

UTICAJI KORIŠĆENJA MOTORNIH VOZILA

Branimir Milosavljević¹⁾, Radoš Pantić¹⁾, Saša Babić¹⁾, Vladan Stanković²⁾

Kategorija rada:
STRUČNI RAD

AFILIJACIJA/ADRESA:
1) Visoka tehnička mašinska škola strukovnih studija Trstenik
2) FORKUP Novi Sad

Rezime: Nivo razvoja drumskog transporta jedan je od značajnijih pokazatelja društveno-ekonomskog razvoja svake nacionalne privrede. Ubrzani razvoj ovog transporta kao jedne od vrsta saobraćajni danas jedan od dominantnih uzroka nepoželjnih efekata procesa u prirodi koji utiču na radnu i životnu sredinu – flore i faune na zemlji. Saobraćajna zagađenost u gradovima i u urbanim sredinama utiče na ove sredine manje udobnim i komfornim za život, smanjuje saobraćajnu efikasnost kroz povećanje vremena putovanja, potrošnju goriva, stres vozača i smanjuje bezbednost u saobraćaju. Poseban problem u razvoju drumskog saobraćaja predstavlja uticaj emisije izduvnih gasova na zdravlje ljudi. Od ekološke, ekonomske i političke važnosti je da drumski saobraćaj bude organizovan tako da zadovoljava potrebe ljudi i roba uz minimum nepoželjnih pratećih pojava, tj. mora se minimizirati negativan uticaj na životnu sredinu. Primena novih tehnoloških rešenja u automobilskoj industriji rezultat su permanentnog nastojanja da se ovi negativni uticaji smanje i poveća izvesnost života na zemlji u svim njegovim oblicima. Zato su premise savremenog i budućeg razvoja vozila, motora i njegove opreme zasnovane na povećanju energetske efikasnosti kroz redukciju i smanjenje potrošnje goriva i smanjenje emisije izduvnih gasova.

Cljučne reči: ekologija, emisija izduvnih gasova, zdravlje ljudi

1. UVOD

Razvoj automobilske industrije i industrije transportnih sredstava nastaje krajem 19. i u prvoj polovini 20. veka pronalascima: benzinski motor 1886 (Daimler), automobili sa benzinskim motorom 1892 (Dumeau C.E), dizel motor 1895 (Diesel) i pogonskih materijala kao što su benzin sa olovom 1922 (Midgvej) i visoko-oktanski benzin 1930 (Ipatieff).

Do danas još uvek se kao primarni pogonski materijali u automobilskoj i motornoj industriji koriste te na fosilna goriva kao derivati nafte koji u procesu sagorevanja emituju neželjene efekte u obliku izduvnih gasova. Izduvne gasove procesa sagorevanja goriva u pogonskom agregatu – motoru utiču na trajni zagađivači u obliku gasovitih, te njih u vrstama supstanci koji zagađuju direktno ili indirektno vazduh, vodonik i tlo, flore i svu floru i faunu u prirodi.

Dodatna posledica prouzrokovana je prisustvom višeatomnih gasova u atmosferi planete, a pre svega ugljen-dioksida (CO₂) i sumpor-dioksida (SO₂), metana (CH₄), višeatomnih molekula i oksida azota (N_xO_y). Usled toga, kao i uz prisustvo estica prašine i kondenzata vode u atmosferi, promenjen je i poremećen intenzitet razmene energije u planetarnom sistemu, što za posledicu dovodi do zagađivanja meteorološkim padavinama hemijski agresivnog, kiselog, karaktera.

Istovremeno demografska ekspanzija ljudske populacije na pojedinim delovima zemlje i kontinenta, ubrzani privredni industrijski razvoj zasnovan još uvek na konvencionalnim tehnologijama prljavih i štetnih procesa, uzrokuje stalno povećanje potreba za različitim vidovima energije i zaštite okoline.

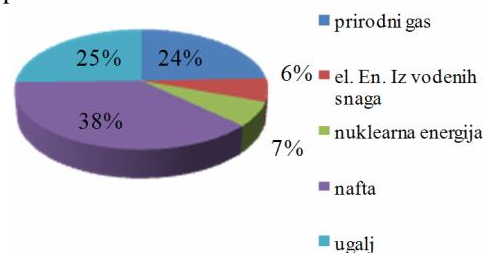
Na osnovu izloženog mogu se ista i sledeći globalni problemi u savremenom svetu:

- ubrzane klimatske promene na planeti,
- ubrzano iscrpljivanje ograničenih prirodnih resursa i smanjenje zaliha istih
- ubrzano smanjenje neobnovljivih izvora energije,
- ekološka kriza i energetska kriza.

Polazeći od prisutnih globalnih problema, Međunarodna agencija za energiju (IEA - International Energy Agency) je konstatovala:

- ukoliko se nastave dosadašnji trendovi razvoja, u svetu će do 2020. godine doći do povećanja korišćenja energije za 60%; najveći deo tog porasta će otpasti na zemlje u razvoju,

- postoje i energenti: nafta, ugljen i gas, kao i nuklearna energija fuzije, nastaviće da dominiraju u svetu sa koncentrisanim nalazištima u nekoliko država (slika 1).
- veliki deo svetske populacije bori se sa nedostatkom energije,
- kolektivni napori da se obuzdaju emisije štetnih gasova u atmosferi ne daju dostižne ciljeve sadržane u Kjoto protokolu.



Slika 1 - Struktura korišćenja primarne energije u svetu tokom 2005. godine [1]

2. STANJE U REPUBLICI SRBIJI

Postojeće stanje u Republici Srbiji karakteriše visoka starost motornih vozila, putničkih automobila preko 16 godina, a prosečna starost transportnih sredstava, autobusa i dostavnih vozila znatno nadmašuje prosečnu starost putničkih automobila. Najveći deo svih vrsta vozila uvežen je kao stara vozila u periodu od 2001 do 2007 godine u velikim nelegalnim tokovima bez ikakvih kontrola stanja i porekla. Navedena vozila u najvećem broju još uvek koriste obični benzin i niskokvalitetna motorna goriva (dizel gorivo sa visokom koncentracijom sumpora). Još uvek izostaju mere kontrole u saobraćaju za poboljšanje njihovog održavanja ili zabranu korišćenja olovnog benzina.

Napori Vlade Republike Srbije za razvoj i aktiviranje domaće proizvodnje savremenih automobila kroz zajedničko ulaganje sa inostranim partnerom, poznatim proizvođačem automobila, kao i stimulisanje kupovine novih automobila zamenom "stara za novo" predstavljaju pozitivne efekte i neposredni doprinos u poboljšanju ekoloških parametara životne sredine i povećanju bezbednosti saobraćaja. Osim toga, u Republici Srbiji po prvi put od 2005. godine znatno je povećan broj automobila kako starih tako i novih koji koriste alternativno gorivo TNG (tečni naftni gas), čime se u znatnoj meri smanjuje zagađivanje okoline.

Evidentan je veliki broj izgra enih pumpi za to enje ovog goriva ime se pospešuje koriš enje ovog energenta. Svakako, uvo enjem stimulativnih mera od zakonodavca nesumljiv bi bio doprinos u pove anju broja korisnika ovog energenta i manje zaga enje vazduha. Procenjeno je da se ukupna godišnja šteta, usled zaga ivanja vazduha i stvaranja efekata staklene bašte usled emisije gasova u Srbiji kre e izme u 447,2 miliona € i 1.370,1 miliona €, što predstavlja štetu 1,8% - 5,5% BDP-a [2].

Kao glavni uzroci navedenih problema isti u se:

- Neusaglašenost zakonskih propisa u oblasti emisije gasova sa Direktivama EU
- Velika starost motornih vozila, zastarela tehnologija, niska energetska efikasnost pogonskih agregata
- Nekvalitetno održavanje motornih vozila koje je svedeno samo na interventan oblik
- Gorivo lošeg kvaliteta i nedovoljna kontrola motornog goriva
- Gorivo lošeg kvaliteta za grejanje
- Koncentrisanost termoeenergetskih objekata koji kao gorivo koriste lignit
- Nepostojanje nacionalnog katastra gasova sa efektom staklene bašte
- Nepotpuna mreža za monitoring kvaliteta ambijentnog vazduha
- Nedovoljna zastupljenost u izu avanju ekologije na svim nivoima obrazovnog sistema
- Nedostatak podsticajnih ekonomskih mera za smanjenje emisija u vazduhu
- Nepostojanje nacionalne strategije za istraživanja i razvoj do industrijskog nivoa alternativnih izvora energije (solarna, bio ...)

3. ŠTETNE MATERIJE KAO PRODUKT SAGOREVANJA KOJE EMITUJU MOTORNA VOZILA

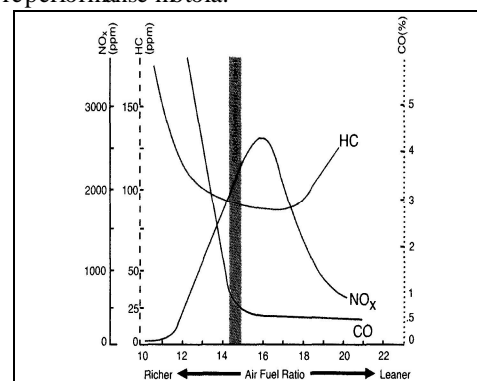
Po ev od kraja 19 veka do danas benzinski i dizel motori se smatraju napogodnijim tehni kim sistemom za transformaciju i koriš enje izvora energije iz zemlje. Do danas nije razvijen ni jedan tehni ki sistem kao izvor snage koji bi bio efikasniji u koriš enju energije sadržane u prirodnoj nafti kao što su to motori sa pokretnim klipom. Sagorevanje predstavlja osnovni proces transformacije hemijske energije iz goriva u toplotnu energiju i dalje u mehani ki rad potreban za pokretanje. Od ukupne energije koja se osloba a kroz postupak sagorevanja, oko 42% se koristi za pokretanje vozila, a ostalih 58% su gubici usled trenja, aerodinami ki otpori (otpor vazduha) i gubici energije u rashladnom sistemu. Savremeni motori su znatno efikasniji s aspekta energetskog bilansa u odnosu na motore u 60-tim i 70-tim godinama prošlog veka. Prvi naftni embargo iz druge polovine prošlog veka predstavlja oporuku ove anstvu o ograni enim resursima nafte koja se može koristiti kao efikasno sredstvo za ostvarivanje i dugih ciljeva.

Razvoj novih motora (kvadratni motori) koji je opšti trend savremenosti u ovoj oblasti zasnovan je na smanjenju potrošnje goriva i smanjenju emisije štetnih gasova. Uopšteno govore i, sa pove anjem energetske efikasnosti motora smanjuje se potrošnja i emisija izduvnih gasova štetnih po okolinu. Razvoj i primena novih tehnologija u proizvodnji motora u cilju pove anja energetske efikasnosti i smanjenju emisije gasova, dovela je do takvih naprednih rešenja kao što je kontrola emisije unutar samog motora. Primer takve tehnologije su vozila firme *Toyota*. Primenom novih projektnih i tehnoloških rešenja, naglasak se stavlja na

održavanje i kontrolu sistema emisije izduvnih gasova. U slu aju otkaza ovog sistema ili njegove smanjene efikasnosti u radu u odnosu na projektovane parametre primenjuju se specijalne dijagnostike metode kojima se identifikuju uzroci defekata i odre uje tehnologija održavanja.

I ako je sagorevanje osnovni funkcionalni princip na kome rade toplotni motori, do danas nije definisan zadovoljavaju i teorijski model kojim bi se opisali procesi sagorevanja u svakom detalju. Re je o nestacionarnom procesu ija složenost se bazira na molekularnoj teoriji gasova iji su hemijski procesi sagorevanja veoma kompleksni. Tako e procesi su prae ni naglim promenama temperature i pritiska i razli itim koncentracijama reaktivnih supstanci. Proces hemijske konverzije u komori za sagorevanje je veoma složena hemijska reakcija. Sagorevanjem ugljovodonika kidaju se složene lan ane reakcije. Emisija štetnih gasova se sastoji u najve em delu od slede ih elemenata: Nesagorelih ugljovodonika, Oksidi azota, Ugljen-monoksid, estice, Ugljen-diosid, Vodena para, Oksidi sumpora, Ozon, Oksidi olova i drugih dodataka gorivima u cilju poboljšanja fizi ko hemijskih karakteristika (OB, CB, niskotemperatuma i podmazuju a svojstava dizel goriva).

Koli ina potrebnog vazduha za proces sagorevanja goriva igra važnu ulogu u efikasnosti procesa sagorevanja. Stehiometrijski odnos, vazduh/gorivo zna ajan je parametar za emisiju gasova, potrošnju goriva kao i za dobre performanse motora.



Slika 2 - Zavisnost emisije štetnih gasova od odnosa vazduh/gorivo [3]

Vrednost ovog parametara za benzinske motore je 14,7 kg vazduha/kg benzina (masivni odnos) i 14,4 kg vazduha/kg goriva za dizel motore. Ukoliko je smeša bogatija (ima više goriva nego vazduha za potpuno sagorevanje), dolazi do pove ane potrošnje goriva i emisije gasova. U slovima siromašne smeše (više vazduha nego goriva) dolazi do smanjenja pritiska u procesu sagorevanja što rezultira smanjenju snage motora i vozno dinami kih karakteristika vozila.

U uslovima postizanja i održavanja približno idealnih vrednosti stehiometrijskih odnosa u radnom režimu motora, ostvaruje se maksimalni energetski efekat, tj. maksimalna snaga pri minimalnoj potrošnji goriva uz istovremeno minimalnu toksi nost emisije izduvnih gasova. Optimalne vrednosti stehiometrijskog odnosa (14,7:1 i 14,4:1) obezbe uju istovremeno relativno niske veli ine HC i CO u izduvnim gasovima motora, blizu idealnim vrednostima, što poja ava potrebu za strogim održavanjem odnosa elemenata u smeši. Me utim, produkcija azotnih oksida je veoma visoka. Ovaj obmuti odnos ugljovodonika i ugljenikoksida sa

jedne strane i azotnih oksida sa druge, predstavlja problem kontrole emisije štetnih gasova. Navedeni odnosi ine kompleksnost i složenost redukovanja emisije izduvnih gasova kod SUS motora (OTO i DIZEL), slika 2.

4. UTICAJ EMISLJE ŠTETNIH GASOVA NA ŽIVOTNU SREDINU

Sa prose nom stopom rasta automobila od ~ 3% gra ani Evrope danas poseduju približno 245 miliona

automobila ili približno 50% više nego 1990. godine. Svaki automobil godišnje emituje tri puta više štetnih sastojaka nego što iznosi njegova težine, što godišnje prouzrokuje smrt stotina hiljada stanovnika. Štetni efekti emisije izduvnih gasova predstavljaju degradacione procese na razvoj života na Zemlji u svim njegovim oblicima (flora i fauna). Na slici 3 prikazan je uticaj pojedinih štetnih elemenata na ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

UTICAJ	PM	HMs	POPs	SO ₂	NH ₃	NO _x	NMVOC	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Lokalni (zdravlje)											
Regionalni											
Kisele kiše											
Eutrofikacija											
Prizemni ozon											
Globalni											
Efekat GHG (indirektni)											
Efekat GHG (direktni)											

Legenda: PM- estice (dim i a); HMs-teški metali; POPs -dugotrajni organski zaga iva i; SO₂-sumpordioksid; NH₃-amonijak; NO_x-azotni oksidi; NMVOC -nemetanska isparljiva organska jedinjenja; CO-ugljenmonoksid; CH₄-metan; CO₂- ugljendioksid; N₂O-azotsuboksid; GHG-gasovi sa efektom staklene bašte.

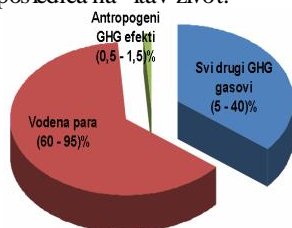
Slika 3 - Uticaj pojedinih štetnih elemenata po ljudsko zdravlje i životnu sredinu [6]

Prizemni ozon (smog) – formira se u reakciji NO_x i isparljivih organskih spojeva (VOCs), a u prisustvu sun eve svetlosti, što se posebno manifestuje na oboljenja disajnih organa.

Kisele kše - NO_x i sumpor dioksid reaguju sa drugih supstancama u atmosferi u obliku kiseline koja pada na zemlju kao kša, magla, sneg ili dehidriranih estica. Kisele kiše nanose štete materijalnim objektima, zaga uju vodu, ošte uju floru i njene plodove koji se koriste kao životne namemice za ljudsku ishranu.

estice - NO_x reaguje sa amonijakom, vlagom i drugim komponentama u obliku azotnih kiselina i srodnih estica, izazivaju i oboljenja disajnih organa i pogoršanje postoje ih bolesti srca prouzrokuju i smrt.

Globalno zagrevanje – Azotni oksid je jedan iz familije NO_x i predstavlja gas staklene bašte. On se akumulira u atmosferi sa drugim gasovima staklene bašte i dovodi do postepenog porasta temperature na zemlji. Kao posledica globalnog zagrevanja na Zemlji dolazi do klimatskih promena koje su esto pra ene katastrofalnim pojavama poput poplava, tajfuna, porasta nivoa mora, ime se uništavaju prirodni, materijalni i ljudski resursi. Azotne estice i NO₂ mogu usporiti emisiju svetlosti kroz atmosferu prema zemlji umanjuju i vidljivost na Zemlji, a samim tim i transfer toplotne energije što može dovesti do nesag ledivih posledica na itav život.



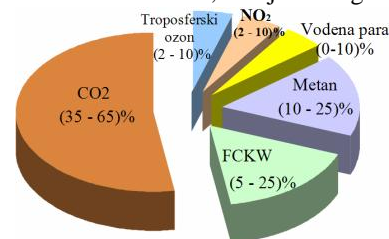
Slika 4 – Emisije gasova staklene bašte iz razli itih izvora transporta [7]

U referentnoj tehni koj literaturi, procene doprinosa pojedinih gasova na efekat staklene bašte znatno variraju. Isparavanje vode ini daleko najvažniji prirodni gas staklene bašte (slika 4). Kao što se vidi na slici 4 mišljenja u vezi

procena doprinosa pojedinih gasova u stvaranju efekata staklene bašte izazvanih od stane oveka znatno se razlikuju. Oni ine 0,5% do 1,5% u ukupnom efektu GHG. U svim nau nim publikacijama ugljen dioksid (CO₂) smatra se vode om komponentom iz antropogenih izvora gasova staklene bašte.

4.1 Antropogene aerosoli

Atmosferske koncentracije klju nih gasova staklene bašte antropogenog porekla, kao što su ugljendioksid (CO₂), metan (CH₄), azotsuboksid (N₂O) i troposferski ozon (O₃), neprekidno su rask tokom celog 20. veka. Izuzetak je freon ija je koncentracija stabilizovana posle 1990. godine. Promene atmosferskih koncentracija gasova staklene bašte su uglavnom posledica sagorevanja fosilnih goriva i izmenjenih uslova i namena koriš enja zemljišta. Koncentracije CO₂ su porasle od 280 ppm, u preindustrijskom dobu, do 370 ppm, koliko i danas iznose. Procenjuje se da e, prate i sadašnje trendove, ove koncentracije CO₂ biti izmedju 540 i 970 ppm krajem 21. veka. Procene govore da se 50% ovih gasova u atmosferi zadržava izmedju 50 i 200 godina, dok druga polovina bude apsorbovana u okeanima, zemljištu i vegetaciji.



Slika br. 5 - Antropogeni izvori GHG [7]

Veliki broj jedinjenja, gasova, te nih i vrstih estica se pojavljuju u atmosferi kao zaga iva i (polutanti). Polutanti u urbanoj sredini su:

- oksidi sumpora, oksidi azota,
- ugljen-monoksid i ugljen-dioksid,
- fotohemijski oksidansi i ugljovodonici.

Specifi ni polutanti se mogu pojaviti emisijom iz raznih industrijskih procesa. To su: teški metali,

isparljiva organska jedinjenja, hlor, fluoridi, azbest, aromatski i hlorisani ugljovodonici i dr.

5. ZAKONSKI PROPISI ZA EMISIJU ŠTETNIH MATERIJU U EVROPI

Pitanja vezana za kvalitet vazduha u Evropskoj Uniji su od posebnog značaja i kao takva imaju veoma razvijenu i opsežnu legislativu izgrađenu na temelju definisanih principa i sa ugrađenim zdravstvenim standardima i pretpostavkama vezanim za razne polutante u vazduhu. Tako, prvi princip podrazumeva da države članice podelu svoju teritoriju na određeni broj zona i aglomeracija. U tim zonama i aglomeracijama države članice treba da provedu

procene nivoa zagađenosti vazduha na bazi sprovedenih merenja, modeliranja i drugih empirijskih tehnika. Tamo gde su nivoi procenjeni, države članice treba da pripreme plan kvaliteta vazduha ili program da bi osigurali smanjenje sa graničnim vrednostima pre datuma kada te granične vrednosti formalno, odnosno po sili zakona, stupe na snagu.

U tabeli 1 prikazani su evropski propisi za emisiju izduvnih gasova motornih vozila (*B-benzinski motori*, *D-dizel motori*). Ujedno je i uvođenjem regulative Euro 3 promenjena i tehnika uzorkovanja gasova koja počinje odmah nakon startovanja motora, a ne 40 s posle starta [4].

g/km	CO		HC + NO _x		HC		NO _x		PM	
	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D
2000. Euro3	2,3	0,64		0,56	0,2	/	0,15	0,5		0,05
2005. Euro4	1,0	0,5		0,30	0,10	/	0,08	0,25		0,025
2009. Euro5	1,0	0,5		0,23	0,10 ^c		0,06	0,18	0,005	0,005
2014. Euro6	1,0	0,5		0,17	0,10 ^c		0,06	0,08	0,005	0,005

Tabela 1 - Evropski propisi za emisiju motornih vozila [4]

6. ZAKLJUČAK

- Emisija CO₂ i ubrzana potrošnja fosilnih goriva u odnosu na ograničene i smanjene resurse predstavljaju globalna energetska ograničenja savremenog razvoja i nužnost novih koncepcija razvoja u oblasti automobilske industrije
- Emisija iz vozila generalno je mala u odnosu na emisiju raznih industrijskih procesa
- U ukupnoj emisiji CO₂ priroda u estvuje sa 95%, a antropogene aktivnosti samo sa 5%. Za emisiju metana taj odnos je 37:63%, dok kod azotsuboksida taj odnos je 69:31%
- Svi proizvodni procesi ne smeju ugrožavati ni energetske ni biološke osnove zdravog života na Zemlji
- Sudeći prema sa neizvesnošću u zaštiti prirode i okoline, Evropska komisija je od 2012 godine primenjivati veoma restriktivne i progresivne kaznene mere kod svih proizvođača automobila u odnosu na vrednost CO₂ u emisiji izduvnih gasova (preko 120g/km), uz otklanjanje primene sličnih restriktivnih mera u svim granama industrije koji se indentifikuju kao zagađivači vazduha i prirode.

- [1] Vlada RS, Ministarstvo nauke i životne sredine: „Nacionalni program zaštite životne sredine“
- [2] Toyota Motor Sales, USA, Inc.: „Combustion chemistru“
- [3] Radivoje Peši, Snežana Petković, Stevan Veinović: „Motorna vozila i motori – oprema“, Banja Luka – Kragujevac 2008
- [4] Zoran Marjanović, Radomir Brzaković, Vladan Joksimović: „Ekološki razlozi za primenu alternativnih goriva“, Festival kvaliteta 2008, Kragujevac
- [5] Vlada RS, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju: „Republika strategija zaštite vazduha sa akcionim planom upravljanja kvalitetom vazduha“, prednacrt izveštaja, Banja Luka, novembar 2007. godine
- [6] Gruden D.: „Traffic and Environment“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003, Printed in Germany, p. 1-293, ISBN 3-540-00050-x
- [7] Petrović M., Anastasijević J., Jednostavni numerički model za praćenje ugljen monoksida u vazduhu usled saobraćajnog zagađenja, pregledni rad, GODINA XVI BROJ (36) 3/2010, UDK/ 621, ISSN 0354 – 6829, str.47-50

LITERATURA

INFLUENCES THE USE OF MOTOR VEHICLES

Abstract: The level of road transport is one of the major indicators of socio-economic development of each national economy. The rapid development of transport as one of the types of traffic is now one of the dominant causes of undesirable effects of processes in nature that make the working man and the environment - flora and fauna on earth. Traffic congestion in cities and urban areas makes the environment comfortable and less comfortable for life, reduces transport efficiency through the increase in travel time, fuel consumption, stress reduces the safety of drivers and road users. Another problem in the development of road transport is the impact of exhaust emissions on human health.

The ecological, economic and political importance of that road transport be organized to meet the needs of people and goods with a minimum of undesirable accompanying phenomena, i.e. must minimize the negative impact on the environment životnu. Application of new technology solutions in the automotive industry are the result of ongoing efforts to reduce these negative impacts and increase the certainty of life on earth in all its forms. Therefore, the premise of contemporary and future development of vehicles, engines and their equipment based on increasing energy efficiency through the reduction and the reduction of fuel consumption and reduce exhaust emissions.

Keywords: ecology, carbon emissions, health

Datum prijema rada: 03. 02. 2010. god.