

**Goran Šagi, Rudolf Tomić, Petar Ilinčić**

ISSN 0350-350X

GOMABN 48, 2, 159-188

Izvorni znanstveni rad/Original scientific paper

UDK 621.43.068.3 : 351.777 : .001.6 : (4 :100)

## RAZVOJ PROPISA O DOPUŠTENIM EMISIJAMA ŠTETNIH TVARI IZ MOTORA S UNUTARNJIM IZGARANJEM

### Sažetak

*U radu je opisan razvoj propisa o dopuštenim emisijama štetnih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem u Europi u razdoblju od 1970. godine do danas, s osvrtom na njihov razvoj u budućnosti. Osim na zakonski ograničene emisije štetnih tvari, dan je osvrt i na zahtjeve na gorivo potrebne za ispunjavanje propisa Euro 5 i 6 kao i na emisiju CO<sub>2</sub>, plina koji nije zakonski ograničen, ali je staklenički plin na kojeg se odnosi sporazum iz Kyota.*

*Znatan napredak u smanjenju emisija štetnih tvari postignut je kontinuiranim poboljšavanjem tehnika pročišćavanja ispušnih plinova i uporabom sve kvalitetnijih goriva. Pritom treba naglasiti da se kvalitete goriva koje zahtijeva Svjetska povelja o gorivu Worldwide Fuel Charter - WWFC, koja predstavlja želje proizvođača motora, razlikuju od kvalitete goriva koju zahtijevaju propisi EU. Razvoj budućih propisa o emisiji i zahtjeva za kvalitetom goriva predstavlja isprepletene želje i mogućnosti proizvođača motora i vozila, proizvođača goriva, politike i zakonodavstva te pritiska „zelenih“. Posebnu težinu za donositelje zakonskih propisa u EU ima činjenica da je EU ovisna o uvozu goriva i svojevrsni je lider na području primjene alternativnih goriva i donošenja novih strožih propisa vezanih za emisije štetnih tvari.*

### 1. Uvod

Izgaranjem goriva u motorima cestovnih vozila nastaju ispušni plinovi koji u sebi sadrže preko stotinu različitih spojeva štetnih za okoliš i ljudsko zdravlje. Homologacijskim propisima (u Europi ECE – pravilnici<sup>1</sup> i EEC – smjernice<sup>2</sup>) određene su dopuštene granice emisija štetnih tvari i propisane metode ispitivanja sljedećih štetnih sastojaka: ugljikovog monoksida (CO), ugljikovodika (HC) i dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>). Kod motora s kompresijskim paljenjem (Dieselovi motori) dodatno je još ograničena i količina čestica PM (engl. Particulate Matter; najveći dio

<sup>1</sup> engl. *Economic Commission for Europe (UN)* (Ekonomska komisija za Europu)

<sup>2</sup> engl. *European Economic Community* (Europska ekonomska zajednica)

njih čini čađa), neprozirnost ispušnih plinova i nemetanski ugljikovodici (NMHC). Kod vozila na pogon stlačenim prirodnim plinom ograničena je i količina metana (CH<sub>4</sub>) u ispušnim plinovima. Također je ograničena i količina hlapljivih tvari koje vozilo ispušta u okoliš iz spremnika i sustava za gorivo.

Općenito, smanjivanje emisija štetnih tvari provodi se kontinuiranim poboljšanjima procesa izgaranja u cilindru motora, pročišćavanjem ispušnih plinova nakon što izađu iz motora, poboljšavanjem kvalitete goriva (prvenstveno smanjivanjem sadržaja sumpora), smanjivanjem otpora vožnje i optimiranjem upravljanja radom motora i vozila u cjelini.

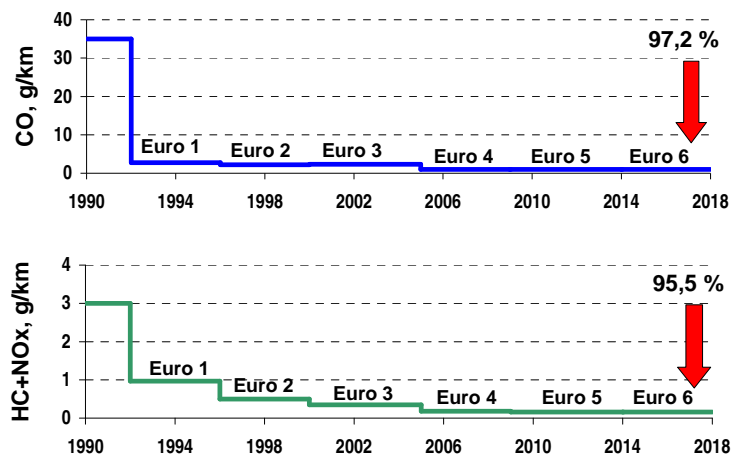
## 2. Dopuštene emisije štetnih tvari

Isprijava je u Europi u ispušnim plinovima automobilskih motora bila ograničena samo emisija CO, od 1970. godine ograničena je i emisija HC. Od 1977. ograničena je emisija NO<sub>x</sub> (najprije samo za motore s vanjskim izvorom paljenja - Ottovi motori), a od 1988. je ograničena i količina čestica (PM) kod Dieselovih motora. Od 1992. godine pojedine razine dopuštenih emisija štetnih tvari nose naziv Euro.

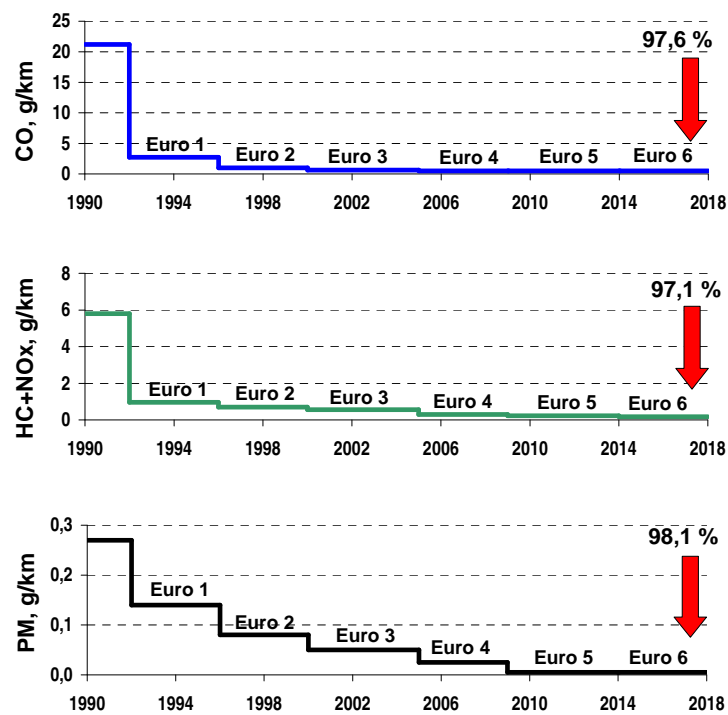
Tablica 1: Maksimalne dopuštene količine (g/km) pojedinih štetnih tvari u ispuhu motora vozila kategorije M1 [1.]

	Stupanje na snagu	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Dieselovi motori</b> (g/km)						
Euro 1	1992./07.	3,16	-	1,13	-	0,18
Euro 2, IDI	1996./01.	1,00	-	0,70	-	0,08
Euro 2, DI	1996./01.	1,00	-	0,90	-	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 5	2009./09.	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6	2014./09.	0,50	-	0,17	0,08	0,005
<b>Ottovi motori</b> (g/km)						
Euro 1	1992./07.	3,16	-	1,13	-	-
Euro 2	1996./01.	2,20	-	0,50	-	-
Euro 3	2000./01.	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro 4	2005./01.	1,00	0,10	-	0,08	-
Euro 5	2009./09.	1,00	0,10	-	0,06	0,005
Euro 6	2014./09.	1,00	0,10	-	0,06	0,005

Iz tablice 1 vidi se da je cilj Euro 5 i 6 zahtjeva koji tek trebaju stupiti na snagu dodatno smanjenje emisija NO<sub>x</sub> i količine čestica i Ottovih i Dieselovih motora, s naglaskom da je to smanjenje veće za Dieselove motore.



Slika 1: Smanjenje emisije Ottovih motora vozila kategorije M1

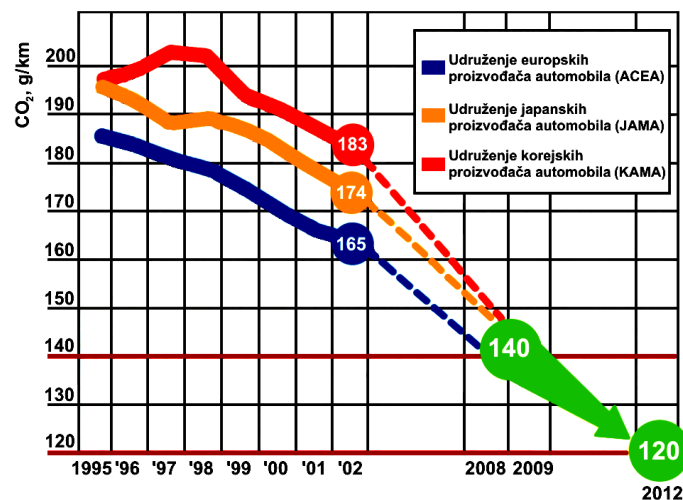


Slika 2: Smanjenje emisije Diesellovih motora vozila kategorije M1

Na slikama 1 i 2 prikazano je smanjivanje emisija štetnih tvari u EU za vozila kategorije M1. Euro 1 je stupio na snagu 1992. godine, a za oznaku za maksimalno dopuštene količine štetnih tvari prije njega se obično u literaturi primjenjuje Euro 0. Razine Euro 0 u dijagramima su dobivene naknadnim ispitivanjem ovih vozila i preračunavanjem na današnje standarde. Slični omjeri smanjenja dopuštenih emisija kao na ovim slikama postignuti su i u ostalim kategorijama vozila.

### 3. Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>

Ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) nije otrovan zbog čega njegova emisija nije zakonski ograničena, ali kao staklenički plin, utječe na globalno zatopljenje. Prihvatanjem sporazuma UN o promjeni klime iz Kyota 1997. godine, stvorene su pretpostavke za smanjivanje emisija stakleničkih plinova. Prema podacima Europske agencije za okoliš EEA (eng. European Environment Agency), u državama EU-15 je 2005. godine 19 % ukupne emisije stakleničkih plinova dolazilo od prometa. Da bi se ovaj iznos smanjio, EU je Direktivom 2003/30 propisala da se do 2010. godine 5,75 % fosilnih goriva u prometu treba zamijeniti gorivima iz obnovljivih izvora, a udruženje europskih proizvođača automobila ACEA<sup>3</sup> postavilo je cilj za ovu godinu dostići emisiju CO<sub>2</sub> od 140 g/km, a 2012. 120 g/km. Ova emisija izražena je za cijelu flotu proizvedenih automobila pojedinog proizvođača u tekućoj godini. Japanski i korejski proizvođači JAMA<sup>4</sup> i KAMA<sup>5</sup> će 140 g/km dostići 2009. godine.



Slika 3: Ciljevi automobilske industrije u smanjenju emisije CO<sub>2</sub> [2]

<sup>3</sup> ACEA - Association des Constructeurs Européens d'Automobiles

<sup>4</sup> JAMA - Japan Automobile Manufacturers Association

<sup>5</sup> KAMA - Korean Automobile Manufacturers Association



Slika 4: Donošenje propisa o kvaliteti goriva

## 4. Gorivo

Gorivo koje se stavlja na tržište EU podliježe propisima koje donose zakonodavna tijela EU kao rezultat pregovora između proizvođača motora i vozila te proizvođača goriva.

### 4.1 Zahtjevi proizvođača vozila

Emisije štetnih tvari u ispušnim plinovima motornih vozila ovise, osim o tehnološkoj razini vozila, i o kvaliteti goriva. Ovisno o zakonskim zahtjevima (Euro 1, 2, 3, ...) za emisijom štetnih tvari, gorivo mora biti određene kvalitete. U Svjetskoj povelji o kvaliteti goriva Worldwide Fuel Charter (WWFC) sažete su želje proizvođača motora i vozila za svojstvima goriva. WWFC predlaže po četiri kategorije benzina i dizelskog goriva, čije značajke odgovaraju tehnološkim razinama motora i vozila namijenjenih različitim zakonskim zahtjevima za emisijom štetnih tvari širom svijeta. WWFC se temelji na opsežnim pregovorima koji su vođeni među njezinim članstvom kojeg sačinjavaju udruženja proizvođača automobila iz cijelog svijeta.

Od svih svojstava kojima se definira kvaliteta goriva, najviše pozornosti se pridaje sadržaju sumpora. Problemi koje on izaziva uočeni su najprije kod Dieselovih motora, gdje on dovodi do povećanja koncentracije čađe, što se očituje kao crni dim iz ispušne cijevi motora pod povećanim opterećenjem. O sumporu kod benzina po prvi se puta počelo raspravljati početkom 1990-ih godina pa je tako 1992. u EU bilo predloženo ograničavanje sadržaja sumpora u budućim benzinima, ali su ograničenja uvedena tek 1996. godine. Euro 5 i Euro 6 zahtjevi po svojim svojstvima odgovaraju gorivima 4 kategorije prema WWFC-u (tablica 2). U tablicama 3 i 4 su prikazana svojstva benzina i dizelskog goriva 4. kategorije.

Tablica 2: Podjela goriva na 4 kategorije i udio sumpora prema prijedlogu Worldwide Fuel Charter 4th Edition, 2006.

		Kategorija 1	Kategorija 2	Kategorija 3	Kategorija 4
Razina emisijskih zahtjeva →		Nema ili prvi stupanj, Tier 0, Euro 1	Tier 1, Euro 2 ili 3	US/Cal LEV ili ULEV, Euro 3 JP 2005	Tier 2, Cal LEV II, Euro 4, HD (US 2007/10, non-road Tier 4, Euro 5)
EU → (benzin)	(1000) <sup>6</sup>	Euro 2 (1996.) 500	Euro 3 (2000.) 150	Euro 4 (2005.) 50	(Euro 5; 2009.) (10)
S (mg/kg) BENZIN		1000	150	30	10
S (mg/kg) DIZEL		3000	300	50	10
EU → (dizel)	EU 1993 2000 EU 1987: 3000	Euro 2 (1996.) 500	Euro 3 (2000.) 350	Euro 4 (2005.) 50	(Euro 5; 2009.) (10)
Namjena →		Tržišta bez ili s prvom razinom regulacije štetnih emisija, temeljena prvenstveno samo na osnovnim sustavima regulacije emisija.	Tržišta s blagim zahtjevima vezanim uz regulaciju štetnih emisija ili drugih zahtjeva tržišta.	Tržišta s naprednim zahtjevima vezanim uz regulaciju štetnih emisija ili drugih zahtjeva tržišta.	Tržišta s budućim naprednim zahtjevima vezanim uz štetne emisije, koji omogućuju korištenje napredne tehnologije za pročišćavanje ispušnih plinova (smanjenje emisija NO <sub>x</sub> i čestica). (Ovdje spadaju motori s izravnim ubrizgavanjem sa siromašnom smjesom)

<sup>6</sup> Sadržaj sumpora u Njemačkoj sredinom 1970-ih godina.

<sup>7</sup> Direktivom 2003/17/EC predviđen je sadržaj sumpora od 10 mg/kg u benzinu i dizelskom gorivu o 1.1.2009.

Tablica 3: Svojstva benzina 4. kategorije [3]

SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min.	maks.
91 RON – istraživački oktanski broj	-	91	
– motorni oktanski broj		82.5	
95 RON – istraživački oktanski broj	-	95	
– motorni oktanski broj		85	
98 RON – istraživački oktanski broj	-	98	
– motorni oktanski broj		88	
Stabilnost oksidacije	min	480	
Sadržaj sumpora	mg/kg (ppm)		10
Sadržaj metala (Fe, Mn, Pb, ostali)	mg/l	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj fosfora	mg/l	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj silicija	mg/kg	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj oksida	%		2.7 <sup>8</sup>
Sadržaj olefina	%		10
Sadržaj aromata	%		35
Sadržaj benzena	%		1
Talog	mg/l		1
Gustoća	kg/m <sup>3</sup>	715	770
Čistoća brizgaljke, metoda 1	% gubitka toka		5
Čistoća brizgaljke, metoda 2	% gubitka toka		10
Čistoća usisnih ventila 2			
Metoda 1 (CEC F-05-A-93) ili	prosječno mg/ventil		30
Metoda 2 (ASTM D 5500) ili	prosječno mg/ventil		50
Metoda 3 (ASTM D 6201)	prosječno mg/ventil		50
<b>Naslage na komori izgaranja</b>			
Metoda 1 (ASTM D 6201) ili	% osnovnog goriva		140
Metoda 2 (CEC-F-20-A-98) ili	mg/motoru		2500
Metoda 3 (TGA FLTM BZ154-01)	% mase na 450°C		20

<sup>8</sup> Metanol nije dopušten, maksimalni udio alkohola ne veći od 0,1%. Preferiraju se eteri.

Tablica 4: Svojstva dizelskog goriva 4. kategorije [3.]

SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min.	maks.
Cetanski broj		55	
Cetanski indeks		55 (52)	
Gustoća na 15°C	kg/m <sup>3</sup>	820	840
Viskoznost na 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2	4
Sadržaj sumpora	mg/kg		10
Sadržaj metala (Zn, Cu, Mn, Ca, Na...)	g/l	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Ukupni sadržaji aromata	%		15
Sadržaj PAH (di+, tri+) <sup>9</sup>	%		2
T90 <sup>10</sup>	°C		320
T95 <sup>11</sup>	°C		340
Konačna točka ključanja	°C		350
Točka zapaljenja	°C	55	
Ostatak ugljika	%		0.2
CFPP <sup>12</sup>	°C	maksimum mora biti jednak ili niži od okolne temperature	
Sadržaj vode	mg/kg		200
Oksidacijska stabilnost	g/m <sup>3</sup>		25
Volumen pjene	ml		100
Vrijeme nestajanja pjene	s		15
Sadržaj masnih metil estera	%	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj metanola/etanola	%	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Korozija željeza			slabo hrđanje
Sadržaj pepela	%		0.001
Sadržaj čestica u gorivu	mg/kg		10
Čistoća brizgaljki goriva	% gubitka protoka zraka		85
Mazivost	mikron		400

## 4.2 EU propisi o kvaliteti goriva

Osnovna svojstva benzina i dizelskoga goriva u Europskoj uniji su propisana Direktivom 2003/17/EZ. Goriva na europskom tržištu moraju odgovarati zahtjevima EN228 i EN590 objavljenim od strane Europskog odbora za standardizaciju CEN (engl. European Committee for Standardization), a koji su u skladu s Direktivom 2003/17/EZ.

<sup>9</sup> Poliaromatski ugljikovodici.

<sup>10</sup> Temperature kod 90 % destilacije.

<sup>11</sup> Temperature kod 95 % destilacije.

<sup>12</sup> Najniža temperatura kod koje gorivo može proći kroz filter.



Tablica 5: Zahtjevi za svojstvima benzina prema EN228 [4]

SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min.	maks.
91 RON – istraživački oktanski broj	-	91	
– motorni oktanski broj	-	82.5	
95 RON – istraživački oktanski broj	-	95	
– motorni oktanski broj	-	85	
98 RON – istraživački oktanski broj	-	98	
– motorni oktanski broj	-	88	
Stabilnost oksidacije	min	360	
Sadržaj sumpora	mg/kg (ppm)		150
Sadržaj metala (Fe, Mn, Pb,...)	mg/l	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj fosfora	mg/l	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj silicija	mg/kg	nije mjerljivo ispitnom metodom	
Sadržaj oksida	%		2.7
Sadržaj olefina	%		18
Sadržaj aromata	%		42
Sadržaj benzena	%		1
Talog	mg/l		5
Gustoća	kg/m <sup>3</sup>	715	720-755

Tablica 6: Zahtjevi za svojstvima dizelskog goriva prema EN590 [5]

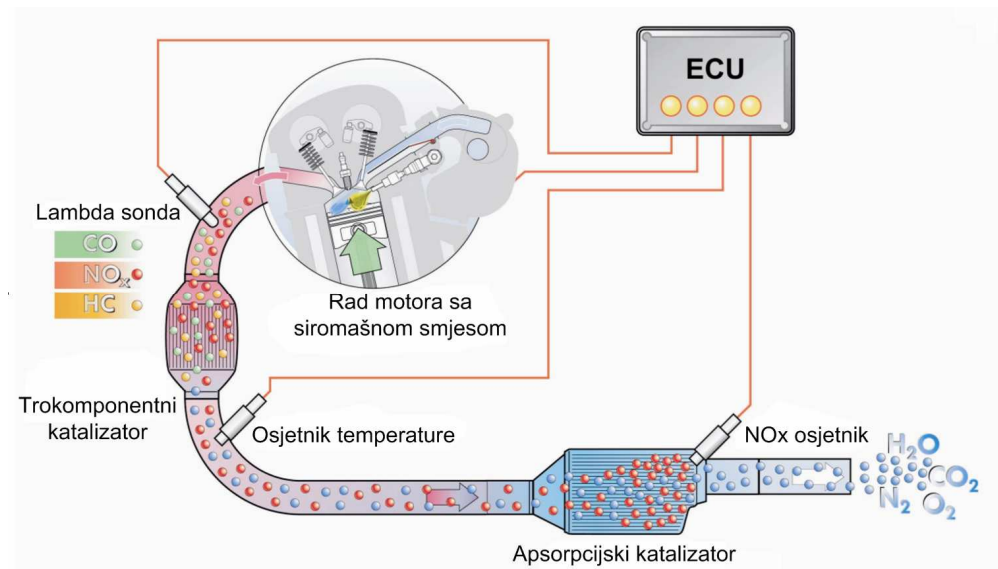
SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min.	maks.
Cetanski broj		51	
Cetanski indeks		46	
Gustoća na 15°C	kg/m <sup>3</sup>	820	840
Viskoznost na 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2	4,5
Sadržaj sumpora	mg/kg		50
Sadržaj PAH (di+, tri+)	%		11
T95	°C		360
Konačna točka ključanja	°C		350
Točka zapaljenja	°C	55	
Ostatak ugljika	%		0.3
Sadržaj vode	mg/kg		200
oksidacijska stabilnost	g/m <sup>3</sup>		25
Volumen pjene	ml		100
Vrijeme nestajanja pjene	s		15
Sadržaj masnih metil estera	%		5
Sadržaj pepela	%		0.01
Sadržaj čestica u gorivu	mg/kg		24
Mazivost	mikron		460

## 5. Uređaji za pročišćavanje ispušnih plinova

Primjena zahtjeva Euro 5 postaje obvezujuća od 2009. godine. U odnosu na Euro 4 kod Ottovih je motora u vozilima kategorije M1 smanjena dopuštena granična emisija  $\text{NO}_x$  i po prvi put je ograničena količina čestica u ispušnim plinovima, a kod Dieselovih motora, smanjenja je dopuštena količina čestica, i emisija  $\text{NO}_x$ . Zahtjevi Euro 6 stupaju na snagu 2014. godine i smo kod Dieselovih motora dodatno smanjuju dopuštenu emisiju  $\text{NO}_x$  (tablica 1). Da bi se tomu udovoljilo, s današnjeg gledišta i stanja tehnike, potrebno je ugraditi dodatni sustav za pročišćavanje ispušnih plinova.

### 5.1 Elementi za pročišćavanje ispušnih plinova Ottovih motora

Kod Ottovih motora koji rade sa strogo stehiometrijskom smjesom ( $\lambda = 1$ ) za pročišćavanje se primjenjuje trokomponentni katalizator koji smanjuje  $\text{CO}$ ,  $\text{HC}$  i  $\text{NO}_x$ , dok se kod onih sa siromašnom smjesom ( $\lambda_{\text{max}} \approx 3$ ) primjenjuje još i apsorpcijski. Ovi su uređaji danas dostigli visoki stupanj djelovanja, a njihov daljnji razvoj usmjeren je prema povećanju trajnosti uz istovremeno smanjenje troškova proizvodnje.

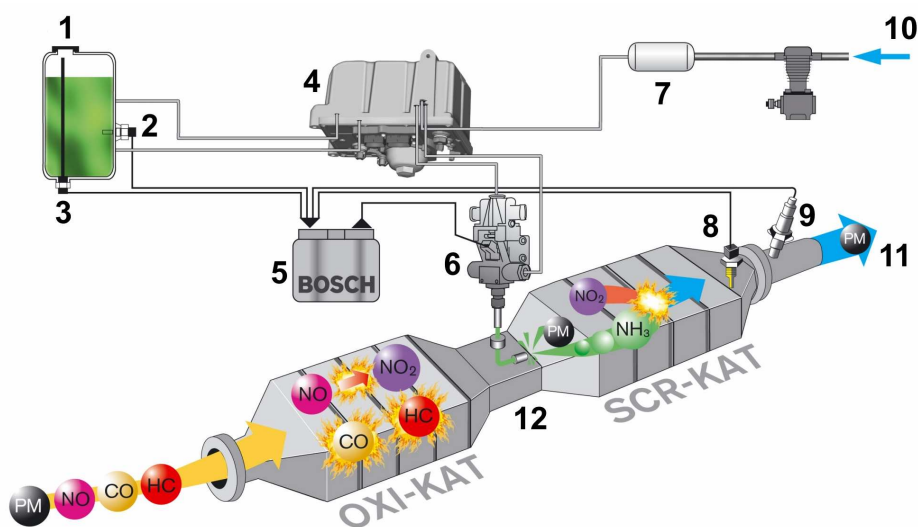


Slika 5: Shema sustava za pročišćavanje ispušnih plinova Ottovog motora Euro 5 (Euro 6) s dva katalizatora: trokomponentnim (za  $\text{CO}$ ,  $\text{HC}$ ,  $\text{NO}_x$ ) i apsorpcijskim (za  $\text{NO}_x$ ) [2]

## 5.2 Elementi za pročišćavanje ispušnih plinova Diesellovih motora

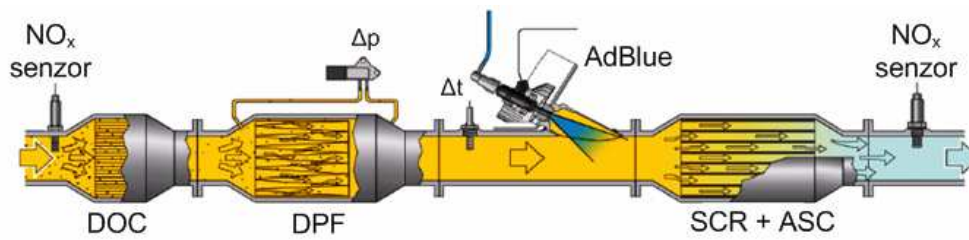
Budući da Diesellovi motori rade sa siromašnom smjesom ( $\lambda > 1$ ), izgaranje je gotovo potpuno pa su emisije CO i HC vrlo niske. Glavni problem predstavljaju krute čestice (čadnja) i dušikovi oksidi ( $\text{NO}_x$ ).

Na slici 6 prikazan je primjer izvedbe ispušnog sustava Diesellovih motora koji udovoljava zahtjevima Euro 5. Za redukciju  $\text{NO}_x$  u ispušnim plinovima Diesellovih motora, koristi se oksidacijski katalizator DOC (engl. Diesel Oxydation Catalyst). Budući da ti motori rade s velikim pretičkom zraka, trokomponentni katalizator koji se koristi kod Ottovih motora ne može ispuniti zadatak za redukcijom  $\text{NO}_x$ . Za smanjenje količine čestica primjenjuje se filter za čestice DPF (engl. Diesel Particulate Filter), a za smanjivanje sadržaja  $\text{NO}_x$  uređaj za povrat dijela ispušnih plinova u usis EGR (engl. Exhaust Gas Recirculation) ili znatno djelotvorniji uređaj za selektivnu katalitičku redukciju SCR (engl. Selective Catalytic Reduction).



Slika 6: Shema sustava za pročišćavanje ispušnih plinova Diesellovog motora Euro 5  
Oznake: 1-spremnik otopine uree (AdBlue), 2-osjetnik temperature, 3-osjetnik napunjenosti spremnika, 4-dobavni modul, 5-upravljački uređaj, 6-modul za doziranje, 7-spremnik zraka, 8-osjetnik temperature, 9-osjetnik ispušnih plinova, 10-dovod zraka, 11-pročišćeni ispušni plinovi, 12-cijev raspršivača.

Slika 7 prikazuje shemu sustava za pročišćavanje ispušnih plinova Diesellovog motora koji će morati udovoljavati zahtjevima Euro 6 za emisijom štetnih tvari. Oksidacijski katalizator (DOC) služi za smanjenje količine  $\text{NO}_x$  u ispuhu, filter čestica čadnja (DPF) služi za pohranjivanje čestica i naknadno izgaranje, SCR+ASC katalizator (engl. Selective Catalytic Reduction + Ammonia Slip Catalyst) služi za smanjenje  $\text{NO}_x$ .



Slika 7: Shema prikaz Euro 6 ispušnog sustava Dieselog motora Euro 6

Procjena je Europske komisije da povećanje cijene vozila zbog prelaska s Euro 4 na Euro 5 iznosi 377 € za vozilo s Dieselovim motorom, a 51 € s Ottovim motorom. [6.]

Propisana minimalna trajnost uređaja za pročišćavanje ispušnih plinova iznosi od 100000 km ili 5 godina za vozila kategorija M1 za propis Euro 5, a stupanjem na snagu propisa Euro 6 u 2014. godini ove će granice biti povećane na 160000 km ili 5 godina.

DRŽAVA	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
EU	Euro 1	Euro 2				Euro 3					Euro 4					Euro 5
Kina							Euro 1			Euro 2			Euro 3			E4
Indija (11 grad.)					E1	Euro 2					Euro 3					E4
Indija (ostatak)							Euro 1				Euro 2					E3
Indonezija											Euro 2					
Bangladeš											Euro 2					
Filipini										Euro 1			Euro 2			
Tajland	Euro 1							Euro 2		Euro 3						Euro 4
Malezija					Euro 1		Euro 2									E4

Slika 8: Azijske države slijede EU donošenjem pravilnika ekvivalentnih europskim [7]

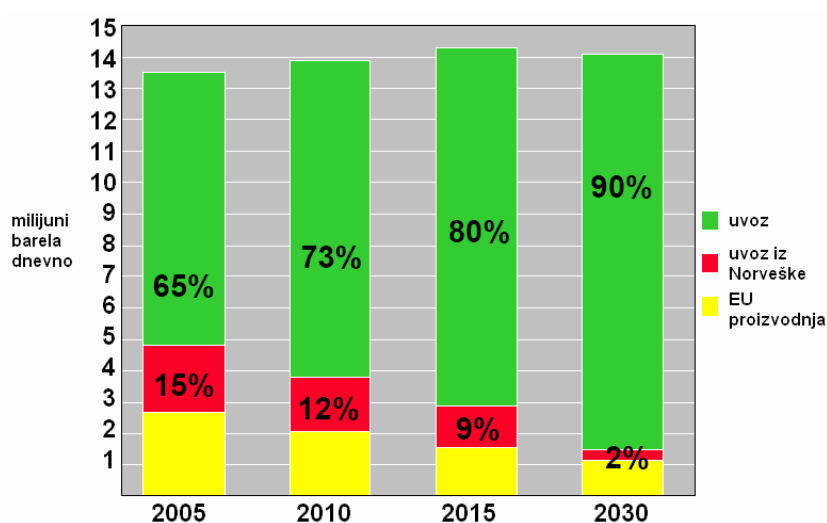
## 6. EU – lider u propisima

EU je jedan od lidera na području zaštite okoliša i prednjači u strogoći propisa vezanih za emisiju štetnih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem. Standarde EU vezane za emisiju štetnih tvari iz MSUI slijede sve azijske države (izuzev Japana, Južne Koreje i Tajvana), s odgodom implementacije 5-8 godina.

Posebnu težinu donositeljima zakonskih propisa u EU daje činjenica da u tim državama živi tri milijarde ljudi, šest puta više u usporedbi s 500 milijuna u 27 država članica EU. Velika prednost europskih proizvođača kod postavljanja novih standarda je uvođenje novih tehnologija najprije na domaćem EU tržištu, a kad tehnologija sazrije i troškovi proizvodnje se smanje, to postaje izvrstan izvozni proizvod za ovo ogromno tržište kojeg čini gotovo polovica svjetskog stanovništva.

## 7. EU i potreba za energetsom neovisnošću

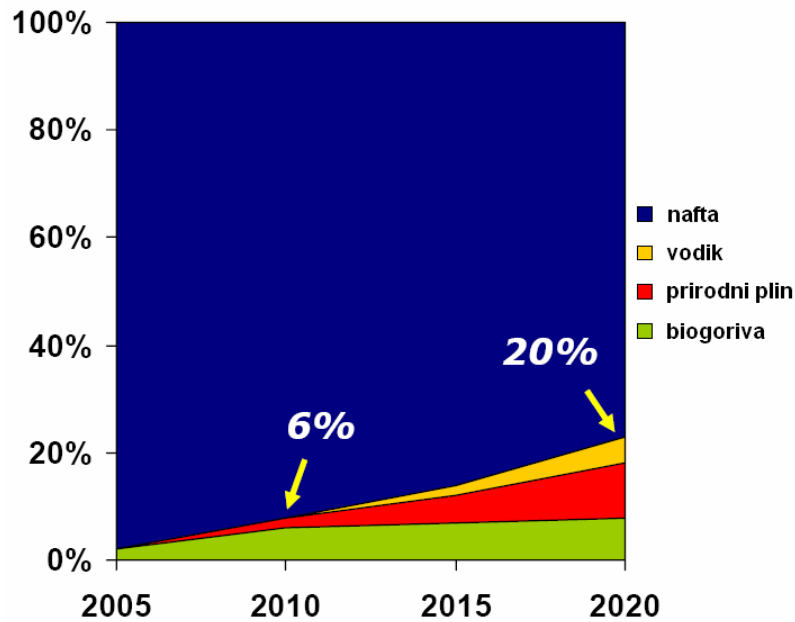
Najveći udio fosilnih goriva na tržištu EU je iz uvoza, a predviđanja su da će ta ovisnost o uvozu postajati sve veća. Veća energetska neovisnost EU je vrlo važan dugoročni cilj svih njezinih članica, i zbog visokih cijena sirove nafte i zbog nestabilne političke situacije u svijetu, što uvijek može rezultirati smanjenom opskrbom energenata.



Slika 9: Sadašnja i procijenjena ovisnost EU o uvozu nafte [8]

Od goriva iz obnovljivih izvora očekuje se da donekle smanje tu ovisnost o uvozu. Povećanje udjela goriva iz obnovljivih izvora također je i nužni doprinos u borbi s globalnim klimatskim promjenama jer obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida u atmosferu.

Iako će i sljedećih dvadeset godina dominantno gorivo za pogon motornih vozila biti fosilno gorivo, države članice EU zadale su si ambiciozan cilj povećanje udjela goriva iz obnovljivih izvora, pa bi tako udio biogoriva u prometu do 2010. godine trebao dostići 5,75 %, a do 2020. čak 10 %.



Slika 10: Predviđanja postotka udjela alternativnih goriva u transportu EU

## 8. Zaključak

Potreba očuvanja okoliša i zdravlja ljudi dovodi do sve strožih zahtjeva u pogledu dopuštenih granica emisija štetnih tvari iz motora. Uz kontinuirano poboljšavanje procesa izgaranja u cilindru motora, poboljšanja postojećih ili razvoj novih sustava za pročišćavanje ispušnih plinova te optimiranje upravljanja radom motora i vozila u cjelini, kvaliteta goriva je unatrag nekoliko godina postala jednim od bitnih čimbenika potrebnih za zadovoljavanje ovih strogih zahtjeva. Gorivo je time postalo bitnim parametrom u konstrukciji motora, a naročito sustava za pročišćavanje ispušnih plinova.

Razvoj budućih propisa o graničnim vrijednostima emisija štetnih tvari s jedne strane je pod pritiskom politike i „zelenih“, koji nastoje da te granice budu što niže, s druge strane su proizvođači motora i vozila te proizvođači goriva koji se nastoje tome oduprijeti. Uz to proizvođači motora i vozila i proizvođači goriva imaju različite poglede na kvalitetu goriva koja je potrebna kako bi se zadovoljili emisijski propisi, i jedni i drugi s ciljem smanjenja troškova proizvodnje.

**Literatura**

- [1.] European emission standards - cars and light trucks, [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)
- [2.] Mahalec I., Lulić Z., Šagi G., Štetne emisije motora s unutarnjim izgaranjem i pročišćavanje ispušnih plinova, interna skripta, FSB, Zagreb, 2007
- [3.] Worldwide Fuel Charter, 4th edition, 2006,  
<http://www.acea.be/images/uploads/pub/Final%20WWFC%204%20Sep%202006.pdf>
- [4.] EN 228, europska norma o kvaliteti benzina, 2004
- [5.] EN 590, europska norma o kvaliteti dizelskog goriva, 2004
- [6.] European Federation for Transport and Environment, Euro 5 and 6 emissions standards for cars and vams, 2006, [www.transportenvironment.eu](http://www.transportenvironment.eu)
- [7.] Worldwide Emissions Standards, Passenger Cars & Light Duty Trucks, Delphi, 2008, [www.delphi.com](http://www.delphi.com)
- [8.] Beate R., European production and security of supply, Fossil Fuels Forum, Berlin, 2007

UDK	ključne riječi	key words
621.43.068.3	ispušna emisija motora	motor exhaust emission
351.777	zakonodavstvo zaštite okoliša	environment protection legislation
.001.6	gledište dosadašnjeg i budućeg razvoja	previous and future development viewpoint
(4 :100)	Europa i svijet	Europe and world

**Autori**

Goran Šagi, dipl. ing., znanstveni novak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, e-mail: [goran.sagi@fsb.hr](mailto:goran.sagi@fsb.hr)

Rudolf Tomić, dipl. ing., znanstveni novak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, e-mail: [rudolf.tomic@fsb.hr](mailto:rudolf.tomic@fsb.hr)

Petar Ilinčić, dipl. ing., znanstveni novak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, e-mail: [petar.ilincic@fsb.hr](mailto:petar.ilincic@fsb.hr)

**Primljeno**

22.9.2008.

**Prihvaćeno**

10.2.2009.