

### *Prethodno priopćenje*

## **ISPRAVNOST MOTORNIH VOZILA U POGLEDU EMISIJE ISPUŠNIH PLINOVA U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE**

**Božidar Konjevod, mag.ing.traff.;** email: [konjevod@centar-motor.com](mailto:konjevod@centar-motor.com)

Centar motor d.o.o. Široki Brijeg

**Mario Šakić, MA.dipl.ing;** email: [mr.sakic@gmail.com](mailto:mr.sakic@gmail.com)

Atest centar d.o.o. Grude,

**Sažetak:** EKO test je brza, jednostavna, radionička provjera dostupnih vrijednosti ispušnih plinova koja nam govori u kakvom stanju je motor, da li se izgaranje u njemu odvija na ispravan način, kako je on podešen i u kakvom su stanju pojedini dijelovi postavljeni po motoru koji služe za pročišćavanje ili regulaciju ispušnih plinova. Na osnovu rezultata EKO testa moguće je samo zaključiti da li je motor u pogledu ispušnih plinova isparavan ili vozilo treba uputiti serviseru.

U svijetu tehničkih pregleda i auto-dijagnostike u posljednjih 15-tak godina posebno je popularna dijagnostička metoda ispitivanja ispušnih plinova ili kako se na ovim prostorima popularno voli nazvati EKO test. Kemijskom analizom ispušnih plinova kod benzinskih motora ili mjerenjem stupnja zacrnjena (zadimljenosti) kod dizelskih motora, dijagnostičar/kontrolor/mehaničar može pretpostaviti što se događa u samom motoru tj. utvrditi da li je izgaranje u motoru kvalitetno, potpuno, tj. da li se i nadalje odvija prema onim zakonitostima koje je predvidio sam proizvođač vozila u trenutku proizvodnje tog motora/vozila.

**Ključne riječi:** Eko test, analizator, dizel, benzin, katalizator

## **CORRECTNESS OF MOTOR VEHICLES WITH REGARD TO EXHAUST GAS EMISSIONS IN THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA**

**Abstract:** ECO test is a quick, simple, workshop check of the available exhaust gas values that tells us the condition of the engine, whether the combustion in it takes place in the correct way, how it is adjusted and in what condition are the individual parts installed on the engine that are used for purification or exhaust gas regulation. Based on the results of the ECO test, it is only possible to conclude whether the engine is operative in terms of exhaust gases or whether the vehicle should be sent to a repair shop. In the world of technical inspections and auto-diagnostics, the diagnostic method of testing exhaust gases, or as it is popularly called in these areas, the ECO test, has been especially popular in the last 15 years or so. By chemical analysis of exhaust gases in gasoline engines or by measuring the degree of blackening (smoke) in diesel engines, the diagnostician/controller/mechanic can assume what is happening in the engine itself, i.e. determine whether the combustion in the engine is of good quality, complete, i.e. does it furthermore, take place according to the laws that were foreseen by the vehicle manufacturer at the time of production of that engine/vehicle.

**Key words:** Eco test, analyzer, diesel, gasoline, catalyst

### **1. UVOD**

Tehnička ispravnost motornih vozila sa ekološkog aspekta ima velik utjecaj na zaštitu i očuvanje okoliša. Svjedoci smo da cestovni promet u velikoj mjeri utječe na onečišćenje okoliša i ugrožava zdravlje čovjeka. Također je i znanstveno dokazano da cestovna vozila kroz proizvodnju otpada i štetnih emisija ispušnih plinova utječu na cjelokupno stanje okoliša. Tehnička ispravnost vozila utvrđuje se prilikom obavljanja tehničkog pregleda vozila na

ovlaštenim stanicama tehničkog pregleda. Na stanici tehničkog pregleda ispituje se cjelokupno stanje motornog vozila, kako bi se utvrdila razina sigurnosti i ekološke prihvatljivosti. Kod tehničkog pregleda motornih vozila vrlo važan element je i ispitivanje emisije ispušnih plinova tzv. EKO test. Provođenje Eko testa u Federaciji Bosne i Hercegovine počelo je 2016. godine donošenjem **Pravilnika o ispitivanju ispušnih plinova motornih vozila (EKO TEST) u stanicama za tehnički pregled vozila** kojim su propisane procedure prilikom ispitivanja emisije ispušnih plinova. Na taj način se ograničava prometovanje motornih vozila koja ne zadovoljavaju minimalne zahtjeve propisane ovim Pravilnikom.

## 2. PODJELA MOTORA OBZIROM NA EKO TEST

Za potrebe periodičnog ispitivanja ispušnih plinova, tj. EKO testa, svi motori se temeljem Direktive 2009/40/EZ o tehničkim pregledima motornih vozila i njihovih prikolica i njene nadopune, Direktive 2010/48/EU podijeljeni u slijedeće kategorije:

### a) BENZINSKI MOTORI

- Benzinski motori čiji ispušni plinovi nisu kontrolirani naprednim sustavima za kontrolu ispušnih plinova. U praksi riječ je o benzinskim motorima koji nisu opremljeni lambda sondom između motora i ispušnog lonca što znači da nemaju računalno reguliranu smjesu na ulazu u motor. Skraćeno, ovakve motore ćemo nazivati BEZ-KAT motori. Naglašavamo da je riječ o najstarijoj generaciji motora proizvedenoj do približno početka 90-tih godina prošlog stoljeća. Napajanje gorivom ovih motora redovno je izvedeno pomoću rasplinjača ili je izvedeno pomoću ubrizgavanja goriva ali u ispušnom sustavu ne postoji lambda sonda za korekciju količine goriva.
- Benzinski motori čiji su ispušni plinovi tretirani prvom generacijom naprednih sustava za kontrolu ispušnih plinova. U praksi riječ je o benzinskim motorima koji su opremljeni lambda sondom na ispušnoj grani između motora i ispušnog lonca. Lambda sonda daje povratni signal računalu o količini kisika u ispušnim plinovima te se na osnovu toga vrši korekcija ubrizganog goriva u motor. Skraćeno, ovakve motore ćemo nazivati REG-KAT motori. Naglašavamo da je riječ o generaciji motora proizvedenoj približno od početka 90-tih godina prošlog stoljeća do početka 2000-tih godina kada se počinju proizvoditi najnoviji benzinski motori.
- Benzinski motori čiji su ispušni plinovi tretirani posljednjom generacijom naprednih sustava za kontrolu ispušnih plinova s mogućnošću samokontrole sustava za pročišćavanje ispušnih plinova. U praksi riječ je o benzinskim motorima koji su opremljeni lambda sondom na ispušnoj grani između motora i ispušnog lonca ali i drugom lambda sondom nakon ispušnog lonca. Dakle, ovi motori imaju najmanje dvije lambda sonde. I u ovom slučaju prva lambda sonda daje povratni signal računalu o količini kisika u ispušnim plinovima ali druga lambda sonda služi za samokontrolu rada prve lambda sonde i samog katalizatora smještenog u loncu između lambda sondi. Skraćeno, ovakve motore ćemo nazivati REG-KAT-OBID motori. Naglašavamo da je riječ o generaciji motora proizvedenoj približno od početka 2000-tih godina do danas. U praksi se kao granična godina proizvodnje uvijek uzima 2003. godina. Sva vozila proizvedena te godine i kasnijih godina pripadaju REG-KAT-OBID kategoriji motora i moraju zadovoljiti norme koje vrijede za te motore.

## b) DIZELSKI MOTORI

- Atmosferski dizelski motori sa slobodnim usisom čiji usis zraka na nikakav način nije prednabijan tj. ne postoji nikakav kompresor koji bi dodatno tlačio zrak na ulazu u motor. Riječ je o starijoj generaciji dizelskih motora koji nisu imali prednabijanje (turbo) pa ćemo ih skraćeno nazivati DIZEL-SU (od motora sa Slobodnim Usisom). Ovakvi motori proizvodili su se približno do kraja 90-tih godina prošlog stoljeća.
- Prednabijani dizelski motori čiji je usis zraka dodatno prednabijan bilo mehanički pokretanim kompresorom ili turbopunjačem pokretanim strujom ispušnih plinova (turbo). Riječ je o generaciji dizelskih motora koji su opremljeni prednabijanjem, najčešće turbinom pokretanom strujom ispušnih plinova koja se popularno naziva turbo. Stoga će se ovakvi motori u žargonu skraćeno nazivati DIZEL-TURBO.
- Dizelski motori bez obzira da li su atmosferski ili prednabijani koji u ispuhu imaju dodatne napredne sustave za pročišćavanje ispušnih plinova, a proizvedeni su 2009. ili kasnije godine. Riječ je o najnovijoj generaciji dizelskih motora i danas se svi dizelski motori proizvode s ovim sustavima. Skraćeno, takve motore ćemo nazivati DIZEL-OBD motori. U praksi, kao referentna godina proizvodnje vozila uvijek se uzima 2009. godina i smatra se da svi DIZEL motori proizvedeni 2009. i nakon te godine pripadaju grupi DIZEL-OBD motora.

Eko testu, temeljem nacionalnih propisa ali i navedenih direktiva Europske unije podvrgavaju se sva motorna vozila (M i N kategorija), a izuzeta su motorna vozila poput L kategorije (mopedi i motocikli), radni strojevi i traktori. EKO testa su dodatno oslobođena vozila koja svojim tehničkim ili starosnim karakteristikama pripadaju jednoj od slijedećih skupina:

- vozila opremljena dvotaktnim benzinskim motorima
- vozila opremljena benzinskim motorima proizvedenima prije 1970. godine
- vozilima opremljena dizelskim motorima proizvedena prije 1980. godine
- vozila opremljena alternativnim izvorima energije poput vozila na električnu energiju, metan, vodik i gorive ćelije
- vozila koja su dodatno opremljena pogonom na propan-butan plin ispituju se samo dok su pogonjena pomoću benzina

## 3. ISPITIVANJE EMISIJE ISPUŠNIH PLINOVA NA VOZILIMA U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE

Na zagađenje okoliša u velikoj mjeru utječu ispušni plinovi vozila i moraju biti podvrgnuti periodičnom ispitivanju kako bi se utvrdilo je li tokom ranijeg korištenja vozila došlo do povećanja koncentracije ispušnih plinova. Ispitivanje emisije ispušnih plinova se provodi za vrijeme redovnog tehničkog pregleda i obavlja se na stanicama tehničkog pregleda vozila. Rezultati ispitivanja emisije ispušnih plinova su uvjet za prolazak tehničkog pregleda.

U Federaciji Bosne i Hercegovine postoji **Pravilnik o ispitivanju ispušnih plinova motornih vozila (EKO TEST) u stanicama za tehnički pregled vozila i njime** se propisuje način ispitivanja sadržaja ispušnih plinova motornih vozila. U svrhu smanjenja štetnih utjecaja ispušnih plinova na okoliš, počevši od 1. siječnja 2017. godine, u svim stanicama za tehnički pregled vozila, prilikom obavljanja redovnog tehničkog pregleda vozila istovremeno će se vršiti i ispitivanje sadržaja ispušnih plinova motornih vozila - EKO test. Kod vozila pogonjenog

alternativnim pogonskim gorivom (CNG, LPG) prilikom provođenja EKO testa koristi se gorivo koje daje nepovoljniju emisiju i tako dobiveni rezultati ispitivanja ispušnih plinova unose se u odgovarajuću bazu podataka informatičkog sustava. Svako vozilo označava se naljepnicom o ekološkoj normi koju vozilo zadovoljava. Svi izmjereni i izračunati rezultati svakog pojedinačnog EKO testa ispisuju se na pisaču analizatora ispušnih plinova i prepisuju u jedinstveni informatički sustav za obradu podataka s EKO testova.

Granične vrijednosti ispušnih plinova koje pojedini motori moraju zadovoljiti na EKO testu su slijedeće:

- BEZ-KAT (motori bez lambda sonde):  
n = prazni hod;  $CO \leq 4,5\%$  (za vozila proizvedena do 1986. godine)  
n = prazni hod;  $CO \leq 3,5\%$  (za vozila proizvedena 1986. godine i mlađa)
- REG-KAT (vozila s lambda sondom proizvedena do 2002. godine):  
n = povišeni prazni hod ( $2500 - 3000 \text{ min}^{-1}$ );  $CO \leq 0,3\%$ ;  $\lambda = 0,97 - 1,03$   
n = prazni hod;  $CO \leq 0,5\%$
- REG-KAT-OBD (vozila proizvedena 2003. godine i mlađa):  
n = povišeni prazni hod ( $2500 - 3000 \text{ min}^{-1}$ );  $CO \leq 0,2\%$ ;  $\lambda = 0,97 - 1,03$   
n = prazni hod;  $CO \leq 0,3\%$   
Čitaju se greške iz OBD sustava vozila
- DIZEL-SU (vozila bez prednabijanja proizvedena do 2008. godine i starija):  
n = od praznog hoda do najviše brzine vrtnje; Nakon najmanje tri ispitivanja srednja vrijednost zacrnjenja (k) ne smije biti veća od  $2,5 \text{ m}^{-1}$
- DIZEL-TURBO (vozila s prednabijanjem proizvedena do 2008. godine i starija):  
n = od praznog hoda do najviše brzine vrtnje; Nakon najmanje tri ispitivanja srednja vrijednost zacrnjenja (k) ne smije biti veća od  $3,0 \text{ m}^{-1}$
- DIZEL-OBD (vozila proizvedena 2009. godine i mlađa):  
n = od praznog hoda do najviše brzine vrtnje; Nakon najmanje tri ispitivanja srednja vrijednost zacrnjenja (k) ne smije biti veća od  $1,5 \text{ m}^{-1}$

Benzinski se motori dijele u dvije skupine s obzirom na to da li posjeduju lambda sondu ili ne. Ispitivanje ispušnih plinova REG-KAT motora obavlja se u dvije faze. Prva faza ispitivanja obavlja se na radnoj temperaturi motora, pri povećanoj brzini vrtnje, a druga faza ispitivanja obavlja se na radnoj temperaturi u praznom hodu motora. BEZ-KAT motori ispituju se samo pri radnoj temperaturi u praznom hodu motora, pri čemu su dopuštene koncentracije ugljičnog monoksida (CO) propisane od strane proizvođača.

Mjerenja srednjeg koeficijenta zacrnjenja obavljaju se tako da se motor zagrije na radnu temperaturu, te nakon toga slobodno ubrzava od brzine vrtnje u praznom hodu do najveće brzine vrtnje i to najmanje tri puta. Sondom za uzimanje uzoraka postavljenom u ispušnu granu dobiva se signal na analizatoru koji proračunava vrijednost srednjeg koeficijenta zacrnjenja (k). Osim cjelogodišnjeg održavanja auta vozači sami mogu utjecati na bolji rezultat. Najbitnije je da auto dođe na testiranje zagrijan i propuhan.

### 3.1. Statistika - rezultati obavljenih eko testova do 01.01 31.12.2019. Godine

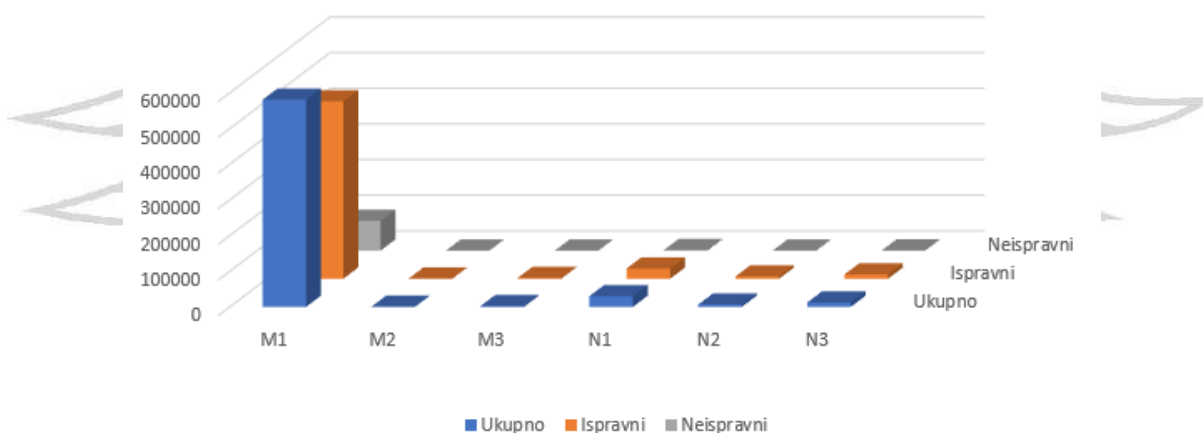


Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila 2019. godinu

| Ukupno, ispravnost, neispravnost – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) |        |          |       |            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------|------------|-------|
|                                                                                | Ukupno | Ispravni | %     | Neispravni | %     |
| M1                                                                             | 580508 | 497116   | 85.63 | 83392      | 14.37 |
| M2                                                                             | 640    | 627      | 97.97 | 13         | 2.03  |
| M3                                                                             | 2187   | 2155     | 98.54 | 32         | 1.46  |
| N1                                                                             | 30022  | 28691    | 95.57 | 1331       | 4.43  |
| N2                                                                             | 6642   | 6545     | 98.54 | 97         | 1.46  |
| N3                                                                             | 12164  | 12047    | 99.04 | 117        | 0.96  |

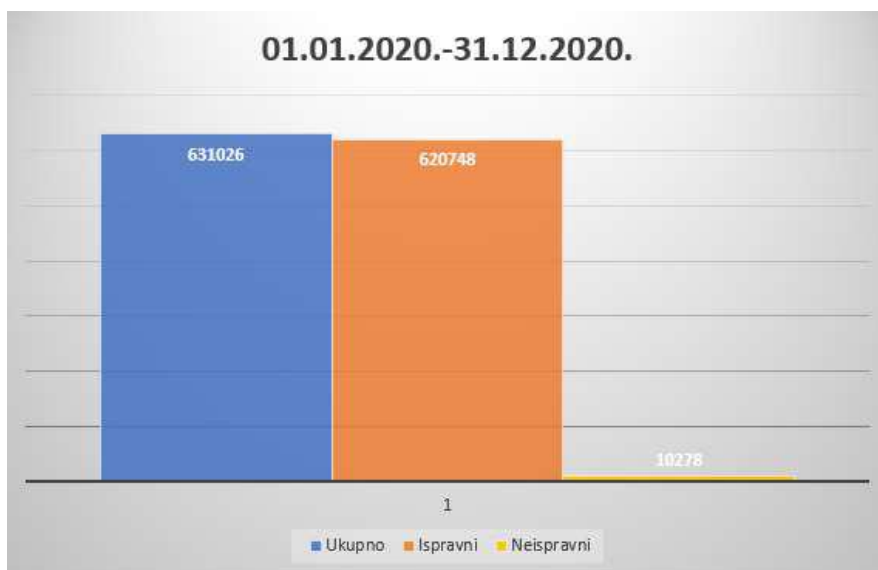
Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) za 2019. godinu

PRIKAZ U OVISNOSTI OD KATEGORIJE VOZILA



Grafički prikaz ispravnosti vozila u ovisnosti od kategorije vozila za 2019. godinu

### 3.2. Statistika - rezultati obavljenih eko testova do 01.01-31.12.2020.godine

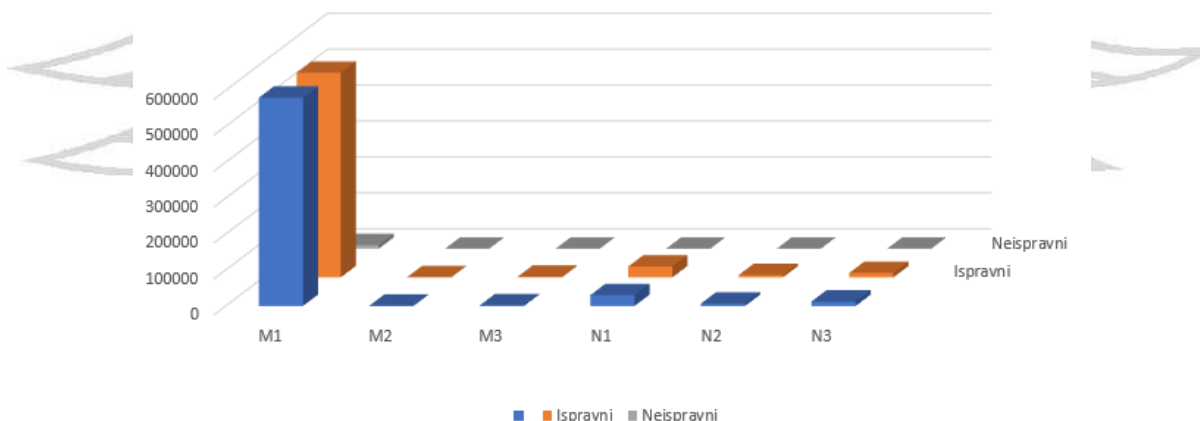


Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila 2020. godinu

| Ukupno, ispravnost, neispravnost – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) |        |          |       |            |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------|------------|------|
|                                                                                | Ukupno | Ispravni | %     | Neispravni | %    |
| M1                                                                             | 579530 | 569356   | 98.2% | 10174      | 1.8% |
| M2                                                                             | 612    | 609      | 99.5% | 3          | 0.5% |
| M3                                                                             | 1768   | 1768     | 100%  | 0          | 0%   |
| N1                                                                             | 30136  | 30039    | 99.7% | 97         | 0.3% |
| N2                                                                             | 6642   | 6639     | 100%  | 3          | 0%   |
| N3                                                                             | 12338  | 12337    | 100%  | 1          | 0%   |

Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) za 2020. godinu

PRIKAZ U OVISNOSTI OD KATEGORIJE VOZILA



Grafički prikaz ispravnosti vozila u ovisnosti od kategorije vozila za 2020. godinu

### 3.3. Statistika - rezultati obavljenih eko testova do 01.01-31.12.2021.godine

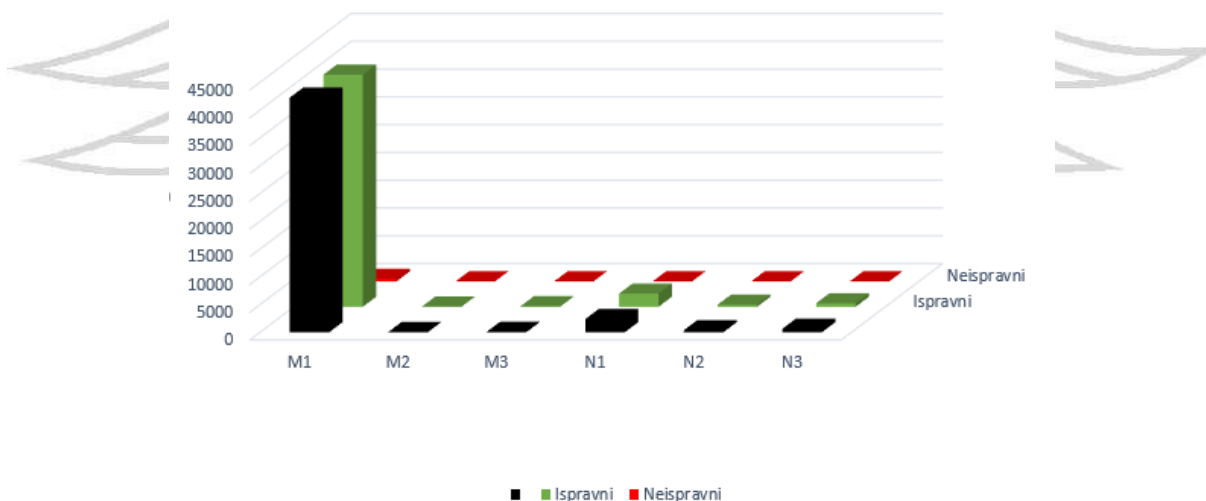


Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila 2021. godinu

| Ukupno, ispravnost, neispravnost – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) |        |          |         |            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|------------|-------|
|                                                                                | Ukupno | Ispravni | %       | Neispravni | %     |
| M1                                                                             | 42216  | 41778    | 98,96%  | 438        | 1,04% |
| M2                                                                             | 41     | 41       | 100,00% | 0          | 0,00% |
| M3                                                                             | 97     | 97       | 100,00% | 0          | 0,00% |
| N1                                                                             | 2376   | 2374     | 99,92%  | 2          | 0,08% |
| N2                                                                             | 378    | 378      | 100,00% | 0          | 0,00% |
| N3                                                                             | 639    | 639      | 100,00% | 0          | 0,00% |

Prikaz Eko test - ukupno, ispravni, neispravni – sva vozila (ovisnosti od kategorije vozila) za 2021. godinu

#### PRIKAZ U OVISNOSTI OD KATEGORIJE VOZILA



Grafički prikaz ispravnosti vozila u ovisnosti od kategorije vozila za 2021. godinu

## 4. ANALIZATORI ISPUŠNIH PLINOVA

Da bi se ispravno proveo EKO test svaka stanica za tehnički pregled, među ostalim, mora biti opremljena s najmanje dva analizatora ispušnih plinova. Poseban je analizator za benzinske motore, a poseban analizator za dizelske motore. Ispitivanje emisije ispušnih plinova se odvija pomoću jednostavnih analizatora koji nisu nikakva precizna laboratorijska oprema kojom je moguće napraviti homologacijsko ispitivanje niti je na osnovu EKO testa moguće zaključiti koju homologacijsku ekološku normu zadovoljava ispitivano vozilo. Na osnovu rezultata EKO testa moguće je samo zaključiti da li je motor u pogledu ispušnih plinova isparavan ili vozilo treba uputiti serviseru.

### 4.1. Analizator benzinskih motora

Ova vrsta analizatora mora imati mogućnost mjerenja najmanje 4 vrste ispušnih plinova, mogućnost mjerenja radne temperature motora, mogućnost mjerenja brzine vrtnje motora te mogućnost izračunavanja faktora zraka lambda. Zatim, analizator mora imati mogućnost ispisa rezultata mjerenja u svim mjernim točkama (na brzini vrtnje praznog hoda i na povišenoj brzini vrtnje motora).

Mjere se ili izračunavaju slijedeće vrijednosti:

- CO u [%] - ugljikov monoksid
- CO<sub>2</sub> u [%] - ugljikov dioksid
- O<sub>2</sub> [%] - kisik
- HC [ppm] - ugljikovodici
- t [°C] - temperatura motora
- n [min<sup>-1</sup>] - brzina vrtnje motora
- λ [-] - faktor zraka lambda

### 4.2. Analizator dizelskih motora

Kod ovog tipa analizatora ne vrši se nikakva kemijska analiza ispušnih plinova kao kod benzinskog analizatora već se mjeri stupanj zacrnjenja ispušnog plina. Pojednostavljeno, uzorak ispušnog plina provodi se kroz mjernu komoru koja s jedne strane ima stalni izvor svjetla, a s druge svjetlomjer koji konstantno mjeri rasvjetljenost u komori. Prolaskom zacrnjenog ispušnog plina kroz komoru opada količina svjetla koja iz izvora dolazi do svjetlomjera te se na taj način određuje koliko je ispušni plin zacrnjen.

U osnovi, zacrnjenje ispušnog plina se mjeri u postocima, pa kada se kaže da je zacrnjenje ispušnog plina 60%, to znači da je svjetlomjer u mjernoj komori primio 40% od svjetla koje je primao dok ispušni plin nije bio u komori. Međutim, kako se pri izračunu zacrnjenja u obzir uzima i duljina mjerne komore (L) to se stvarni stupanj apsorpcije izražava u jedinicama m<sup>-1</sup>.

Dizelski analizator, kao i benzinski, moraju imati mogućnost mjerenja, prikaza i ispisa temperature motora kao i brzine vrtnje motora. Za sve stanice za tehnički pregled vozila je vrlo važno da uz uobičajene načine mjerenja brzine vrtnje i temperature, imaju barem još jedan alternativni način mjerenja, koji pomoću bilo koje alternativne metode (zvuka, vibracija, naponske oscilacije ili direktnog čitanja podatka o brzini vrtnje preko priključnice za čitanje

parametara rada motora) omogućuje dobivanje ovih podataka. Ovo stoga što su mnogi današnji motori (benzinski i dizelski) izvedeni i ugrađeni u vozila tako da je mjerenje ovih parametara vrlo otežano bez alternativnih metoda mjerenja.

## 5. ZAKLJUČAK

Redovnom periodičnom provjerom kvalitete ispušnih plinova dokaz je da naše vozilo još uvijek radi u skladu s propisanim normama. Na taj način čuvamo okoliš ali indirektno vršimo i štednja goriva, jer ispravni i dobro podešeni motori osim što manje zagađuju zrak, troše i manje goriva. Stoga je doprinos eko testa vrlo velik i teško mjerljiv. Bez obzira na popularni naziv ove dijagnostičke metode - EKO test, treba odmah istaknuti, "stari" motori tj. vozila koja su konstruirana i izrađena u prošlosti i koja ispuštaju veće količine štetnih tvari, nikakvim se metodama (mjerenjima ili preradama) neće i ne mogu pretvoriti u "nove" motore tj. vozila novije generacije koja ispuštaju manje štetnih tvari. EKO testom se samo mjere određene vrijednosti u ispušnim plinovima i izmjerene vrijednosti uspoređuju s graničnim vrijednostima koje su propisane za vrstu i generaciju ispitivanog motora i vozila. Na EKO testu se ne traži i ne može tražiti da starija vozila zadovoljavaju norme ispušnih plinova kao i novija vozila. Dakle, EKO test, tj. ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila je gruba dijagnostičarska metoda kojom se utvrđuje da li motor nekog vozila izgara u radnom području koje je predvidio sam proizvođač vozila/motora. Pri tome motori različitih generacija smiju ispuštati različite količine ispušnih plinova.

## LITERATURA

- [1] Mandić H., Ramljak I.: „Priručnik za homologaciju“, Široki Brijeg, 2022.
- [2] European Federation for Transport and Environment, Euro 5 and 6 emissions standards for cars and vans, 2006, [www.transportenvironment.eu](http://www.transportenvironment.eu)
- [3] European emission standards - cars and light trucks, [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)