benzina. Proces je otpočeo 1976.god i trajao je do 1986.god.
- Bezolovni benzin je u potpunosti ukinut u EU početkom 2000 god.
- Do 2000.god. industrija ovog aditiva je preusmjerila prodaju u zemljama u razvoju. U Kini ukinut 2001.god. U Crnoj Gori 2011.g

36

- Emisija olovnih jedinjenja koja koriste olovni benzin su u direktnoj zavisnosti od koncentracije olova u benzinu.
- Sa povećanjem efikasnosti katalizatora, tolerancija na kontaminaciju sa olovom je veoma mala, i najmanje količine olova mogu da začepe katalizator što znatno povećava emisiju CO, HC i NOx
- Vozila koja koriste katalitičke konvertore (počevši od EURO 1 standarda) ne mogu da koriste olovni benzin.
- Ostali negativni efekti po motor/vozilo:
  - korozija izduvnih ventila,
  - zaprljanje ulja sa korozivnim kiselinama,
  - zaprljanje svjećica, i
  - korozija izduvnog sistema.
- Dobra strana primjene olovnog aditiva bila je zaštita od erozije sjedišta ventila motora. Mnoga starija vozila su primjenom raznih aditiva rješila ovaj problem prilikom prelaska na bezolovni benzin.
- Korištenjem bezolovnog benzina motoru se može produžiti vijek od 1,5 - 2 puta.

37

- Olovna jedinjenja koja izađu sa izduvnim gasovima iz vozila se disperguju u vazduhu nakon čega se inhaliraju ili talože na zemljištu u blizini puteva.
- Olovo je toksični metal koji se akumulira u organizmu i ima neurotoksični efekat.
- Mnoge studije su povezale povećan sadržaj olova u krvi kod djece sa negativnim efektima kao što su mentalni razvoj, IQ i ponašanje.
- Pored navedenog, izloženost olovu uzrokuje povećanje krvnog pritiska, povećava srčana oboljenja i oštećuje specifične organe.
- Jedinica mg/l

38

## Gustina tečnih goriva

- Gustina predstavlja apsolutni odnos između mase i zapremine na datoj temperaturi.
- Jedinica je kg/m<sup>3</sup>; standardna referentna temperatura je 15°C.
- Gustina nafte i svih tečnih goriva zavisi od sastava i osobina ugljovodonika: parafinska goriva su najlakša, a aromatska najteža .
- Kod tečnih goriva, gustina je proporcionalana sa viskozitetom.

39

## Gustina benzina

- Gustina benzina uglavnom se kreće između 710 i 770 kg / m<sup>3</sup>.
- Benzin se trguje sa referentnom gustinom od 755 kg / m<sup>3</sup>, a njegova cijena je manja ili veća u zavisnosti od odstupanja stvarne gustine od referentne gustine benzina.
- Zbog manje gustine, benzin pluta na vodi, pa se voda ne može koristiti za gašenje vatre benzina, osim ako se ne nanosi u obliku fine magle.

40

## Sadržaj benzena

- Toksičan ugljovodoničar.
- Lako je isparljiv. Ima visoke oktanske vrijednosti - RON 106, MON 103 zbog čega se dodaje benzinu u rafinerijama.
- Benzen se emituje pri sagorijevanju i isparavanju benzina.
- Kontrola sadržaja benzena u benzinu je najdirektniji način ograničenja izduvne i emisije isparenja benzena, a samim tim i izlaganja ljudi benzenu.
- Euro 3, 4 i 5 standardi dozvoljavaju sadržaj Benzena do 1% v/v (Euro 2 limit je bio 5%)

41

## Ostala svojstva benzina

- Sadržaj Oksigenata (etanol, metanol, MTBE) se dodaju benzinu u cilju povećanja oktanskog broja. Etanol se može dodavati do 10 % vol u Benzin po standardu. Upotreba oksigenata može da utiče i na povećanje emisije isparavanja goriva.
- Sadržaj Olefina - ugljovodoničari koji dovode do stvaranja taloga. Taloci u komori za sagorijevanje mogu dovesti do povećanja izduvne emisije, CO, HC i NOx. Prilikom sagorijevanja jedinjenja olefina stvaraju se i toksične komponente, kao što je kancerogeni 1,3-butadien. Standardom se ograničavaju na max. 18 %vol.
- Sadržaj Aromata – najteži ugljovodoničari dovode do stvaranja taloga u motoru i povećanja izduvne emisije NOx i HC. Ograničenjem koncentracije aromata i kraja destilacije se obezbjeđuje ograničavanje koncentracije teških aromata. Standardom se ograničavaju na max. 35 % vol.

43

## Korozija na bakarnoj pločici

- Određuje postojanje određenih sumpornih jedinjenja i vlage u gorivima
- Može doći do korozije kako rezervoara goriva na benzinskim stanicama tako i rezervoara i sistema goriva na vozilu.
- Iz rezervoara sitni korozivni djelići mogu dospjeti i u samu pumpu za ubrizgavanje, brizgače, pri čemu se mogu oštetiti i začepiti što dovodi do
  - gubitka snage,
  - povećanog opterećenja,
  - pregrijavanja motora,
  - povećanja emisije zagađivača.
- Po standardu EU dozvoljena je Klasa 1.

42

## Dizel Gorivo

- Tečna goriva koja obuhvataju teže ugljovodoničari (sa 12 do 17 atoma C u molekulu), koji isparavaju u opsegu od 220 do 360 °C.
- Opšta hemijska formula  $C_{12}H_{23}$
- Koristi se za pogon dizel motora
- Postoje sledeće vrste na CG tržištu :
  - Eurodizel - Za savremene dizel motore

44

**CRNOGORSKI STANDARD**

**MEST EN 590**  
Jul 2014  
EN 590:2013, IDT

**Goriva za motorna vozila - Dizel gorivo -  
Zahtjevi i metode ispitivanja**

**Automotive fuels - Diesel - Requirements  
and test methods**

Referentna oznaka:  
MEST EN 590:2014 (en) 1 izdanje

 **INSTITUT ZA STANDARDIZACIJU CRNE GORE**  
INSTITUTE FOR STANDARDIZATION OF MONTENEGRO

45

**Table 2 — Climate-related requirements and test methods — Temperate climates**

Property	Unit	Limits						Test method <sup>a</sup> (See Clause 2)
		Grade A	Grade B	Grade C	Grade D	Grade E	Grade F	
CFPP	°C, max.	+5	0	-5	-10	-15	-20	EN 116 <sup>b</sup> EN 16323

<sup>a</sup> See also 5.7.1.  
<sup>b</sup> See 5.7.6.

47

**Table 1 — Generally applicable requirements and test methods for automotive diesel fuel**

Property	Unit	Limits		Test method <sup>a</sup> (See Clause 2)
		minimum	maximum	
Cetane number		51,0	—	EN 15935:165 <sup>a</sup> EN 15195 EN 16144
Cetane index		46,0	—	EN 15935:424 EN 15195
Density at 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	820,0	848,0	EN 15935:675 <sup>a</sup> EN 15195:1216 <sup>b</sup>
Polycyclic aromatic hydrocarbons <sup>c</sup>	% (m/m)	—	8,0	EN 15935:207 <sup>a</sup> EN 15195:207 <sup>b</sup>
Sulfur content	mg/kg	—	10,0	EN 15935:207 <sup>a</sup> EN 15195:207 <sup>b</sup>
Manganese content <sup>d</sup> and 2014 to 01-01 onwards	mg/l	—	2,0	EN 15935:194 <sup>a</sup> prEN 15935
Flash point <sup>e</sup>	°C	Above 50,0	—	EN 15935:2719
Carbon residue <sup>f</sup> (on 10 % distillation residue)	% (m/m)	—	0,3	EN 15935:10310
Ash content	% (m/m)	—	0,01	EN 15935:6245
Water content	mg/kg	—	30	EN 15935:12687
Total contamination	mg/kg	—	24	EN 12662 <sup>g</sup>
Copper strip corrosion (33 h at 50 °C)	mg	—	1	EN 15935:2160
Fatty acid methyl ester (FAME) content <sup>h</sup>	kg/100	—	7,0	EN 14078
Oxidation stability <sup>i</sup>	gm <sup>3</sup>	—	25	EN 15935:12205 EN 15751
Lubricity, corrected wear scar diameter (1,4) at 60 °C	mm	—	460	EN 15935:12165-1
Viscosity at 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,000	4,500	EN 15935:3104
Distillation <sup>j,k</sup>				EN 15935:3405 <sup>k</sup>
% (w/w) recovered at 200 °C	% (w/w)	—	< 65	EN 15935:3924
% (w/w) recovered at 300 °C	% (w/w)	—	85	EN 15935:3924
95 % (w/w) recovered at 350 °C	°C	—	360	EN 15935:3924

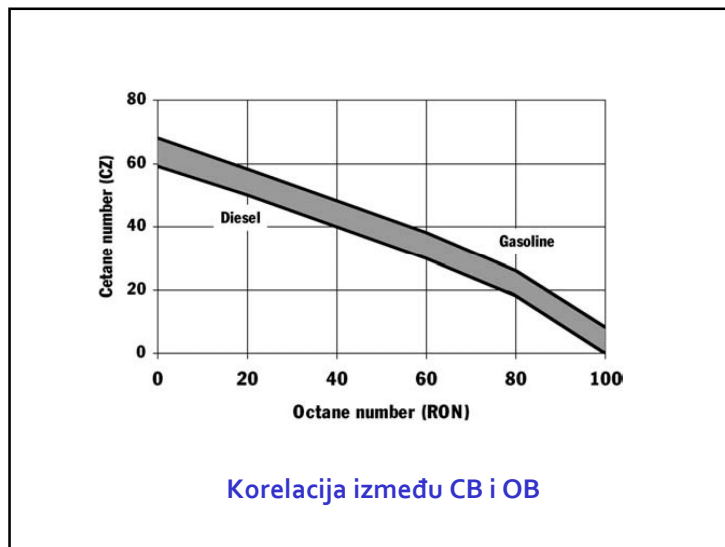
<sup>a</sup> See also 5.7.1.  
<sup>b</sup> See also 5.7.2.  
<sup>c</sup> For the purposes of the European Standard, polycyclic aromatic hydrocarbons are defined as the total aromatic hydrocarbon content with the exception of naphthalene content, such as determined by EN 12916.  
<sup>d</sup> See also 5.7.3.  
<sup>e</sup> See also 5.7.4.  
<sup>f</sup> Further investigation into the total contamination test method to improve the precision, particularly in the presence of FAME, is being carried out by CEN.  
<sup>g</sup> FAME shall meet the requirements of EN 14187, see (5).  
<sup>h</sup> Where diesel fuel contains more than 2 % (w/w) FAME, oxidation stability as determined by EN 15751 is the requirement.  
<sup>i</sup> For the calculation of the cetane index the 10 %, 50 % and 90 % (w/w) recovery points are also needed.  
<sup>j</sup> The tests for distillation at 200 °C and 300 °C are included for diesel fuel in use with EU Common Customs tariff.  
<sup>k</sup> EN 601:2004 gives instructions to convert to ISO 3405 equivalent data. See also 5.7.5.

46

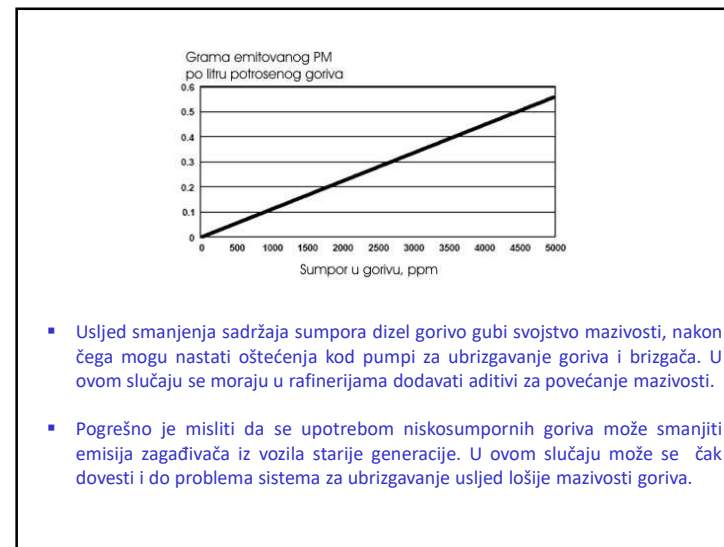
## Cetanski broj

- Osnovna osobina dizel goriva je njegova lakoća samopaljenja i ona je definisana cetanskim brojem.
- Što je cetanski broj veći to je lakše gorivu da se upali. (smanjuje se period zakašnjenja paljenja goriva)
- Dizel gorivo sa cetanskim brojem manjim od predviđenog dovodi do
  - težeg paljenja goriva, a time i do težeg startovanja motora
  - bučnog i nekontrolisanog rada motora,
  - potrošnja goriva se znatno povećava uz gubitak snage motora,
  - emisija štetnih komponenti raste prije svega PM i NOx
- Minimalna vrijednost cetanskog broja po EU standardu je 51.

48



49

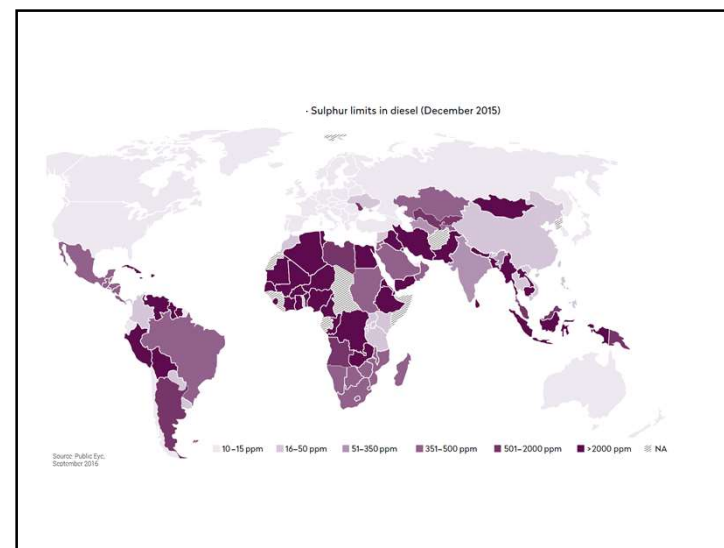


51

### Sadržaj sumpora

- Sumpor u gorivu utiče na
  - povećanje istrošenja u motoru
  - stvaranje depozita (taloga)
  - povećanje emisije PM i SO<sub>2</sub>
  - nemogućnost rada filtera čestica i katalizatora
- Sumporni oksidi (SO<sub>x</sub>) se formiraju tokom sagorijevanja, i sa vodom stvaraju sumpornu kiselinu (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) koja stvara korozivna istrošenja i doprinosi stvaranju taloga u motoru. Češća zamjena ulja kod goriva sa većim sadržajem sumpora.
- Veći sadržaj sumpora dovodi do stvaranja sulfatnih čestica. Sulfatne čestice se talože na ventilima i brizgačima goriva što može dovesti do začepljenja mlaznica. Sulfatne čestice se lijepe na čvrste čestice čađi čime se povećava ukupna masa čestica PM.
- Sumporna jedinjenja dovode do smanjenja efikasnosti katalizatora i filtera čestica što ima za posljedicu znatno povećanja emisije.

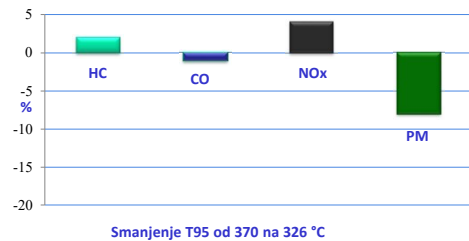
50



52

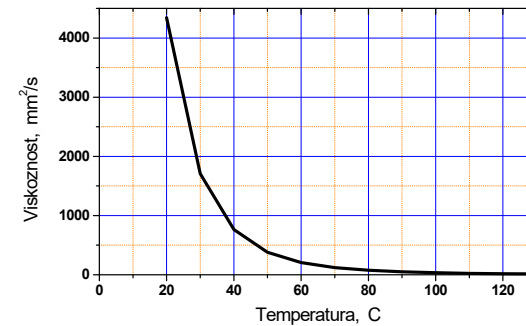
## Destilacione karakteristike dizela

- Temperatura do koje ispari 95% goriva ukazuje na prisustvo težih frakcija. Sa povećanjem sadržaja težih frakcija u dizelu raste emisija čestica PM.
- Standardom se T95 ograničava na max 360°C



53

$$v=f(T)$$



Uticaj temperature na viskoznost goriva.

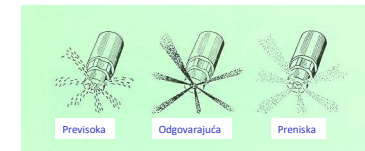
55

## Viskozitet tečnih goriva

- Viskoznost je karakteristika dizel goriva važna za ispravan rad sistema za ubrizgavanje goriva (za njegovo podmazivanje) i na stvaranje kvalitetne smješe gorivo/vazduh u motoru.
- Viskozitet je karakteristika koja pokazuje kakva je sposobnost tečnosti da protiče kroz cijevi.
- Viskozitet predstavlja karakteristiku unutrašnjeg trenja tečnih materija: to je izraz otpora kojim se materija suprotstavlja djelovanju spoljnih sila, koje teže da izvrše pomjeranje čestica te materije.
- Viskozitet varira sa temperaturom goriva.
- Viskozitet goriva je izražen kao kinematska viskoznost.
- Jedinica je mm<sup>2</sup>/sek; standardna referentna temperatura je 40 °C

54

- Donja granica viskoznosti je određena gubicima usljed propuštanja a gornja - potrebnom finoćom raspršivanja.
- **Previsoka** viskoznost utiče na loš kvalitet stvaranja smješe zbog lošijeg raspršivanja i obrazovanja smješe a time i lošijeg sagorijevanja, što ima za posljedicu
  - slabije startovanje motora
  - povećanje buke motora,
  - povećanje potrošnje goriva,
  - gubitak snage i
  - povećanje emisije čestica
  - povećanje emisije NOx



- **Preniska** viskoznost goriva dovodi do nedovoljnog podmazivanja pumpi i brizgača i do njihovog istrošenja.
- Gorivo preniske viskoznosti, može se pretvoriti u gasovitu fazu u pumpama visokog pritiska, što sprječava stvaranje odgovarajućeg pritiska za ubrizgavanje

56

## Ugljenični ostatak

- Ugljenični ostatak je mjera teških jedinjenja u gorivu, i veoma bitan parametar za dizel gorivo jer nam govori o sposobnosti goriva da stvara čvrsti ostatak pri sagorijevanju.
- Posljedice
  - Začepljenje mlaznica brizgača
  - Stvaranje taloga na čelu klipa i ventilima, i u turbokompresoru
  - Lošije sagorijevanje uz povećanu potrošnju goriva,
  - Smanjena snaga
  - Trošenje materijala motora



57

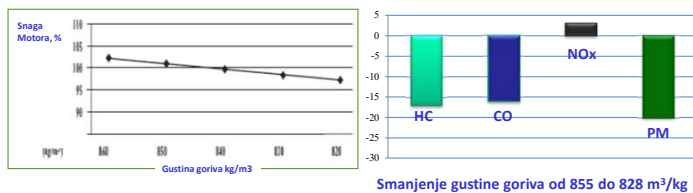
## CFPP – Cold Filter Plugging Point

- Zimski/ljetnji kvalitet dizel goriva. Razlikuju se u vrijednosti temperature pri kojoj dolazi do začepljenja hladnog filtera - temperatura filtrabilnosti.
- Za razliku od benzina koji se ne smrzava ni pri najgorim vremenskim uslovima, kod dizel goriva se već pri nešto nižim temperaturama izdvajaju mikrokristali parafina koji mogu da smanje ili zaustave protok goriva kroz filter i time spriječe dovod goriva do motora usljed čega motor ne može da startuje.
- Zbog toga je neophodno u zimskom periodu iz dizel goriva odstraniti dio parafina kako ne bi došlo do začepljenja filtera.
- Prema standardu zimski dizel ima minimalnu temperaturu filtrabilnosti od -15°C, što znači da je to garancija da dizel gorivo neće začepiti filter pri toj temperaturi.

59

## Gustina dizel goriva

- Utiče na snagu, potrošnju i izduvnu emisiju
- Sistemi za ubrizgavanje ubacuju istu zapreminu goriva.
  - Gušća goriva imaju veću toplotnu moć po jedinici zapremine,
  - Ukoliko je gustina goriva veća, uz dovoljno vazduha i potpuno sagorijevanje može doći do smanjenja potrošnje goriva uz dobijanje veće snage motora. Ako motor radi pri punoj snazi u ovom slučaju može doći do povećanja emisije dima.
- Goriva sa malim sadržajem sumpora imaju manju gustinu.



58



Dizel gorivo sa aditivom protiv smrzavanja na -22°C  
Bez sedimentacije parafinskih kristala

Dizel gorivo na -22°C  
Sedimentacija parafinskih kristala

60

- Uticaj na niskotemperaturna svojstva goriva:
  - proizvodnja goriva iz neparafinskih sirovina;
  - ekstrakcija parafina iz goriva;
  - dodavanje lakih komponenti u gorivo (teški benzin ili petrolej);
  - dodavanje aditiva za poboljšanje protoka (tečenje).
- Razrijeđenje lakim komponentama max do 30 % vol., iznad toga poremećaj ostalih svojstava Diesel goriva.
- Najveći učinak ima dodatak motornog benzina (30 % vol. → filtrabilnost sa -9°C na -15°C), ali se sa već 5 % vol kvari tačka samozapaljenja za 20 °C .
- Treba dodavati samo u malim količinama za start, a ne i u rezervoar ili skladište.
- Dodavanjem aditiva "flow improver" omogućuje se rad i kod niskih temperatura, a karakteristike goriva se ne mijenjaju. Sprečava stvaranje većih parafina.

61

- ### Temperatura paljenja
- Temperatura paljenja predstavlja karakteristiku koja je u interesu za požarnu bezbjednost pri čuvanju goriva u skladištu, transportu i u uslovima eksploatacije.
  - To je najniža temperatura do koje treba materiju zagrijati u propisanim uslovima ispitivanja pa da se iz nje izdvoji toliko gorivih i isparljivih sastojaka da se mogu upaliti stranim izvorom toplote i da trenutno sagore.
  - Jedinica je °C.
  - Minimalna temperatura paljenja dizel goriva je 55 °C.
  - Niže temperature od standardne ukazuju na moguće miješanje dizel goriva sa benzinom (obično prilikom transporta), a višocije na miješanje sa motornim uljem.

63

- ### Sadržaj vode i nečistoća
- Voda i nečistoće u gorivu dospjevaju usljed loše manipulacije, transporta ili skladištenja. Talože se na dnu rezervoara jer imaju veću gustinu.
  - Dizel gorivo ima svojstvo higroskopnosti, što znači da absorbuje vodu.
  - Voda u dizel gorivu može da:
    - smanji snagu motora i poveća potrošnju goriva,
    - pogorša emisiju zbog nepotpunosti sagorijevanja, osim NOx jer zavisi od max temperature sagorijevanja,
    - poveća trenje između kontaktnih površina u pumpi za ubrizgavanje što može da ima za posljedicu oštećenje djelova pumpe i brizgača,
    - spere ulje u cilindru i da dovedu do oštećenja istih.
  - Nečistoće u dizel gorivu mogu da:
    - začepe filtere goriva zajedno sa vodom,
    - naprave štetu u sistemu ubrizgavanja i da oštete mlaznice brizgača

62

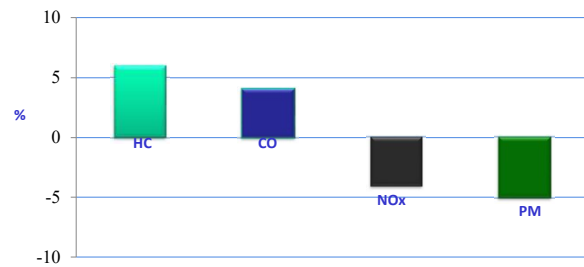
Gorivo	Temp. paljenja	Temperatura samopaljenja
Etanol (70%)	16.6 °C	363 °C
Benzin	<43 °C	246 °C
Dizel gorivo	>55 °C	210 °C
Mlazno gorivo	>60 °C	210 °C
Kerozin	>38–72 °C	220 °C
Biljno ulje	327 °C	
Biodizel	>130 °C	

64



### Sadržaj aromatskih ugljovodonika

- Aromati su najteži ugljovodonici. Isparavaju pri visokim temperaturama.
- Standardom se ograničava sadržaj policikličkih aromata na 8%



Uticaj smanjenje poliaromata sa 8 na 1%

65

**PITANJA ?**

66