

UTICAJ FAKTORA NA EMISIJU ŠTETNIH GASOVA IZ VOZILA SA OSVRTOM NA UKLANJANJE KATALIZATORA**THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE EMISSION OF HARMFUL GASES FROM VEHICLES WITH REFERENCE TO THE REMOVAL OF THE CATALYST**

Goran Mihaljčić, *Triglav osiguranje a.d. Banja Luka*
Bojan Mihaljčić, *Uniqa osiguranje d.d. Sarajevo*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je prikazana komparacija rezultata mjerenja emisije štetnih sastojaka u izduvnim gasovima vozila Euro 3 i Euro 4 emisionog standarda koja posjeduju katalizator, sa rezultatima mjerenja izduvnih gasova referentnih vozila Euro 3 i Euro 4 emisionog standarda kod kojih je uklonjen katalizator. Cilj je da se prikaže uolikoj mjeri uklanjanje katalizatora sa vozila Euro 3 i Euro 4 emisionog standarda negativno utiče na povećanje emisije ugljen monoksida (CO) u životnoj sredini, kao najotrovnijeg gasa koji nastaje u procesu sagorijevanja goriva u motoru. Dobijeni rezultat je pokazao da prilikom uklanjanja katalizatora, bilo da se radi o motoru sa Euro 3 ili Euro 4 emisionim standardom, dolazi do značajnog povećanja emisije ugljen monoksida (CO) u izduvnim gasovima, koji ipak na praznom hodu motora ne prelazi zakonski propisanu graničnu vrijednost, dok je na povećanom broju obrtaja ta vrijednost iznad dozvoljene. Takođe, analizirane su karakteristike vozila, kako bi se utvrdilo koji još faktori utiču na povećanu emisiju CO. Ovom analizom utvrđeno je da broj pređenih kilometara vozila značajno utiče na smanjenje funkcionalnosti katalizatora.

Ključne reči: katalizator, ugljen monoksid, emisioni standard Euro 3, Euro 4, alternativna goriva.

Abstract – The paper presents a comparison of the results of exhaust gas emission measurements from Euro 3 and Euro 4 vehicles equipped with catalytic converters with the results of exhaust gas emission measurements from Euro 3 and Euro 4 reference vehicles with catalytic converters removed. The main objective is to show the impact of removing catalytic converters from Euro 3 and Euro 4 emission standard vehicles. It has a negative impact on the increase of carbon monoxide (CO) emissions into the environment, as the most toxic gas produced in the process of fuel combustion in the engine. The obtained result showed that the removal of the catalyst, whether it is an engine with Euro 3 or Euro 4 emission standard, there is a significant increase in the emission of carbon monoxide (CO). The exhaust gases, which do not exceed the legal limit when the engine is idling, exceed the legal limit at higher engine speeds. The characteristics of the vehicle were also analyzed to determine what other factors influence the increased CO emissions. Through this analysis, it was determined that the number of kilometers

driven significantly affects the reduction in catalyst functionality.

Keywords: catalyst, carbon monoxide, emission standard Euro 3, Euro 4, alternative fuels

1. UVOD

Povećanjem broja motornih vozila na ulicama dolazi i do povećanja emisije štetnih sastojaka iz izduvnih gasova u životnu sredinu. Kako bi se spriječio njihov negativan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi, neophodno je da sva vozila posjeduju ispravne izduvne sisteme, a posebno ispravne uređaje za redukciju emisije štetnih sastojaka u izduvnim gasovima, odnosno katalizatore.

Prema rezultatima ispitivanja koje je sprovedeno u razdoblju od 01.04.2002. godine do 31.12.2002. godine u TÜV-u (Njemačka) u kome je učestvovalo 1.959 vozila, kod čak 402 vozila utvrđena je neka neispravnost izduvnog sistema. Od ukupnog broja tehnički neispravnih vozila, kod 93 vozila izduvni gasovi na povećanom broju obrtaja nisu zadovoljavali zakonski propisane kriterijume [1].

Katalizatori u sebi sadrže aktivnu površinu koja je prekrivena mnogim plemenitim metalima kao što su zlato, srebro, platina, paladijum, bakar i rodij [2], a koji hemijskom reakcijom štetne sastojke iz izduvnih gasova pretvaraju u ekološki prihvatljive gasove.

S obzirom na materijale od kojih su napravljeni, u novije vreme dešava se učestala pojava krađe katalizatora s putničkih vozila, ali i svojevrijno uklanjanje od strane vlasnika radi sticanja novčane koristi [3]. Postoje dvije vrste katalizatora, keramički i metalni. Metalni katalizatori sadrže veću količinu plemenitih metala, tako da se oni znatno više uklanjaju od keramičkih.

U ovom radu, analizirani su uticaji uklanjanja katalizatora sa vozila, sa ciljem da se prikaže u kojoj mjeri ova radnja, bilo da se radi o krađi uređaja sa vozila ili svojevrijnom uklanjanju, povećava emisiju štetnih sastojaka u izduvnim gasovima u životnu sredinu. Takođe su analizirani i drugi faktori koji dovode do smanjenja funkcionalnosti katalizatora na vozilu.

2. METODOLOGIJA MJERENJA EMISIJE ŠTETNIH SAS TOJAKA U IZDUVNIM GASOVIMA

Mjerenje emisije štetnih sastojaka u izduvnim gasovima kod benzinskih motora sprovedeno je na stanici tehničkog pregleda „SMART SOLUTION“ doo u Banjoj Luci. Za

ispitivanje je korišten univerzalni gasni analizator marke BRAIN BEE, tip AG5-688, verzija softvera 1300, serijskog broja 191001000318. Mjerenja su obavljena tokom januara, februara, marta i maja 2023. godine.



Slika 1. Univerzalni gasni analizator BRAIN BEE, tip AG5-688

U ispitivanju je učestvovalo ukupno 22 vozila srednje i niže srednje klase. Od tog broja, 10 vozila je bilo Euro 3 emisijonog standarda, a 10 vozila Euro 4 emisijonog standarda, kod kojih je dijagnostičkim pregledom potvrđena tehnička ispravnost sistema izduvnih gasova. Pored toga, testirano je po jedno vozilo Euro 3 i Euro 4 emisijonog standarda kod kojih je uklonjen katalizator, kako bi se dobila referentna vrijednost.

Za vozila sa Euro 3 emisijonim standardom posmatrana su vozila proizvedena u periodu od 2001. do 2004. godine, odnosno od prve godine uvođenja Euro 3 standarda do prestanka njegovog važenja. Vozila sa Euro 4 emisijonim standardom obuhvatila su modele proizvedene u periodu od 2005. do 2009. godine, što predstavlja vremenski okvir važenja tog standarda.

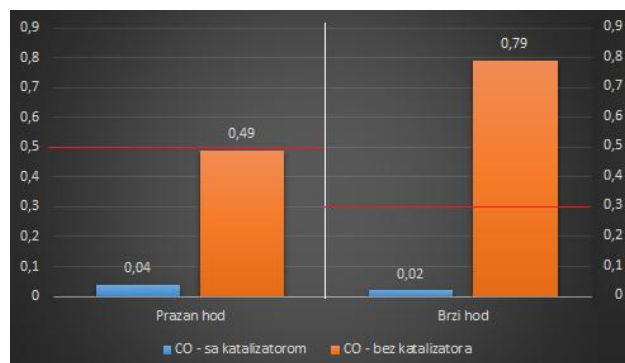
Ugljen monoksid (CO) je najotrovniji gas koji nastaje u procesu sagorijevanja goriva, pri čemu sam proces sagorijevanja zavisi od smjese vazduha i goriva u cilindrima motora. Ovaj odnos vazduha i goriva se izražava koeficijentom viška vazduha λ (lambda). S obzirom na značaj ovog odnosa izvršena je komparacija medijane izmjerenih vrijednosti emisije CO i medijane izmjerenih vrijednosti lambda kod vozila Euro 3 i Euro 4 emisijonog standarda sa katalizatorom, u poređenju sa referentnim vozilima kod kojih je katalizator uklonjen..

3. REZULTATI MJERENJA

Prema rezultatima mjerenja emisije štetnih sastojaka u izduvnim gasovima kod vozila sa Euro 3 emisijonim standardom koja posjeduju katalizator, medijana vrijednosti emisije CO pri mjerenju na praznom hodu

iznosi 0,04%, a brzom hodu iznosi 0,02%, dok je ta vrijednost kod referentnog vozila Euro 3 emisijonog standarda sa uklonjenim katalizatorom na praznom hodu iznosila 0,49%, a na brzom hodu 0,79%. Odnos navedenih vrijednosti prikazan je na slici 2, na kojoj je označena i granična vrijednost dozvoljene emisije CO na praznom hodu od 0,5 % i na brzom hodu 0,3 %.

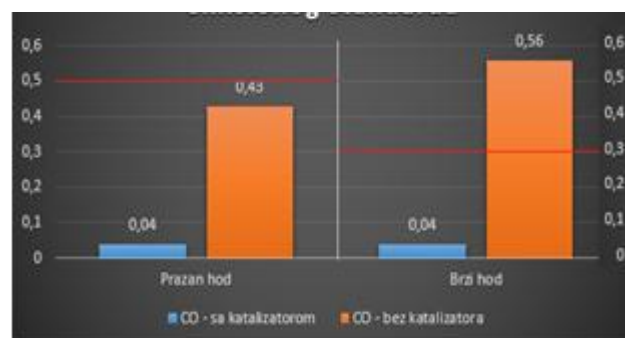
Iako se skidanjem katalizatora vrijednost emisije CO pri mjerenju na praznom hodu povećala sa 0,04% na 0,49%, što je rast od 0,45 jedinica, te vrijednosti i dalje ne prelaze granične vrijednosti, dok je pri brzom hodu emisija CO kod vozila bez katalizatora uvećana za 0,73 jedinice, sa 0,02% koliko je iznosio kod vozila sa katalizatorom na 0,79% koliko je ista izmjerena na referentnom vozilu, te za 0,49 jedinica prelazi granične vrijednosti.



Slika 2. Emisija CO kod vozila EURO 3 emisijonog standarda sa i bez katalizatora

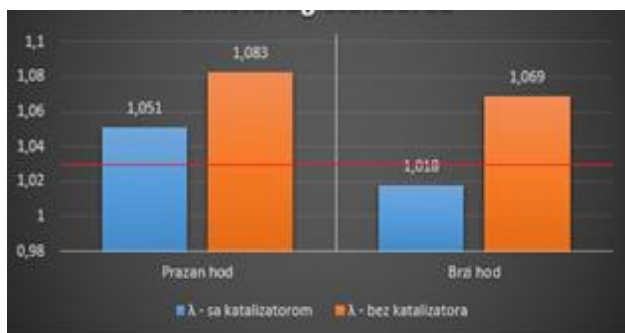
Vrijednosti medijane CO, za vozila Euro 4 emisijonog standarda sa katalizatorom i na praznom i na brzom hodu iznosi 0,04%, dok kod referentnog vozila bez katalizatora vrijednost emisije CO na praznom hodu iznosi 0,43%, a na brzom hodu iznosi 0,56%.

Uklanjanjem katalizatora vrijednost emisije CO pri mjerenju na praznom hodu povećao se sa 0,04% na 0,43%, što je rast od 0,39 jedinica, ali te vrijednosti i dalje ne prelaze granične vrijednosti. Pri brzom hodu emisija CO kod vozila bez katalizatora uvećana sa 0,04% na 0,56%, odnosno ista je uvećana za 0,52 jedinice, što je za 0,22 jedinice iznad granične vrijednosti.



Slika 3. Emisija CO kod vozila EURO 4 emisijonog standarda sa i bez katalizatora

Na slici 4. prikazana je vrijednost koeficijenta viška vazduha lambda na praznom i brzom hodu vozila sa EURO 3 emisijonim standardom, sa i bez katalizatora. Granična vrijednost lambda iznosi $\lambda = 1,00 \pm 0,03$ [4].



Slika 4. Vrijednost lambda kod vozila EURO 3 emisijom standard sa i bez katalizatora

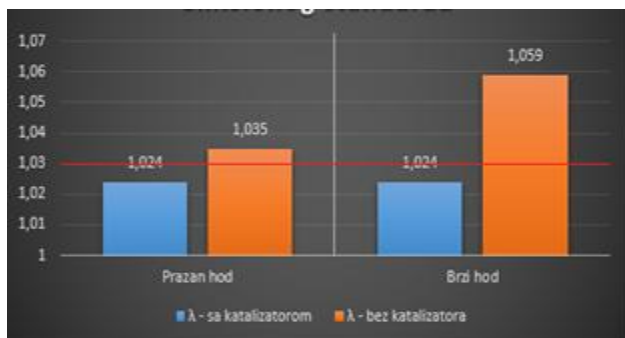
Medijana izmjerenih vrijednosti lambda za vozila sa katalizatorom na praznom hodu iznosi 1,051, a na brzom hodu 1,018, dok je izmjerena vrijednost kod referentnog vozila bez katalizatora na praznom hodu iznosila 1,083, a na brzom 1,069, što znači da je koeficijent viška vazduha veći za 0,032 jedinice kod referentnog vozila na praznom hodu, dok je na brzom hodu veći za 0,051 jedinicu.

Iako je manja razlika u veličini koeficijenta viška vazduha na praznom hodu nego na brzom hodu, između medijane vrijednosti lambda kod vozila sa katalizatorom u odnosu na referentno vozilo sa uklonjenim katalizatorom, koeficijent viška vazduha na praznom hodu prelazi granične vrijednosti u oba slučaja. Na brzom hodu za vozila koja posjeduju katalizator ta vrijednost je u granicama dozvoljene, a kod vozila bez katalizatora prelazi maksimalnu graničnu vrijednost za 0,039 jedinica.

Vrijednosti koeficijenta viška vazduha lambda na praznom i brzom hodu vozila sa EURO 4 emisijom standardom, sa i bez katalizatora prikazane su na slici 5.

Medijana izmjerenih vrijednosti koeficijenta viška vazduha lambda za vozila sa katalizatorom na praznom i brzom hodu iznosi 1,024, dok je izmjerena vrijednost kod referentnog vozila bez katalizatora na praznom hodu iznosila 1,035, a na brzom 1,059. Iz navedenog proizilazi da je koeficijent viška vazduha lambda veći za 0,011 jedinica kod referentnog vozila na praznom hodu u odnosu na medijanu vrijednosti vozila sa katalizatorom, dok je na brzom hodu veći za 0,035 jedinica.

Medijana vrijednosti lambda kod vozila sa katalizatorom i na praznom i na brzom hodu su u granicama dozvoljenih vrijednosti, dok kod vozila bez katalizatora te vrijednosti u oba slučaja prelaze granične i to na praznom hodu za 0,005 jedinica, a na brzom za 0,029 jedinica.



Slika 5. Vrijednost lambda kod vozila EURO 4 emisijom standard sa i bez katalizatora

Iako je komparacija dobijenih rezultata mjerenja emisije štetnih sastojaka u izduvnim gasovima pokazala da uklanjanje katalizatora značajno utiče na povećanje emisije CO u okolinu, dodatno su analizirane karakteristike vozila. Fokus je bio na godini proizvodnje, broju prijeđenih kilometara, temperaturi motora i broju obrtaja motora, sa ciljem utvrđivanja drugih faktora koji doprinose povećanoj emisiji CO.

Vrijednosti dobijene analizom ovih karakteristika prikazane su u tabeli 1, dok je povezanost među varijablama iz tabele 1. prikazana u tabeli 2.

Isčitavanjem iz tabele 2. može se zaključiti da ugljen monoksida (CO) ima jaku pozitivnu korelaciju sa brojem prijeđenih kilometara 0,650420. To znači ukoliko vozilo prijeđe više kilometara vrijednost ugljen monoksida u izduvnim gasovima će rasti i obrnuto.

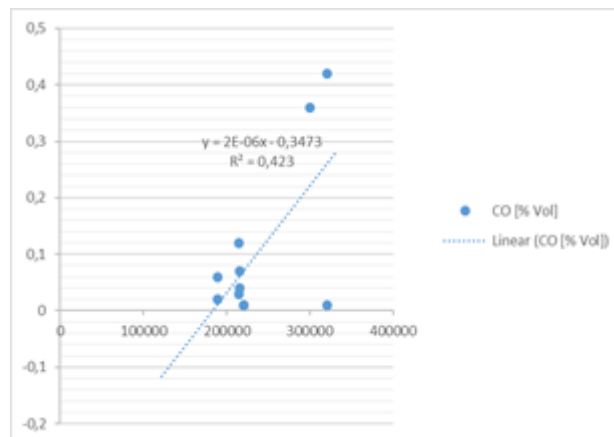
Tabela 1. Prikaz analize karakteristika voz. i vrijednost CO

	God pr.	Br. km	t mot.	Br. obr.	CO
Max.	2009	332116	107	3010	0,21
Med.	2004,50	215569	91,50	2695	0,10
Min.	2001	121571	81	2540	0,01
Arit. sr.	2004,75	221295,1 0	92,10	2713	0,10
St. dev.	2,64	59599,67	6,92	169,38	0,06

Tabela 2. Koeficijenti korelacije

	God pr.	Br. km	t mot.	Br. obr.	CO
God pr.	1	0,13931	0,07924	0,00897	0,19084
Br. km	0,13931	1	-0,09254	-0,43756	0,65042
t mot.	0,07924	-0,09254	1	0,24871	0,08694
Br. obr.	0,00897	-0,43756	0,24871	1	0,09542
CO	0,19084	0,65042	0,08694	-0,09542	1

Na osnovu Tabele 2. sačinjen je dijagram rasipanja, statističke determinacije ugljen monoksida (CO) sa brojem prijeđenih kilometara, a što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Dijagram rasipanja

4. DISKUSIJA

Iz rezultata ovog istraživanja može se zaključiti da vozila bez katalizatora ne pokazuju značajno povećanje zagađenja ugljen monoksidom (CO) tokom rada na praznom hodu, što sugerise da katalizator ima manju ulogu u smanjenju emisije CO pri niskim obrtajima motora. Međutim, pri većim brzinama i opterećenju motora, emisija CO značajno prelazi granične vrednosti kada je katalizator uklonjen. Ovo ukazuje na to da katalizator ima presudnu ulogu u smanjenju zagađenja tokom vožnje, kada motor radi pod opterećenjem i emituje veće količine štetnih gasova. Stoga, prisustvo katalizatora je ključno za održavanje emisija CO unutar zakonskih granica tokom uobičajenih uslova vožnje, a njegovo uklanjanje ne samo da narušava zakonske propise, već i predstavlja ozbiljan ekološki problem jer doprinosi povećanju zagađenja vazduha i negativno utiče na kvalitet životne sredine.

Kako bi se utvrdilo koji još faktori utiču na povećanje emisije štetnih sastojaka, izvršena je i analiza zavisnosti tehničkih karakteristika vozila i ugljen monoksida (CO).

Aalizom je utvrđeno da emisija ugljen monoksida (CO) značajno zavisi od pređenih kilometara vozila, dok starost vozila ne pokazuje statistički značajan uticaj na emisije. Shodno tome, prilikom izdavanja garancije na ispravnost katalizatora, proizvođači bi trebalo da se oslanjaju na broj pređenih kilometara, a ne na vremenski period. Tačan broj pređenih kilometara nakon kojih katalizator počinje da gubi svoje tehničke karakteristike ostaje tema za daljnja istraživanja.

5. ZAKLJUČAK

Saobraćaj predstavlja jedan od značajnijih emitenata štetnih materija, tako da je neophodno usvajanje određenih rešenja za njihovo smanjenje. Aktivnosti na zaštiti životne sredine, posmatrane iz ugla emisije štetnih sastojaka izduvnih gasova, ogledaju se u pooštavanju zakonske regulative koja reguliše normative izduvne emisije, kao i uvođenje novih tehnologija koje omogućavaju to smanjenje. Trenutno su u upotrebi motori Euro 6 emisisionog standarda.

Problem nastaje kada čovjek svjesno, zbog sticanja novčane materijalne koristi iskorištava novu tehnologiju zbog visokih vrijednosti materijala koji se koriste u njihovoj izradi, kao i sama amortizacija ovih sistema, čija učinkovitost opada usljed broja prijeđenih kilometara vozila.

Kao najpovoljnije rješenje problema zagađivanja motornim vozilima, u svijetu su izražene tendencije razvoja čistih motornih vozila, koja ne zagađuju okolinu, odnosno koja ne emituju štetne sastojke iz izduvnih gasova, stvaraju malu buku i ne izazivaju druge vrste zagađenja. Osim toga, jedan od puteva za rješavanje aktuelnih problema automobilske industrije, traži se i u korišćenju alternativnih goriva, odnosno alternativnih energetskih potencijala.

4. LITERATURA

[1] Mustafić, I. (2009). OBD - On-Board Diagnosis (EOBD – EUROPEAN ON-BOARD DIAGNOSTIC) – Upustvo - Stručni biltet – IPI, Zenica

- [2] Šagi, G., Tomić, R., Ilinčić, P. (2009). Razvoj propisa o dopuštenim emisijama štetnih tvari iz motora sa unutrašnjim sagorijevanjem, Zagreb
- [3] Mihaljčić, G., Mihaljčić, B. i Radović, D. (2018). Mjerenje emisije štetnih materija i sadržaja kiseonika u izduvnim gasovima kod benzinskih motora sa i bez katalizatora, Tehnički pregledi vozila Republike Srpske 2018, Zbornik radova, Teslić
- [4] Pravilnik o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju da imaju vozila i o osnovnim uslovima koje moraju da ispunjavaju uređaji i oprema u saobraćaju na putevima (2011). Zbirka propisa: tehnički pregledi, homologacija, sertifikacija i tahografi, Treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Banja Luka

Kratka biografija:



Goran Mihaljčić, rođen je 05.09.1991. god. u Gradačcu, BiH. Master rad na Saobraćajnom fakultetu Doboj, na temu "Identifikacija fingiranih saobraćajnih nezgoda", odbranio je 2018.god. Doktorant treće godine doktorskih studija Saobraćajnog fakulteta Doboj. Licencirani vještak saobraćajne struke. Kontakt: goranmihaljcic@hotmail.com



Bojan Mihaljčić, rođen je 05.09.1991. god. u Gradačcu, BiH. Master rad na Saobraćajnom fakultetu Doboj, na temu "Saobraćajno tehnički aspekt mogućnosti nastanka povreda vratnog dijela kičme", odbranio je 2018. god. Doktorant treće godine doktorskih studija Saobraćajnog fakulteta Doboj. Licencirani vještak saobraćajne struke. Kontakt: bojanmihaljcic@hotmail.com