

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju

Zagreb, Savska cesta 16 / II



ZAŠTITA OKOLIŠA U PRERADBI NAFTE

Prof. Katica Sertić - Bionda

ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA VEZANA UZ PRIMJENU NAFTNIH PROIZVODA

Pokretni izvori emisija

Naftna goriva

- **motorni benzini**
- **dizelska goriva**
- **utjecaji na štetne emisije**

MOTORNI BENZINI

- Složena smjesa tekućih ugljikovodika (C_5 do C_{10}) i dodataka s područjem destilacije $T_v = 30$ do 200 C
- Služi kao pogonsko gorivo za motore s unutarnjim izgaranjem u kojima se goriva smjesa inicijalno pali električnom iskrom (Otto 1878.).
- Ugljikovodici: n-parafini, granati-parafini, alkilirani ciklopentani i cikloheksani, alkilbenzeni
- Dobiva se namješavanjem frakcija primarne i sekundarne prerade nafte (procesi krekiranja, reformiranja, alkilacije, izomerizacije itd.) i dodataka (aditiva)

Komponenta	Volumni udjel/ %	OB
1.Primarni benzin	3	55...75
2.FCC-benzin	36	85...90
3.Reformat-benzin	34	95...100
4.Alkilat-benzin	12	95...100
5.Izomerizat-benzin	5	85...90
6.Polimerizat-benzin	5	95...100
7.Oksigenti	2...15	110...120

MOTORNI BENZINI

PRIMJENSKA SVOJSTVA:

1. OKTANSKI BROJ (OB)

- Određuje kakvoću benzina s obzirom na izgaranje (antidetonska vrijednost). Izgaranje nejednolikom brzinom, ranijim paljenjem komponenata izaziva lupanje, “udar” na blok motora.
 - granati ugljikovodici - ravnomjerno izgaranje,
 - ravnolančani ugljikovodici - lupajuće izgaranje
- 1927.g. E.D.Graham predložio referentna goriva i “oktanski broj”:
 - n-heptan: OB = 0
 - 2,2,4-trimetilpentan (izo-oktan): OB = 100

MOTORNI BENZINI

OB čistih ugljikovodika:

n-pentan	61	2-metil pentan	75
n-heksan	25	2,2-dimetil butan	96
n-heptan	0	2,3,3-trimetil butan	101
n-oktan	-17	1,2,3-trimetil benzen	118
cikloheksan	77	1,3,5-trimetil benzen	170
benzen	108	toluen	104

- **OB** smjesa je aditivno svojstvo komponenata (vol. %).
- Kakvoća benzina ovisi i o uvjetima rada motora. Američki odbor za suradnju i istraživanje goriva (CFR) uveo metode:
 1. Research Method (RON) = istraživačka metoda (IOB)
 2. Motor Method (MON) = motorna metoda (MOB)

MOTORNI BENZINI

- Vrijednosti **OB** dobivaju se u standardiziranim jednocilindričnim motorima s promjenljivim omjerom kompresije.
 - Za IOB - manji (600 o/min), a MOB - veći broj okretaja (900 o/min) i viša usisna temperatura smjese (150°C).
 - **IOB** - bolji pokazatelj izgaranja goriva u blažim uvjetima vožnje.
 - **MOB** - duge, forsirane vožnje
 - Uobičajeno IOB > MOB
- Osjetljivost goriva = IOB – MOB

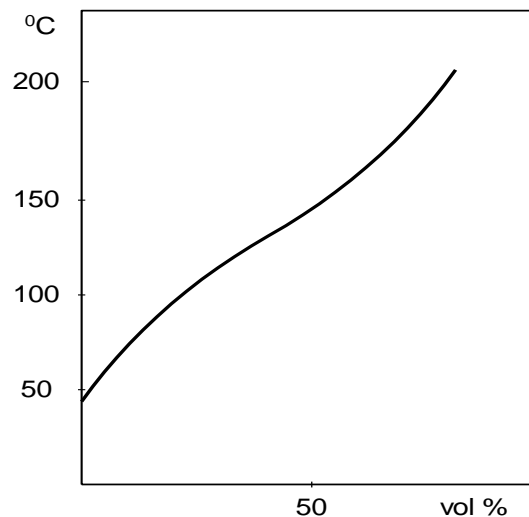
2. HLAPIVOST (ISPARLJIVOST) BENZINA

- Određena je:
 - a) standardnom destilacijom
 - b) tlakom para po Reidu

MOTORNİ BENZINI

a. Standardna destilacija

- Krivulja destilacije benzina ima "S" oblik s karakterističnim točkama:
- Temp. početka destilacije $T_{\text{poč.}}$ ($\sim 40^{\circ}\text{C}$)
- Temp. 10 % predestiliranog T_{10}
- Temp. 50 % predistiliranog T_{50}
- Temp. 90 % predestiliranog T_{90}
- Kraj T_{kraj} ($\sim 200^{\circ}\text{C}$)



b. Tlak para po Reid-u (R_{np})

- Određuje se standardiziranom metodom pri temperaturi od 38°C - izabrana jer je R_{np} jako utjecan niskovrijućim komponentama. R_{np} se može izračunati iz dest. krivulje empirijskim formulama, kao i nomogramima.

MOTORNI BENZINI

ADITIVI

Kemijski spojevi ili smjese koje u malim količinama poboljšavaju određeno svojstvo temeljnom proizvodu.

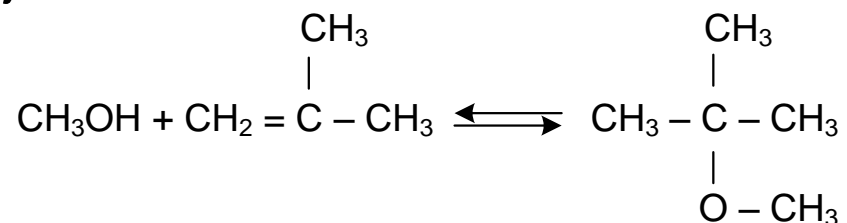
Poboljšivači oktanskog broja:

- **Olovni alkili** (tetrametil-olovo ($\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$) i tetraetil-olovo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$), TEO, i metil-ciklopentadienil-mangantrikarbonil (MMT)
Već i mali udio Pb-alkila, do 0,8g Pb/L, povećava OB za 10 jedinica.
Ekološki neprihvatljivi, katalitički otrovi.
- **Oksigenati** (određeni alifatski alkoholi i eteri, najpoznatiji su metil-terc-butil (MTBE), etil-terc-butil (ETBE), metanol i etanol)
Neškodljivi kisikovi spojevi, povećavaju OB i smanjuju sadržaj ugljikovog dioksida i dušikovih oksida u ispušnim plinovima.

MOTORNI BENZINI

Oksigenati:

- **Metil-terc-butil-eter (MTBE):** najviše primjenjivan oksigenat. dobiva se reakcijom isobutena i metanola:



- **Terc-amil-metil-eter (TAME)**
dobiva se reakcijom metanola s razgranatim C₅ olefinom
- **Etil-terc-butil-eter (ETBE) / Terc-amil-etil-eter (TAEE)**
dobivaju se dodavanjem etanola izobutenu ili izoamilenima.

Ostali aditivi:

- **Antioksidanti, inhibitori korozije, deemulgatori ,detergenti**
(aditivi kontrole taloga)

MOTORNI BENZINI

<u>ZNAČAJKA KAKVOĆE</u>	Jedinica	Granična vrijednost		Metoda (Norme) ispitivanja
		najmanje	najviše	
Istraživački oktanski broj (IOB)		95	-	HRN EN ISO 5164
Motorni oktanski broj (MOB)		85	-	HRN EN ISO 5163
Tlak para, ljetno razdoblje ²	kPa	-	60,0	
Destilacija:				HRN EN ISO 3405 ASTM D 86
- količina predestiliranoga do 100 °C	% v/v	46,0	-	
- količina predestiliranoga do 150 °C	% v/v	75,0	-	
Količina ugljikovodika:				
- olefini	% v/v	-	18,0	ASTM D 1319, HRN EN 14517
- aromati	% v/v	-	35,0	ASTM D 1319, HRN EN 14517
- benzen	% v/v	-	1,0	HRN EN 238, ASTM D 3606
Količina kisika	% m/m		2,7	HRN EN 1601
Količina oksigenata				HRN EN 13132, ASTM D 4815
- metanol (obvezan stabilizator)	% v/v	-	3	
- etanol (može se dodati stabilizator)	% v/v	-	5	
- izo-propilni alkohol	% v/v	-	10	
- <i>terc</i> -butilni alkohol	% v/v	-	7	
- izo-butilni alkohol	% v/v	-	10	
- eteri s pet ili više atoma ugljika po molekuli	% v/v	-	15	
- ostali oksigenati	% v/v	-	10	
Količina sumpora	mg/kg	-	10	HRN EN ISO 20846
Količina olova	g/l		0,005	HRN EN 237, IP 224

DIZELSKA GORIVA

- Pogonsko gorivo za motore u kojima se goriva smjesa samostalno pali u atmosferi vrućeg stlačenog zraka. (Diesel 1897).
- Smjesa petrolejske frakcije i frakcije lakog plinskog ulja (C_{12} do C_{25}) s područjem destilacije $T_v = 160 - 360^{\circ}\text{C}$

PRIMJENSKA SVOJSTVA:

1. CETANSKI BROJ (CB) - sklonost samozapaljenju.

Standardi za CB: n - heksadekan (cetan), $C_{16}H_{34}$. CB = 100
 α - metil naftalen (α MN) CB = 0

- Mjerenja se provode na standardnom laboratorijskom motoru, a vrijednost CB = 35 - 50.
- Umjesto α MN koristi se kao standard i 2,2,4,4,6,8,8.heptametil nonan (CB = 15).

DIZELSKA GORIVA

- parafini: veća granatost, niži CB: 3-etildekan (53), 4,5-dietiloktan (26)
- nafteni: dulji pokrajnji lanci (ciklopentan i heksan) > CB
- aromati: benzen toluen n-heksilbenzen n-nonilbenzen
- CB: -18 5 26 50

2. CETANSKI INDEKS

- Određuje se prema standardu (metoda izračunavanja jednačbom s četiri nepoznanice):

$$CI = 45.2 + 0.0892 T_{10N} + (0.131 + 0.901 B) T_{50N} + (0.0523 - 0.42 B) T_{90N} + 0.00049 (T_{10N}^2 - T_{90N}^2) + 107 B + 60 B^2$$

gdje je:

$$T_{10N} = T_{10} - 215$$

$$T_{50N} = T_{50} - 260$$

$$T_{90N} = T_{90} - 310$$

T_{10/50/90} temperatura za 10/50/90 % predestiliranog, °C

$$B = [\exp (-0.0035 DN)] - 1$$

$$D_N = D - 850$$

$$D = \text{gustoća kod } 15^{\circ}\text{C, kgm}^{-3}$$

DIZELSKA GORIVA

3. **FILTRABILNOST:** definira primjenjivost goriva pri niskim temperaturama.

Određuje se u posebnom uređaju po metodi **CRA** (prema autorima) ili **CFPP** (*Cold Filter Plugging Point*).

- Definira se kao temperatura kod koje pod standardiziranim uvjetima dolazi do zaustavljanja dotoka goriva uslijed začepljenja filtera u motoru talogom kristaliziranog parafina.

4. **DESTILACIJA:**

ASTM destilacija - definira destilacijsko područje, koje ima velik utjecaj na ostala svojstva (viskoznost, točku paljenja, temperaturu samozapaljenja).

5. **TOČKA PALJENJA (PLAMIŠTE)** : propisana vrijednost je iznad 55°C.

6. **AROMATI (POLIČIKLIČKI)**: doprinose povećanju emisija pri izgaranju dizelskih goriva, posebice NO_x.

ADITIVI:

Aditivi za povećanje cetanskog broja, aditivi za poboljšanje izgaranja, detergentsi, antioksidansi.

DIZELSKA GORIVA

<u>ZNAČAJKA KAKVOĆE</u>	Jedinica	Granična vrijednost		Metoda (Norme) ispitivanja
		najmanje	najviše	
Cetanski broj		51,0	-	HRN EN ISO 5165
Gustoća na 15 °C	kg/m ³	-	845	HRN EN ISO 3675, ASTM D 4052
Destilacija:				HRN EN ISO 3405 ASTM D 86
-95 % (v/v) predestiliranog do	°C	-	360	
Količina policikličkih aromatskih ugljikovodika ³	% m/m	-	11	HRN EN 12916
Količina sumpora	mg/kg	-	10	HRN EN ISO 20846, HRN EN ISO 20884
Količina vode	mg/kg	-	200	HRN EN ISO 12937
Točka filtrabilnosti za razdoblje:	°C			HRN EN 116, ASTM D 6371
- od 16.4. do 30.9.		-	0	
- od 1.10. do 15.11.		-	-10	
- od 1.3. do 15.4.		-	-10	
- od 16.11. do 29.2.		-	-15	
Mazivost (wsd 1,4) na 60 °C	µm	-	460	HRN EN ISO 12156-1

EUROPSKE NORME GORIVA ZA MOTORNA VOZILA

Motorni benzin	1996	2000	2005	2008
	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
Europske norme (Direktiva)	EN 228	EN 228	Dir 98/70	Dir 98/70
Istraživački OB, najmanji	-	91/95/98	91/95/98	95
Motorni OB, najmanji	-	82, 5/85/88	82, 5/85/88	85
Sumpor, ppm m/m	350	150	50/10	10
Kisik, % m/m	-	2,7	2,7	Razmatra se *
Benzen, % vol., najviši.	5	1	1	Razmatra se *
Aromati, % vol., najviši	-	42	35	Razmatra se *
Olefini, % vol., najviši		21(18)	18	Razmatra se *
Dieselsko gorivo	1996	2000	2005	2008
	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5
Sumpor, ppm m/m	500	350	50/10	10
Cetanski broj, najmanji	49	51	51	Razmatra se *
Gustoća @ 15 C, kg/m ³	820-860	845 max.	845 max.	Razmatra se *

IZGARANJE GORIVA

- Izgaranje benzina u motoru s unutarnjim izgaranjem nije kontinuirani proces već se odvija s prekidima u složenim uvjetima koji se učestalo mijenjaju.
- Potpuno izgaranje je egzotermna reakcija u prisutnosti kisika:
$$\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = - 5\,500 \text{ kJ/mol}$$
- Velika reakcijska toplina dovodi do visoke temperature i tlaka u motoru, uz pretvorbu toplinske u mehaničku energiju.
- Za potpuno izgaranja jediničnog masenog dijela benzina biti će potrebno 15 masenih dijelova zraka – omjer 15.
- O omjeru zrak/gorivo ovisi i količina nastalih štetnih sastojaka ispušnih plinova: ugljikov monoksid (CO), dušični oksidi (NO_x), nesagorivi, najviše aromatski ugljikovodici (HC; benzen) i čvrste čestice (čada).
- Veći omjer zrak/gorivo - "siromašna smjesa"
- Manji omjer zrak/gorivo – "bogatija smjesa"

IZGARANJE GORIVA

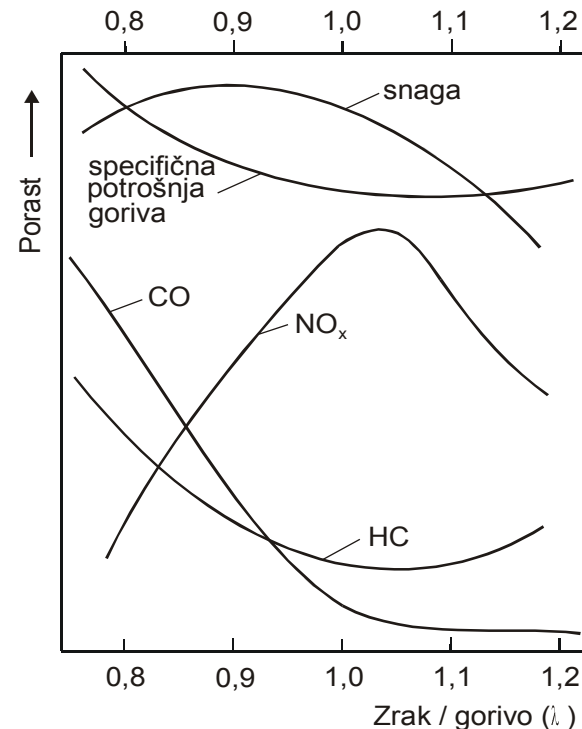
- Povećanjem omjera zrak/gorivo smanjuje se sadržaj CO, a udjel NO_x postiže maksimalnu vrijednost iznad stehiometrijskog omjera. Nepotpunim izgaranjem nastaju CO i zaostali ugljikovodici (HC), najviše aromatski ugljikovodici.
- Utjecaj sastava gorive smjese (zrak/gorivo, λ) na specifičnu potrošnju goriva, snagu motora i emisije štetnih plinova izgaranja pri radu benzinskog motora:

- $\lambda = (m_a/m_f) : (m_a/m_f)_{\text{steh}}$

m_a = maseni udjel zraka

m_f = maseni udjel goriva

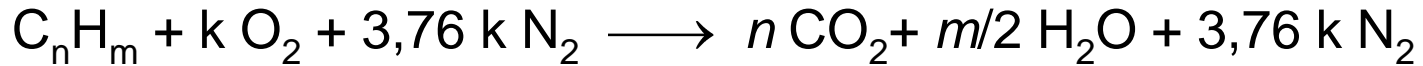
- Kod stehiometrijske smjese $\lambda=1$ - stvarna količina zraka jednaka stehiometrijskoj



EMISIJE

1. Emisija ugljik dioksida (CO₂)

- U motorima sa unutrašnjim izgaranjem CO₂ je uz vodenu paru nazočan u najvećem postotku.
- Izgaranjem ugljikovodičnih goriva, (C_nH_m) u zraku pri stehiometrijskim omjerima nastaju :

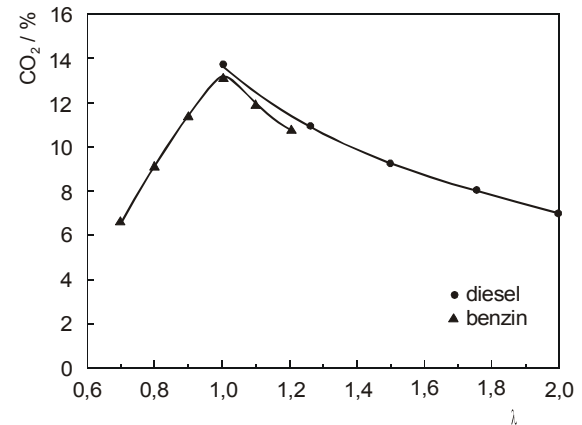


gdje je $k = n + m/4$

- U realnim uvjetima izgaranja konc. CO₂ u ispušnim plinovima ovisi o omjeru zrak/gorivo i o vrsti goriva.
- maseni indeks emisije:
 $e_m =$ masa CO₂ u produktima izgaranja (kg CO₂): 1 kg goriva
- volumetrijski indeks: $e_l =$ (masa CO₂) : (1 L goriva)
- Indeks emisije po km: $e_s =$ g CO₂/ km

EMISIJE

- Razvoj Diesellovih motora omogućuje značajnija smanjenja CO₂ emisije - prednost prema benzinskim motorima
- Smanjenje emisija CO₂ može se postići smanjenjem potrošnje goriva
- Potrošnja goriva raste eksponencijalno sa smanjenjem prosječne brzine, odnosno kako se gustoća prometa povećava.
- Povećanje protočnosti prometa – omogućit će znatni potencijal za smanjenje potrošnje goriva, a tako i emisija ispušnih plinova.



EMISIJE

Emisije ugljik monoksida (CO), dušikovih oksida (NOx) i ugljikovodika (HC)

Napredak u smanjenju emisija postignut je:

- Smanjenjem udjela olovnih alkila i sumporovih spojeva u gorivima
- Primjenom katalitičkog sustava pretvorbe štetnih plinova u neškodljive (konvertor).
- Benzinski motori: sustav trostrukog katalizatora, TWC (eng. Three Way Catalyst): $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$, $\text{HC} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Stehiometrijska smjesa goriva i zraka ($\lambda = 1$)- motor mora imati elektronički uređaj s lambda-sondom.
- Dizelovi motori: ne koristi se TWC sustav jer je λ mnogo veći od 1 (veliki pretičak zraka – potpuno izgaranje – plinovi gotovo ne sadrže CO i HC).
2005.god. na tržište je uveden sustav sa selektivnom katalitičkom redukcijom SCR (eng. Selective Catalytic Reduction) za smanjenje NOx emisija.

EMISIJE

2. Emisija ugljik monoksida (CO)

- Nastaje nepotpunim izgaranjem ugljikovodika i pripada skupini vrlo otrovnih plinova.
- Danas se putem djelotvornih katalizatora u potpunosti prevodi oksidacijom u CO₂ i u benzinskim i u Dieselovim motorima.

3. Emisija dušikovih (NO_x) oksida

- Emisije NO_x konvencionalnih benzinskih motora uglavnom se kontroliraju primjenom sustava trostrukog katalizatora.
- Temeljna svojstva goriva koja utječu na NO_x emisije iz benzinskih motora - sadržaj **sumpora i aromata** s vrlo malim utjecajem sadržaja olefina.
- Visok sadržaj sumpora u gorivu uzrokuje smanjenje djelotvornosti katalizatora – najviše u uvjetima kada je katalizator u potpunosti zagrijan.
- Smanjenjem količine policikličkih aromata smanjuju se NO_x emisije.
- Najveći utjecaj na smanjenje emisija imat će napredak u tehnologiji vozila i motora, a goriva će sa svojim svojstvima morati omogućiti taj napredak.

EMISIJE

4. Emisije ugljikovodika (CH)

- Ugljikovodici motornih benzina koji se komprimiraju u procjepima motora ili otapaju u mazivom ulju – **ne** sudjeluju u procesu izgaranja. Djelomice ili potpuno su sastavni dio ispušnih plinova.
- Ove emisije se smanjuju promjenama u konstrukciji motora (smanjenje volumena procjepa i kontakta gorivo/mazivo ulje).
- Promjene u sastavu i fizikalnim svojstvima katalizatora utječu na efikasnost pretvorbe ugljikovodika (do 30% veća efikasnost).

5. Emisije čvrstih C-čestica

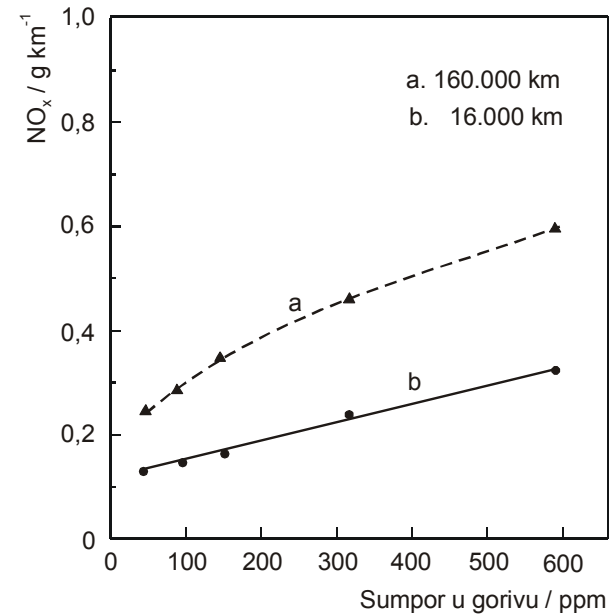
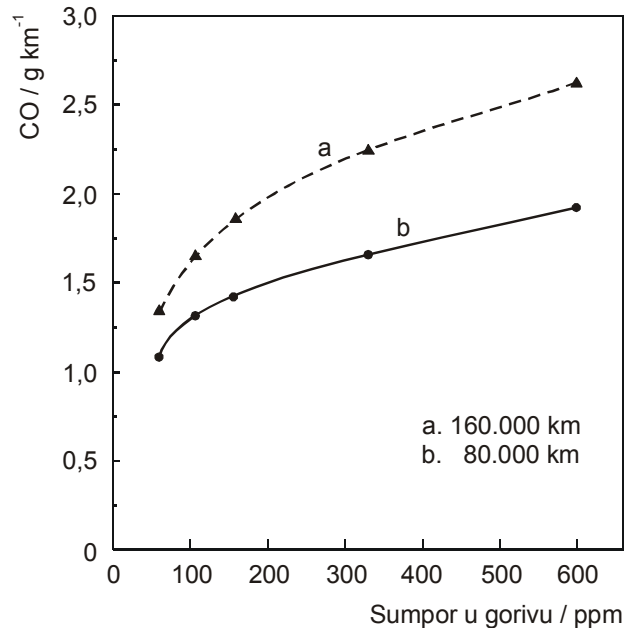
- Uglavnom su povezane s Dieselovim motorima, a crni dim je glavni pokazatelj prisutnosti čvrstih C-čestica u ispušnim plinovima.
- Dim sadrži čestice koje, iako nevidljive, mogu biti uzrok niza zdravstvenih poteškoća.
- Na smanjenje ovih emisija značajan utjecaj imaju promjene u svojstvima dizelskog goriva: smanjenje udjela poliaromata, gustoće i T95.

UTJECAJ SUMPORA

- Sumpor je katalitički inhibitor koji postupno smanjuje djelotvornost katalizatora.
- Sastav katalizatora: smjesa aktivnih rijetkih metala paladija (Pd), rodija (Rh) i platine (Pt).
- Stupanj smanjenja djelotvornosti ovisi o: količini sumpora, sastavu katalizatora, produktima izgaranja smjese zrak/gorivo, temperaturi ispušnih plinova.
- Mehanizam: reakcijama kemisorpcije veže se na aktivnu katalitičku površinu.
- Reakcije: izgaranje uglavnom u sumporov dioksid (SO_2), manje u sumporov trioksid (SO_3). U prisutnosti vode nastaje sumporna kiselina (H_2SO_4).
- Djelovanje: smanjenje učinkovitosti katalitičkog sustava – povećanje emisija **CO**, **NO_x** i **čvrstih C-čestica**.

UTJECAJ SUMPORA

- Ispitivanja su pokazala da povećanje sumpora u gorivu s 30 mg kg^{-1} na 300 mg kg^{-1} (ppm), povećava emisiju N_2O i do četiri puta.
- Za vozila s niskom emisijom štetnih sastojaka uz djelotvorne konvertore promjene sadržaja CO i NO_x u ovisnosti o sadržaju sumpora u gorivu i duljini vožnje (pređeni kilometri) prikazane su slikama:



ZAKONSKI PROPISI

Vozila s benzinskim gorivima:

- Kako bi se minimalizirale posljedice upotrebe motornih goriva za čovječanstvo i okoliš, početkom 1970-tih uvedena su prva zakonska ograničenja sadržaja štetnih tvari u ispušnim plinovima osobnih automobila. 1992. Euro 1 – uvođenje trostrukog katalitičkog konvertora

EU norme dozvoljenih vrijednosti ispušnih plinova (g/km):

Norma	Razdoblje	<u>CO</u>	<u>HC</u>	<u>NO_x</u>	HC+NO _x	C-čest.
Euro 1	1992	2.72 (3.16)	-	-	0.97 (1.13)	-
Euro 2	1996	2.2	-	-	0.5	-
Euro 3	2000	2.30	0.20	0.15	-	-
Euro 4	2005	1.0	0.10	0.08	-	-
Euro 5	2008	1.0	0.10	0.06	-	0.005

ZAKONSKI PROPISI

Vozila s dizelskim gorivima -

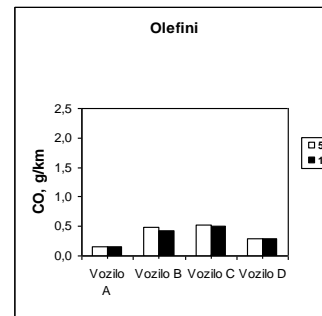
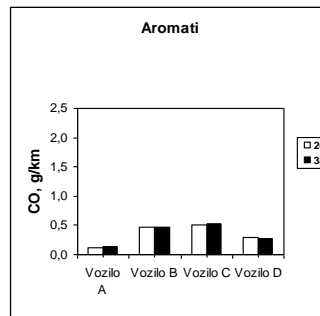
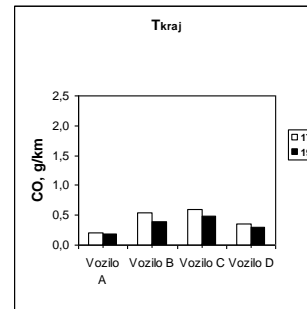
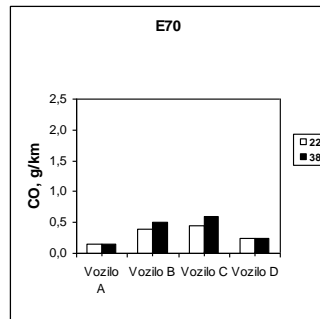
**EU norme dozvoljenih vrijednosti ispušnih plinova (g/km)
za kategoriju osobnih vozila**

Norma	Razdoblje	<u>CO</u>	<u>HC</u>	<u>NO_x</u>	HC+NO_x	C-čest.
Euro 1	1992	2.72 (3.16)	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Euro 2, <u>IDI</u>	1996	1.0	-	-	0.7	0.08
Euro 2, <u>DI</u>	1996	1.0	-	-	0.9	0.10
Euro 3	2000	0.64	-	0.50	0.56	0.05
Euro 4	2005	0.50	-	0.25	0.30	0.025
Euro 5	2008	0.50	-	0.18	0.23	0.005

EMISIJE

Utjecaj kvalitete goriva – benzini:

Utjecaj temeljnih svojstava motornog benzina destilacijskih karakteristika (E 70: 22% □ i 38% ■ i kraja destilacije (Tkraj): 176°C □ i 197°C ■) i sastava (aromatski ugljikovodici: 26% □ i 38% ■ i olefini: 5% □ i 14% ■), kao i svojstava vozila (A, B, C, D) na emisiju ugljikovog monoksida (CO) u ispušnim plinovima



EMISIJE

Utjecaj kvalitete goriva – benzini:

Europska agencija za čisti zrak i vodu, CONCAWE (eng. Conservation of Clean Air and Water of Western Europe).

Emisija CO

- Smanjenjem niskovrijućih sastavnica motornog benzina (udjel pri 70 °C), od 38% na 22%, neznatno se smanjuje emisija CO.
- Smanjenjem temperature kraja destilacije (s 197°C na 176°C) izravno se povećava emisija CO.
- Sadržaj aromatskih, kao ni olefinskih ugljikovodika, nema značajnijeg utjecaja.
- Svi ispitani čimbenici dovode do emisije CO od oko 0.5gkm⁻¹, što je ispod vrijednosti propisane Euro 4 i Euro 5 normama (najveća dopuštena vrijednost 1.0 gkm⁻¹).
- Slični rezultati dobiveni su i za emisije ugljikovodika (CH) i NO_x.
- Najveći udio ugljikovodika (CH) u ispušnim plinovima, zadovoljava Euro 3 normu, ali ne i Euro 4 normu, jer je oko 50% veći od propisanog sadržaja.
- Vrijednosti emisije NO_x u svim slučajevima su ispod propisane.

EMISIJE

Ekološki aspekti upotrebe oksigenata u gorivu

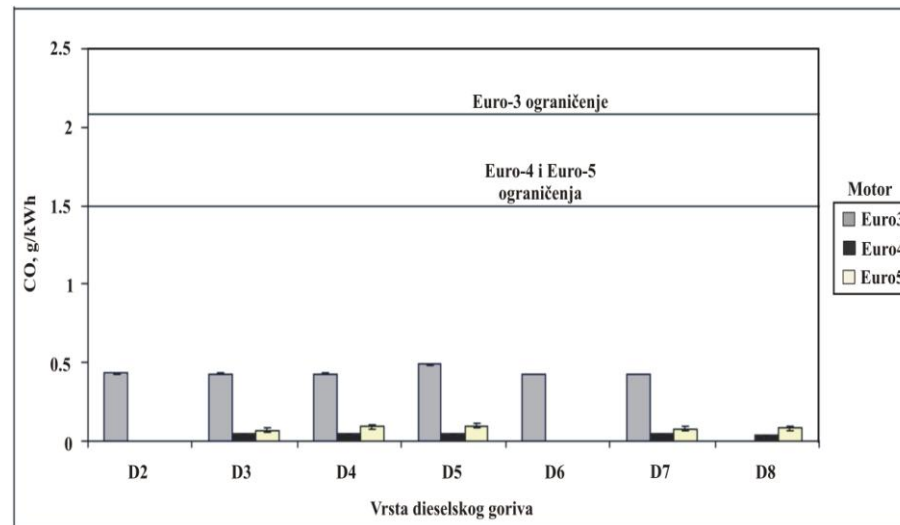
- Prisutnost oksigenata utječe na sastav i količinu ispušnih plinova nastalih pri izgaranju benzina.
- Kod vozila opremljenih sa trostrukim katalizatorom, zabilježena su znatna smanjenja u emisiji CO i HC, s porastom udjela **MTBE** u gorivu:

MTBE / vol. %	Smanjenje emisije / %		
	<u>CO</u>	<u>HC</u>	<u>NO_x</u>
11	20	6	8
16	26	14	7

EMISIJE

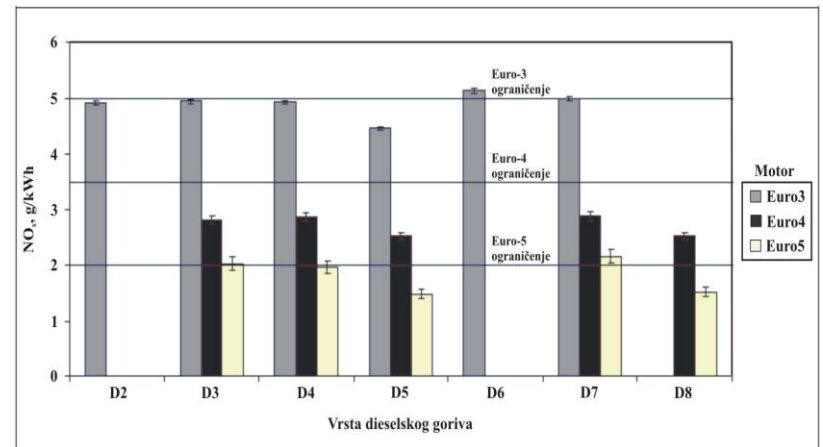
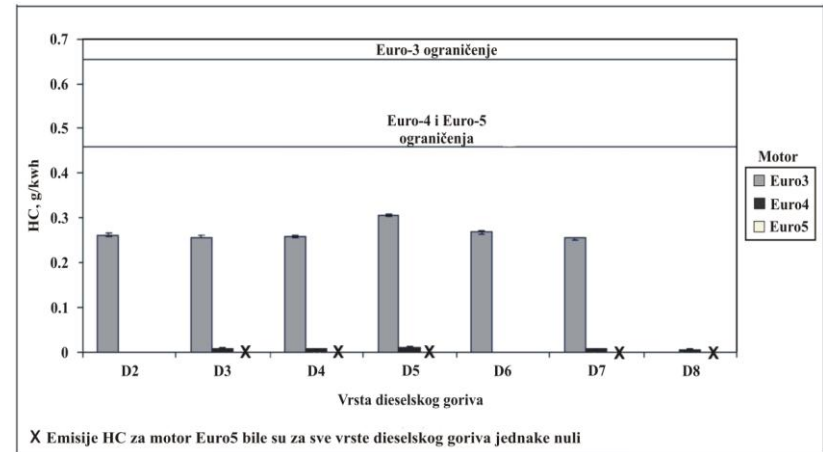
Utjecaj kvalitete goriva – dizelsko gorivo

- Ispitivanja su provedena na tri Dieselova kamionska motora te sedam vrsti dizelskog goriva, različitih svojstava (Europska agencija za čisti zrak i vodu, CONCAWE (eng. Conservation of Clean Air and Water of Western Europe)).
- CO emisije za sve norme su znatno ispod propisanih ograničenja



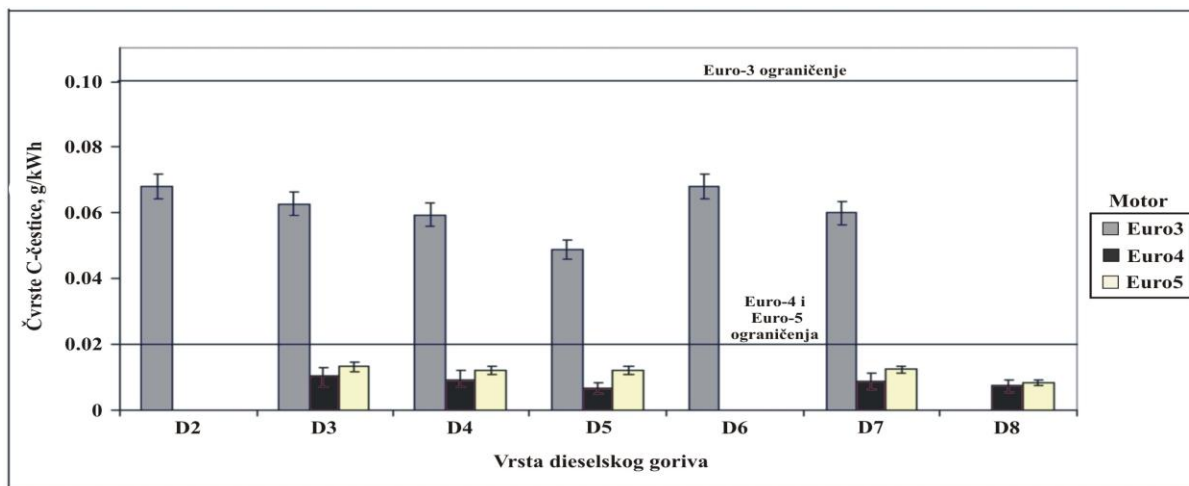
EMISIJE

- Emisije HC Euro3 motora iznosile su 50 % vrijednosti Euro-3 ograničenja, dok su emisije HC Euro4 motora bile vrlo niske, a Euro5 motora su bile nemjerljive.
- Iznosi emisija NOx plinova puno su kritičniji od ostalih emisija.
- Primjetan je napredak u kontroli emisija od Euro3 do Euro5 motora.
- Daljnji napredak - s poboljšanjem kontrole emisija i usavršavanjem naknadne obrade NOx plinova.



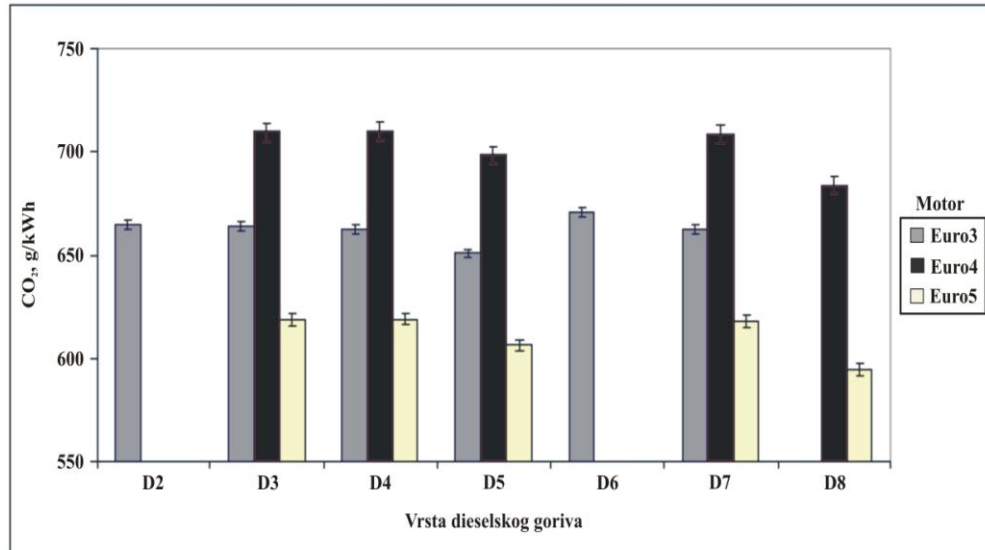
EMISIJE

- Emisije čvrstih čestica iz svih motora bile su unutar ograničenja postavljenih za pojedine motore. Najveće emisije – za goriva s najvećim udjelima S i poliaromata (D2 i D6), a najniže emisije za goriva D5 i D8 (s najnižim udjelima S i poliaromata).



EMISIJE

- Emisije CO₂ pojedinih motora izravno su razmjerne potrošnji goriva.



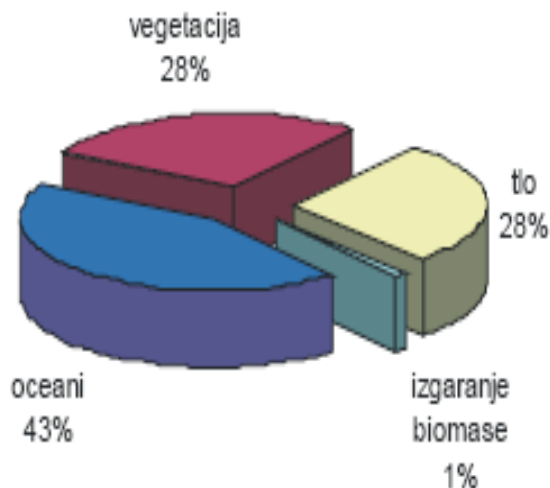
- Gorivo D8 uzrokovalo je najniže vrijednosti emisija CO₂, što je u skladu s njegovim najnižim sadržajem ugljika.
- Goriva D8 i D5 imaju najmanji sadržaj sumpora i poliaromata, te najmanju gustoću – ostvarene najniže vrijednosti svih emisija.

EKOLOŠKO TESTIRANJE (EKO-TEST) U RH

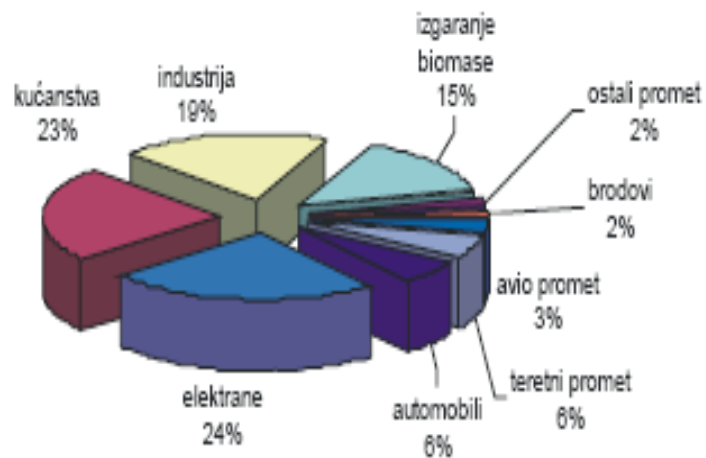
- Pravilnik o tehničkim pregledima vozila, NN 9/ 93 i njegovim izmjenama NN 69/96, NN 2/01, NN 149/02 i 150/2003, reguliran je obvezan tehnički pregled motornih vozila, koji obuhvaća i EKO-test - ispitivanje ispušnih plinova iz motora.
- Za benzinske motore s katalizatorom testom se određuje vrijednosti CO, CO₂, HC, O₂ i λ u praznom hodu i kod povećanog broja okretaja. Dozvoljene vrijednosti CO i λ :
$$\text{CO} = 0,3 \text{ do } 0,5 \%$$
$$\lambda = 1 \pm 0,03.$$
- Za Dieslove motore testom se određuje samo srednji koeficijent zacrnjenja, a dozvoljena vrijednost je $\leq 3,0 \text{ m}^{-1}$.

Utjecaj emisija iz pokretnih izvora na globalnu godišnju emisiju CO₂

Emisije CO₂ iz prirodnih izvora
ukupno 770 Gt/god.

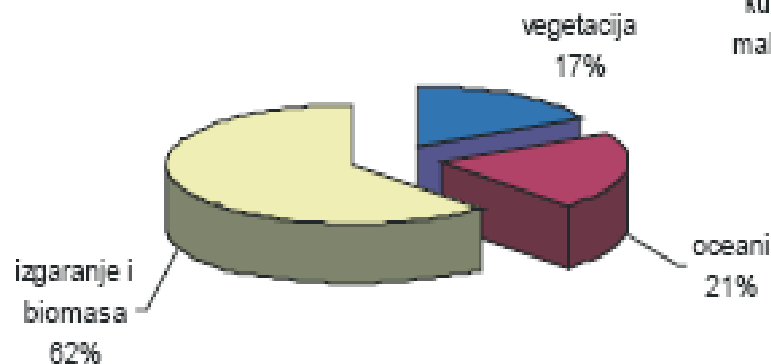


Emisije CO₂ iz antropogenih izvora
ukupno 29 Gt/god.

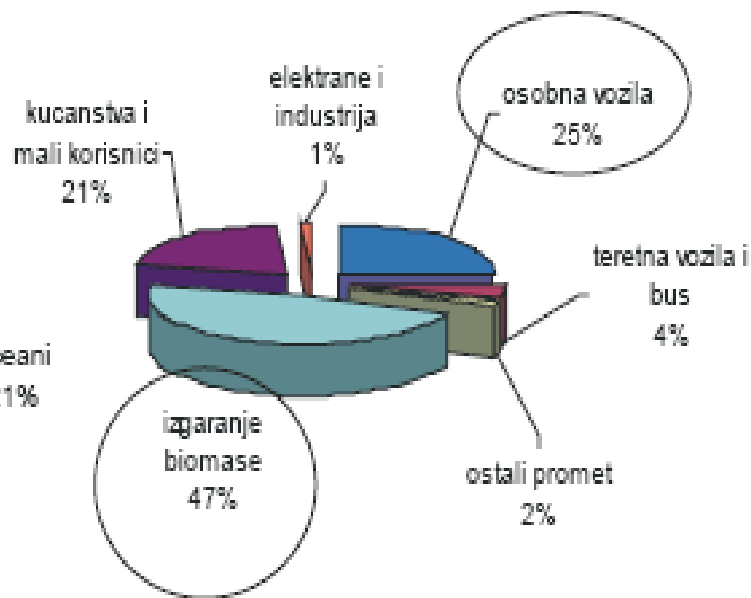


Utjecaj emisija iz pokretnih izvora na globalnu godišnju emisiju CO

Emisije CO iz prirodnih izvora
ukupno 450 Mt/god.

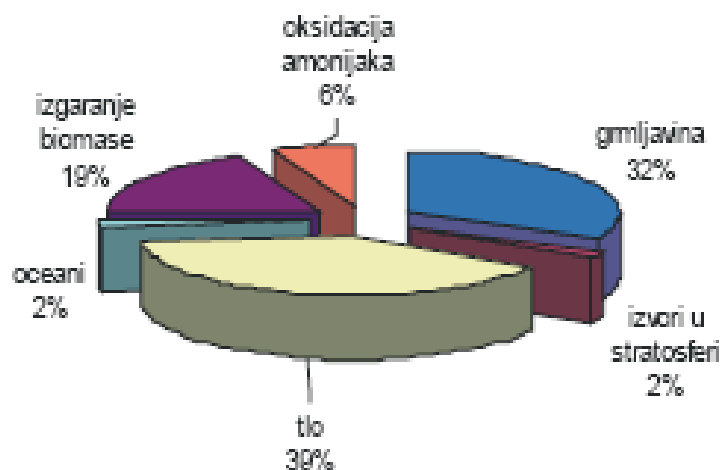


Emisije CO iz antropogenih izvora
ukupno 650 Mt/god.



Utjecaj emisija iz pokretnih izvora na globalnu godišnju emisiju NOx

Emisije NOx iz prirodnih izvora ukupno 80Mt/god.



Emisije NOx iz antropogenih izvora ukupno 110 Mt/god.

