

# Mjere smanjenja štetnih ispušnih plinova Otto motora

---

Jurković, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:401614>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-19**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**Josip Jurković**

**MJERE SMANJENJA ŠTETNIH  
ISPUŠNIH PLINOVA OTTO MOTORA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**MJERE SMANJENJA ŠTETNIH  
ISPUŠNIH PLINOVA OTTO MOTORA**

**MEASURES FOR REDUCING  
HARMFUL POLLUTANT OTTO  
ENGINE**

Mentor: mr. sc. Zoran Vogrin

Student: Josip Jurković, 0135228119

Zagreb, 2016.

## MJERE SMANJENJA ŠTETNIH PLINOVA OTTO MOTORA

### SAŽETAK

Kroz rad su prikazane mjere kojima je moguće postići smanjenje štetnih plinova otto motora. Navedeni su plinovi koji nastaju prilikom nepotpunog izgaranja goriva i opisan njihov utjecaj na zdravlje ljudi. Emisije ispušnih plinova regulirane su Euro normama koje ograničavaju emisije otrovnih plinova. Postoji nekoliko tehničkih mjera kojima se konkretno smanjuju štetni plinovi kod otto motora, u radu su opisani tehnički postupci koji pridonose najvećem smanjenju zagađenja i neke nove tehnologije. Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova iz vozila. Ekonomske mjere su dobar primjer mjera za smanjenje ispušnih plinova, jer potiču ljude svojim subvencijama na nabavu ekološki prihvatljivijih cestovnih motornih vozila na alternativni pogon. U Hrvatskoj Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti pokušavaju poticajima za električna, hibridna i plug-in vozila smanjiti stalan rast emisija štetnih plinova i pokrenuti uporabu motornih vozila na alternativni pogon.

KLJUČNE RIJEČI: cestovni promet, otto motor, ispušni plinovi, tehničke mjere, alternativna goriva.

---

### SUMMARY

#### MEASURES FOR REDUCING HARMFUL POLLUTANT OTTO ENGINE

This paper presents the measures that can help to achieve the reduction of harmful gases produced by otto engines. Gases that are formed during the incomplete combustion of the fuel are listed and their impact on the human health is described. Exhaust emissions are regulated by Euro standards that limit emissions of toxic gases. There are several technical measures to specifically reduce harmful gases at otto engine; the paper describes the technical procedures that contribute to the largest reduction of pollution and some new technology. The use of alternative fuels for motor vehicles is one of the possible ways to reduce harmful emissions from vehicles. Economic measures are a good example of measures to reduce exhaust emissions, because they encourage people by giving them subsidies to the procurement of

environmentally friendly road motor vehicles on alternative fuel. In Croatia, The Croatian Government, The Ministry of Environmental and Nature Protection and The Environmental Protection and Energy Efficiency Fund are trying to reduce the steady growth of emissions, by giving incentives for electric, hybrid and plug-in vehicles, and initiate the use of motor vehicles on alternative fuels.

**KEYWORDS:** road transport, otto engine, exhaust gases, technical measures, alternative fuels.

## Sadržaj:

1. UVOD.....	1
2. VRSTE ISPUŠNIH PLINOVA CESTOVNIH MOTORNIH VOZILA .....	3
2.1. ŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA.....	4
2.2. NEŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA .....	7
3. UČINAK ŠTETNIH TVARI NA ZDRAVLJE ČOVJEKA, BILJKE I ŽIVOTINJE .....	10
4. ZAKONSKI PROPISI GLEDE EMISIJA ŠTETNIH TVARI.....	13
5. TEHNIČKE MJERE ZA SMANJENJE ŠTETNIH TVARI .....	15
5.1. ZAHVATI UNUTAR MOTORA .....	15
5.2. ZAHVATI IZVAN MOTORA.....	23
6. MOGUĆNOST PRIMJENE ALTERNATIVNIH GORIVA .....	29
6.1. Biogoriva .....	31
6.2. Gorive ćelije .....	33
6.3. Električni (hibridni) pogon .....	34
6.3.1. Prednosti i nedostaci električnog motora.....	36
6.3.2. Električni automobili u Hrvatskoj.....	36
6.3.3. Hibridni pogon .....	39
7. EKONOMSKE MJERE.....	43
8. ZAKLJUČAK.....	45
Popis literature.....	47
Internet izvori .....	48
Popis slika .....	50
Popis tablica .....	51

# 1. UVOD

Razvijanjem prometa, eksponencijalno je rastao i još uvijek raste štetan utjecaj prometa na cjelokupan okoliš. Broj registriranih motornih vozila u 2008. g se udvostručio u odnosu na 1995. g, skladno tome očekivano se dogodio i veliki porast emisije štetnih plinova u prometu. Fosilna goriva danas i dalje čine veliku većinu pogona cestovnih motornih vozila u svijetu, ali zbog podložnosti oscilacijama u cijeni i sve većem zagađenju okoliša primjenjuju se alternativna goriva, te su se pooštrile zakonske mjere koje se tiču emisije plinova prouzrokovane motornim vozilima.

U radu će biti prezentirane mjere kojima se mogu smanjiti emisije štetnih plinova otto motora. Alternativnim gorivima predaje se sve veća važnost zbog daleko manje štetnog utjecaja od sadašnjih fosilnih goriva koja stvaraju velike probleme.

Završni rad sastoji se od osam funkcionalno povezanih poglavlja koji međusobno čine jedinstvenu cjelinu.

U uvodu je naveden opći prikaz problema štetnih plinova. U drugom poglavlju navedene su vrste ispušnih plinova kod cestovnih vozila, štetnih i neštetnih po ljudsko zdravlje. Zatim opisan je utjecaj plinova na ljude, bilje i životinje i naveden primjer utjecaja tih plinova i pojašnjen postupak kiselih kiša. Navedeni su zakonski propisi i strategije smanjenja ugljikovog dioksida u Hrvatskoj.

Opisane su mjere za smanjenje štetnih tvari, unutar i izvan motora. Detaljno opisan katalizator koji je najbitniji dio ispušnog sustava, koji se koristi kao mjera zahvata izvan motora, za smanjenje štetnih plinova. Navedene su vrste katalizatora i uvjeti za rad katalizatora, lambda sonda i izvedbe zagrijavanja katalizatora. Objašnjena teorija i svrha upuhivanja sekundarnog zraka. Za zahvate unutar motora opisana je uporaba elektroničkog ubrizgavanja i sustavi električnog paljenja.

Kod alternativnih goriva opisana je mogućnost primjene alternativnih goriva, kriteriji za uporabu i navedene su neke vrste biogoriva, opisane gorive ćelije i ukratko njihova zastupljenost u Hrvatskoj kao primjer alternativnog goriva, i električni tj. hibridni pogon

cestovnih vozila. Električni pogon je najdetaljnije opisan, tj. hibridna i električna vozila. U tom poglavlju navedene su prednosti i nedostaci električnog pogona i opisani su hrvatski električni automobili, koji su itekako poznati na svjetskoj sceni automobila na električni pogon. Pred sam kraj opisane su ekonomske mjere koje potiču primjenu alternativnih goriva u Hrvatskoj.

Za sam kraj Završnog rada navedene su koje to mjere imaju najveći utjecaj na okoliš, i koje rješenje je najbolje.



## 2. VRSTE ISPUŠNIH PLINOVA CESTOVNIH MOTORNIH VOZILA

Za izgaranje goriva potreban je kisik, točnije 14,7 kg za potpuno izgaranje 1 kg goriva. Odnos stvarne količine zraka potrebne za potpuno izgaranje cjelokupne količine goriva, koje su dovedene u motor naziva se faktor zraka ( $\lambda$ ), kada je  $\lambda < 1$  postoji manjak zraka, tj. smjesa je prebogata, a kada je  $\lambda > 1$  smjesa je siromašna. Izgaranje može biti potpuno i nepotpuno. U slučaju potpunog izgaranja nastaju samo ugljik (IV) oksid ( $\text{CO}_2$ ) i vodena para ( $\text{H}_2\text{O}$ ) jer se motorna goriva većinom sastoje od ugljika i vodika. Budući da proces u motoru s unutrašnjim izgaranjem nije kontinuiran, gotovo nikad se ne događa potpuno izgaranje, nego nepotpuno izgaranje, te kao posljedica toga nastaju produkti, ispušni plinovi. Najčešće nepotpuno izgaranje uzrokovano je manjkom kisika ( $\lambda < 1$  smjesa je prebogata) i lošom izmiješanosti smjese.<sup>1</sup> Izgaranjem goriva nastaju produkti izgaranja, ispušni plinovi, oni mogu biti štetni i neštetni.

Štetni sastojci ispušnih plinova:

- CO – ugljični monoksid
- CH - ugljikovodici
- SO<sub>2</sub> – sumporov dioksid
- NO<sub>x</sub> – dušikovi oksidi
- Pb – olovo i spojevi
- čađa i dim

Neštetni sastojci ispušnih plinova:

- N<sub>2</sub> - dušik
- H<sub>2</sub>O – vodena para
- O<sub>2</sub> - kisik
- CO<sub>2</sub> - ugljični dioksid

---

<sup>1</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999., 16.str.

## 2.1. ŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA

Kada bi se u motoru odvijalo potpuno izgaranje goriva, plinovi koji bi se stvarali bili bi samo neštetni kisik, dušik, ugljikov dioksid i vodena para. No u stvarnosti nije tako pa se prilikom izgaranja stvaraju i štetni plinovi koji znatno utječu na zdravlje ljudi, ali i biljni i životinjski svijet. Štetni plinovi koji nastaju izgaranjem su: ugljični monoksid, ugljikovodici, sumporov dioksid, dušični oksidi, olovo i spojevi olova i čađa i dim.

### Ugljični monoksid

Ugljik (II) oksid (CO) je plin bez boje i mirisa, jako otrovan jer se veže na hemoglobin u krvi čime sprječava prijenos kisika. CO nastaje kao produkt nepotpunog izgaranja kad u smjesi nema dovoljno kisika (bogata smjesa) za potpunu oksidaciju ugljika (C) u CO<sub>2</sub>. Kemijskom reakcijom nastaje karboksihemoglobin te izaziva:

- 1% nakon nekoliko udisaja pada u nesvijest
- 0,5% blaže trovanje i glavobolja
- 0,1% otežano disanje
- 0,0016% bezopasna koncentracija.

Povećani udio CO u ispuhu znak je bogate smjese. Uzrok može biti: zaprljan filter zraka, loš rad sustava za radna toplo, propusnost u usisnom sustavu ili loša podešenost sustava za napajanje (rasplinjač ili ubrizgavanje)... Uporabom suvremenih katalizatora smanjuje se emisija CO u prosjeku za 3 puta, međutim pri hladnim temperaturama mogu se povećati emisije s katalizatorima u odnosu na njihove uobičajene emisije i do 180%. Zbog svojih karakteristika ispušteni CO ne smije se dozvoliti rad motora u zatvorenim prostorijama, npr. garaže, radionice... U srednjoeuropskim gradovima, što zbog načina vožnje a što zbog zimskih temperatura emitira se oko 70 do 80% emisija CO, a izvan gradova ostatak emisija CO od prometa. Ukupna emisija CO u Hrvatskoj smanjena je 2010. g (273.520 t) u odnosu na 1990. g (573.700 t) za više od polovine.

## Ugljikovodici CH

Nastaju zbog nepotpunog izgaranja goriva, neugodnog mirisa i nadražujućeg djelovanja, stvaraju smog. Pare ugljikovodika djeluju na središnji živčani sustav i imaju opojno djelovanje. Do 90% niža koncentracija ugljikovodika upotrebom trostrukog katalizatora, te je tako udio emisije 1990.g. u Hrvatskoj iznosio 35% , 2010.g. smanjio se na 15%. Najveći dio emisije CH ispusti se u gradskoj vožnji, koju karakteriziraju male prosječne brzine, i česta ubrzanja i usporenja vozila. Uzrok povećane koncentracije CH može biti: loša prilagođenost sustava za napajanje, pogrešna prilagođenost paljenja, zamašćenje svjećica...

## Sumporov (IV) oksid (SO<sub>2</sub>)

Bezbojan nadražujući plin, kisela okusa, jako štetan spoj jer u atmosferi oksidira u SO<sub>3</sub> koji u kontaktu s vodom izaziva nastanak kiselih kiša, također djeluje na usporenje procesa fotosinteze kod biljaka, posebno kod igličastog drveća, te uzrokuje koroziju. Vrlo je otrovan jer štetno djeluje na ljudske dišne organe. Količina dušikovog dioksida ovisi o količini sadržaja sumpora u gorivu. Dizelska goriva imaju puno veće količine sumpora pa tako za 1 kg dizelskog goriva emisije izgaranja iznosile su 4g SO<sub>2</sub> a kod benzinskih 0,26 g SO<sub>2</sub>. U Hrvatskoj ukupna emisija SO<sub>2</sub> cestovnog prometa u ukupnim emisijama SO<sub>2</sub> u 2010.g. iznosi 6,4 %, za razliku od 1990.g. kada je postotak iznosio 3,4 %.

## Dušikovi oksidi

Nastaju izgaranjem goriva u motorima s unutrašnjim izgaranjem pri visokim temperaturama. Vrijeme zadržavanja plina iznosi 2-3 dana, a uklanja se prisustvom vlage. Na stvaranje NO utječu:

- odnos zraka i goriva u reakcijskoj zoni (manje kisika – manja emisija NO),
- temperatura u reakcijskoj zoni,
- vrijeme zadržavanja plina u reakcijskoj zoni kod minimalne temperature ( što je vrijeme kraće, niža je vrijednost emisije NO).

Glavni nositelj otrovnosti je dušični dioksid ( $\text{NO}_2$ ), to je crvenosmeđkast, nezapaljiv plin, koji na čovjeka utječe slično kao  $\text{SO}_2$ , izazivajući zapaljenje dušičnog sustava, uz glavobolju i kašalj. U većim količinama vrlo je toksičan pa može dovesti do ozbiljnih oštećenja na plućima. Osobito je opasan u kombinaciji s CO, pri čemu i mala koncentracija može dovesti do ugroženja životnih funkcija čovjeka. Udio cestovnog prometa u ukupnim emisijama  $\text{NO}_x$  u Hrvatskoj u 2010.g. je iznosio 86%.

### Olovo i spojevi olova

Olovo je srebrnooplav do modrikastosiv sjajan metal, na svježem zraku vrlo sjajan, stajanjem na zraku potamni zbog stvaranja zaštitnog sloja oksida i karbonata. Do nedavno su bili najvažniji onečišćivači zraka, olovo ima poznato otrovno djelovanje kojem su posebno osjetljiva mala djeca i anemični ljudi. Ima štetan utjecaj na središnji i periferni živčani sustav, izazivajući poremećaje krvi i mozga, a zbog svog taloženja na kostima može dovesti i do karcinoma istog. Olovo i spojevi olova dodaju se benzinskom gorivu kao aditiv radi poboljšanja otpornosti na detonacije. Udio emisije olova i olovni spojeva emitiranih iz benzinskih vozila u Hrvatskoj u razdoblju od 1998.g. do 2004.g. pao je sa 98% na 90%. Razlog tome je korištenje bezolovnog benzina, kao jedinog mogućeg goriva kod benzinskih vozila s katalizatorom, ali i vozila na pogon alternativnih goriva.

### Čađa i dim

Čađa i dim ozbiljni su problem ispušnih plinova, utječu na vidljivost, a samim time i smanjuju sigurnost u prometu. Čađa je filtrat ispušnih plinova, koji se sastoji od čestica ugljika, a nastaju uz visoku temperaturu i manjak kisika. Ugljikovi spojevi nisu koji se nalaze u česticama nisu toliko štetni sami po sebi, već zato jer na sebe vežu toksične dušične i sumporne okside i ugljikovodike, izazivajući respiratorne probleme i kancerogeni učinak. Emisije ovise o kvaliteti dizelskih goriva, pa tako povećane emisije čađe (čestica ugljika) nastaju kod goriva s visokim odnosom ugljika i vodika. Emisija čađe može se ukloniti ako se pravilno usklade vrijeme ubrizgavanja goriva i količina ubrizganog goriva u jednom ciklusu i

dobrim miješanjem goriva i zraka. Udio čestica od emisija cestovnih vozila u Hrvatskoj porastao je u razdoblju od 1990.g. do 2004.g. s 8,6% na 19,4%. Čađa, dim i prašina u gradovima smanjuju sunčevo zračenje čak do 20-ak % jer smog upija ultraljubičaste zrake, krute čestice stvaraju maglu, rezultat toga je stvaranje smoga. Smog nastaje nakupljanjem štetnih plinova koji se zbog hladnog zraka ne mogu dignuti u visinu. Posljedice udisaja smoga su respiratorne bolesti, astma, oštećenje plućnog tkiva, vegetacije...Najviše smoga ima u Kini, gdje godišnje smog ubije tri milijuna stanovnika svake godine.<sup>2</sup>

## 2.2. NEŠTETNI SASTOJCI ISPUŠNIH PLINOVA

U ispušnim plinovima nakon izgaranja goriva cestovnih motornih vozila kao neštetni plinovi javljaju se dušik, kisik, vodena para i ugljikov dioksid. Ti plinovi nemaju direktan utjecaj na zdravlje čovjeka, ali ugljični dioksid stvara velike probleme jer pridonosi povećanju stakleničkih plinova u atmosferi koji rezultiraju povećanjem temperature i stvaranju kiselih kiša.

### Dušik

Dušik je kemijski inertan plin, bez boje, okusa i mirisa. Dušik nije zapaljiv i ne podržava gorenje, lakši je od zraka i slabo topljiv u vodi. Čini 78% zraka. Dušik nije toksičan, ali ako istisne kisik iz pluća može dovesti do gušenja. U motor dolazi sa usisanim zrakom, ne sudjeluje u procesu izgaranja jer ne podržava gorenje te izlazi van iz ispuha motora.

### Vodena para

Vodena para je voda u plinovitom obliku koja se sastoji od mnogo lebdećih molekula vode. Bezbojan plin. Voda vrije na 100 °C, te tako pri vrenju 1 kg vode pređe u 1,673 m<sup>3</sup> vodene pare, energija koja je potrebna za to iznosi 2,257 kJ. Kondenzacijom vodene pare stvaraju se oblaci i oborine, a dolazi i do oslobađanja topline.

---

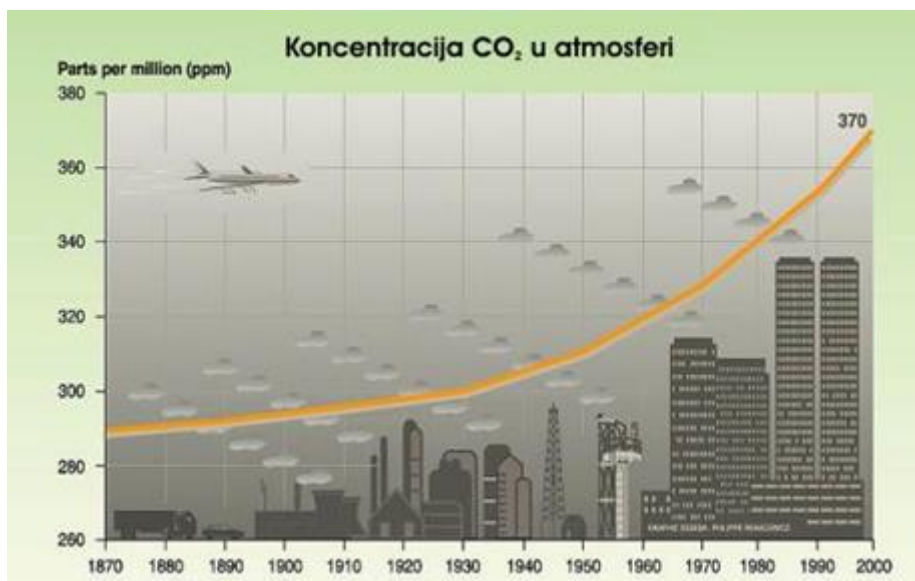
<sup>2</sup> <http://www.znanostblog.com/sto-je-smog/>, 25.8.2016.

## Kisik

Kisik je plin koji na sobnoj temperaturi nema boju, okusi miris, teži je od zraka. Kisik podržava gorenje, ali ne gori. Teži je od zraka. U sastavu zraka ima ga 21%. Kisik je jedan od glavnih sudionika izgaranja, a u motor također ulazi sa usisanim zrakom. U ispušnim plinovima javlja se kada je smjesa izgaranja siromašna, te u slučaju lošeg mješanja gorive smjese u prostoru izgaranja.

## Ugljični dioksid

Plin bez boje, bez mirisa pri manjim koncentracijama, a kod većih oštar miris kiselkastog okusa, izaziva osjećaj gušenja i razdraženost, pri udahu veće količine izaziva osjećaj peckanja u nosu i grlu, jer se plin otapa u sluznici i slini. Ugljikov dioksid teži je od zraka i ne gori, nije otrovan. Nastaje izgaranjem vodika, disanjem ljudi i životinja, a biljke ga koriste pri procesu fotosinteze. Ugljični dioksid uz vodenu paru i metan glavni su plinovi uzročnici stvaranja efekta staklenika. Izmiješani u atmosferi čine omotač oko zemlje koji sprječava gubitak toplinske energije u svemir i doprinose da je klima na Zemlji povoljna za život. Staklenički plinovi održavaju temperaturu Zemlje na 15 °C, bez njihova učinka temperatura bi bila 30 °C niža i ne bi bio moguć život. Međutim, izgaranje fosilnih goriva uzrokuje stalno povećanje količine CO<sub>2</sub> u atmosferi (Slika 1.), i ne samo CO<sub>2</sub> nego i ostalih stakleničkih plinova, što dovodi do globalnog zatopljenja.



Slika 1. Globalna koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi u razdoblju od 1870.g. do 2000.g.

Izvor: <http://klima.mzoip.hr/default.aspx?id=4>, 25.8.2016.

Smanjenje CO<sub>2</sub> u cestovnim motornim vozilima može se postići na nekoliko načina:

- oporezivanjem goriva i vozila,
- tehnologijom izgaranja goriva u motoru i inovativnim tehnologijama,
- primjenom alternativnih goriva,
- eko vožnjom,
- smanjenjem mase vozila.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija\\_u\\_prometu/Materijali/Cestovni\\_1.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Cestovni_1.pdf), 25.8.2016.

### 3. UČINAK ŠTETNIH TVARI NA ZDRAVLJE ČOVJEKA, BILJKE I ŽIVOTINJE

Štetni plinovi imaju znatan utjecaj i na biljke, životinje propadanje materijala, klimatske promjene, ali najznačajnije djelovanje je na čovjekovo zdravlje. Ovaj problem predstavljaju urbani gradovi s velikim prometom. Najočigledniji utjecaj onečišćenog zraka na ljudsko zdravlje su bolesti dišnih organa kao npr. bronhitis, astma, rak pluća. Ovisno o trajanju izlaganja štetnim tvarima postoje akutni i kronični učinci zagađivača zraka. Akutni učinci manifestiraju se već nakon kratkotrajnog izlaganja odmah nakon nekoliko dana, dok kronični postaju vidljivi tek nakon duljeg vremenskog perioda. Na onečišćeni zrak su posebno osjetljiva djeca te osobe s kroničnim bolestima pluća i srca. Čestice manjeg promjera opasnije su po zdravlje jer mogu prodrijeti dublje u respiratorni sustav.

Učinci nekih štetnih plinova iz zraka i njihov utjecaj na čovjeka:

- Sumporov dioksid je bezbojan plin, kisela okusa, nadražuje dišne puteve, otapa se u sluznicama usta, nosa i bronhija. U kombinaciji s finom prašinom povećava štetno djelovanje sumporovog dioksida jer kiseli aerosol prodire do unutarnjih dišnih organa.
- Ugljični monoksid je plin bez boje i mirisa, jako otrovan jer se veže na hemoglobin u krvi čime sprječava prijenos kisika.
- Dušikov dioksid je crvenosmečkast plin, koji na čovjeka utječe slično kao SO<sub>2</sub>, izazivajući zapaljenje respiratornog sustava, uz glavobolju i kašalj. U većim količinama vrlo je toksičan pa može dovesti do ozbiljnih oštećenja na plućima.
- Čađa utječe na dišni sustav, a s nekim spojevima može biti i kancerogen. Ozon je bezbojan plin zagušljiva mirisa, nadražuje dišne putove, te povećava osjetljivost na infekcije. Olovo posebno opasno jer djeluje na mozak male djece, te se taloži na ljudskim kostima, što dovodi do raka.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999., 35.str.



Biljke su najosjetljivije i one prve reagiraju na onečišćenja. Onečišćenja rezultiraju promjene biokemijskih procesa u rastu biljke, pigmentnim promjenama, čak i uginuću vrsta i promjenama boje lišća. Zagađeni zrak ulazi u biljku kroz otvore na lišću prigodom normalne respiracije biljke. U lišću tada dolazi do reakcije između štetnih tvari i klorofila biljaka, time se uništava klorofil te dolazi do poremećaja procesa fotosinteze. Tako u ruralnim područjima ima više osjetljivije vegetacije nego u urbanim, zbog manje zagađenosti zraka.

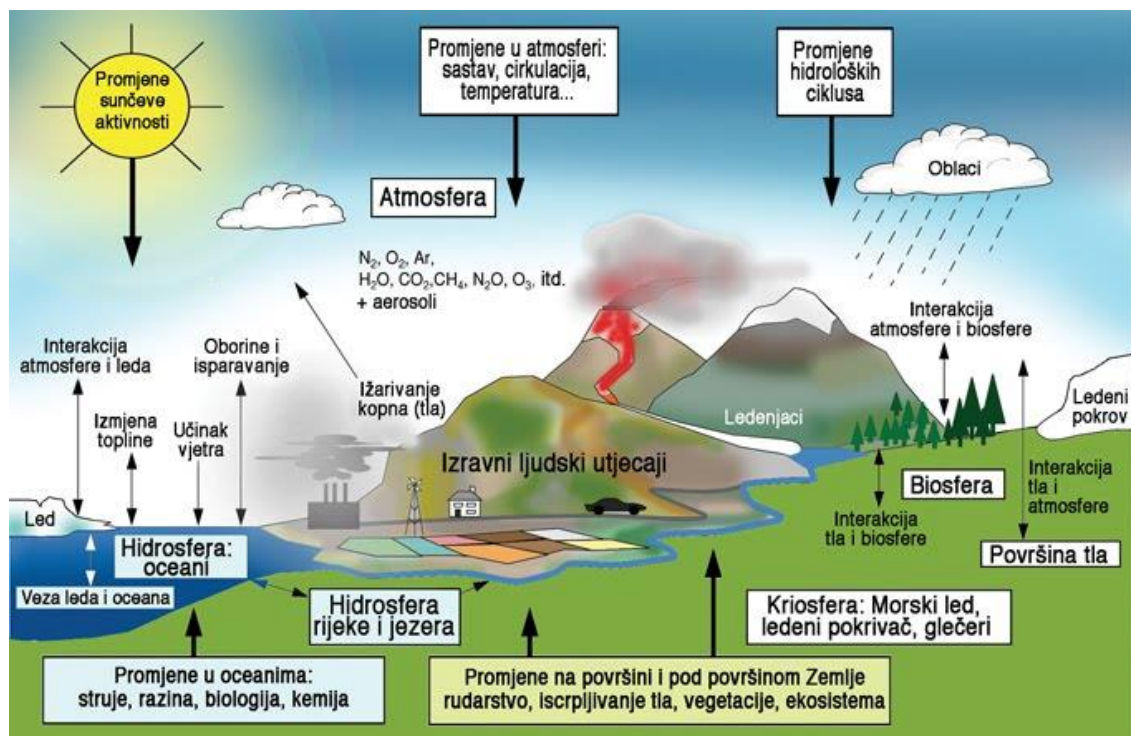
Utjecaj štetnih plinova na biljke:<sup>5</sup>

- Dušični dioksid ( $\text{NO}_2$ ) utječe na depresivna i stimulativna stanja za vrijeme rasta biljaka.  $\text{NO}_2$  već pri kratkotrajnoj vremenskoj koncentraciji od 0,5 do 1,0 mg/m<sup>3</sup> uzrokuje oštećenje biljaka. Primjer trovanja je lišće na granama drveća tijekom zime.
- Etilen je plin na bazi ugljikovodika. Etilen izaziva abnormalnosti u rastu i razvoju biljaka, otpadanje lišća, odumiranje cvijeća, smanjenje rasta i opadanje vršnih izdanaka i slabljenje rasta trave. Biljke koje su posebno osjetljive na etilen su pamuk, rajčica i orhideja, a zelena salata je otporna.
- Sumporov dioksid ( $\text{SO}_2$ ) je poguban za asimilacijski proces biljaka. U koncentracijama većim od 0,35 mg/m<sup>3</sup> nanosi teške smetnje pojedinog igličastog drveća. Osjetljive biljke na sumporov dioksid su jabuka, ječam, pamuk bor..., a otporne dinja, celer, hrast, kukuruz.
- Prašina uzrokovana cestovnim prometom izolira toplinu, svjetlo te začepљуje pore biljaka. Uzrok je štetnog utjecaja na biljke koji je povezan s rastom. To se odnosi na grubu prašinu koja se nalazi uz sam rub ceste te na taj način oštećuje vegetaciju, te ostaje dugo lebdjeti u zraku.
- Olovo na lišću biljaka u blizini prometnica može se nataložiti i do 20% olovnih sastojaka. Olovo se najčvršće zadržava na gornjem dijelu biljaka, tako da potpuno ne prodire u list biljke. Olovo u velikim koncentracijama utječe na produživanje korijena i rast listova.

---

<sup>5</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, *Promet i okoliš*, FPZ, Zagreb 1999., 32.str.

Još jedan bitan utjecaj zagađenog zraka je utjecaj na stvaranje kiselih kiša. Kisele kiše su padaline zagađene prije svega sumporovim dioksidom i dušikovim oksidima. Pri sagorijevanju nastaju plinovi koji u atmosferi zajedno sa vodenom parom oksidiraju u sumpornu i dušičnu kiselinu. One se nalaze otopljene u zraku pa na zemlju padaju s padalinama. Igličasto drveće je jače pogođeno štetama uzrokovanim kiselim kišama, posebice jela. Kod listopadnog najveći štetni utjecaj kiselih kiša vidi se na hrastu. Oštećenja koja su vidljiva na igličastom drveću: požutjele iglice, oštećenje pupoljaka, kore, anomalije rasta, slabija otpornost na mraz, štetočine... Kisele kiše mogu imati i veliki utjecaj na životinjski svijet, točnije ribe i druge organizme ukoliko se pH vrijednost u potocima i jezerima promjeni utjecajem kiselih kiša.



Slika 2. Nastanak kiselih kiša

Izvor: [http://os-veliko-trojstvo.skole.hr/energija\\_i\\_okoli\\_/kisele\\_ki\\_e](http://os-veliko-trojstvo.skole.hr/energija_i_okoli_/kisele_ki_e), 25.8.2016.

#### 4. ZAKONSKI PROPISI GLEDE EMISIJA ŠTETNIH TVARI

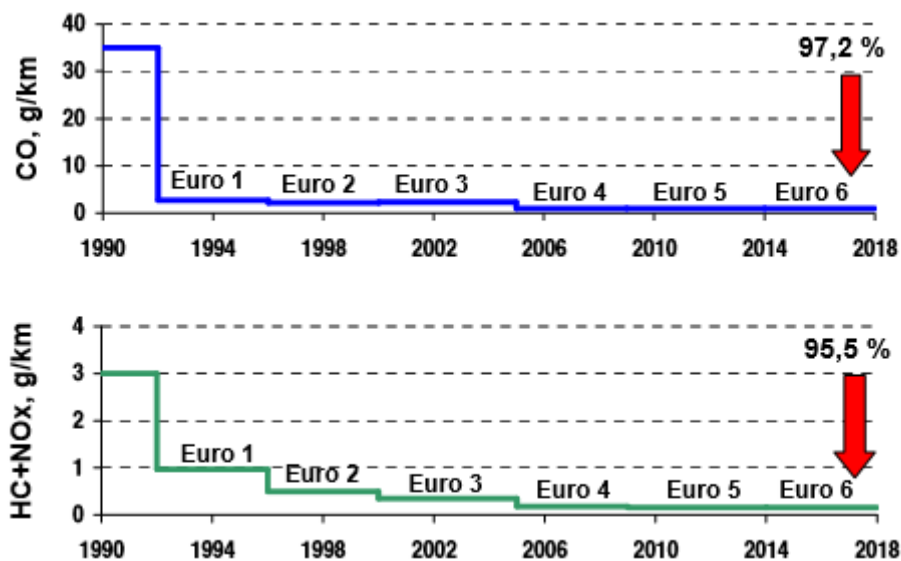
Izgaranjem goriva u motorima vozila nastaju ispušni plinovi koji u sebi sadrže spojeve koji su štetni za ljudsko zdravlje i okoliš. Propisima su određene dopuštene granice emisija štetnih tvari, te su propisane metode ispitivanja sljedećih štetnih sastojaka: ugljikov monoksid (CO), ugljikovodika (HC) i dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>) i čestica (PM). Propisi koji su doneseni su ECE pravilnici i EEC smjernice. ECE pravilnici se mijenjaju dopunama, a EEC smjernice se mijenjaju donošenjem novih smjernica. Vozila na području EU moraju zadovoljavati standarde. Za pojedine vrste vozila (osobna – posebno benzinska, a posebno dizelska), pojedine vrste teretnih vozila, autobuse, motocikle i dr. određene su granične vrijednosti za nova vozila, nazvane Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5 i Euro 6 norme. Pri tom su najblaže granice utvrđene s Euro 1, a najstrože s Euro 6 norme.

Euro 6 norma stupila je na snagu 01. 09. 2015. g. Euro 6 norma je zakon koji regulira dozvoljene štetne tvari iz ispuha cestovnih motornih vozila, te vrijedi za sve članice Europske unije.

Tablica 1. Maksimalne dopuštene količine pojedinih štetnih plinova u ispuhu otto motora kategorije M1

	Stupio na snagu	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
		g/km				
<b>EURO 1</b>	1992./07.	3,16	-	1,13	-	-
<b>EURO 2</b>	1996./01.	2,20	-	0,50	-	-
<b>EURO 3</b>	2000./01.	2,30	0,20	-	0,115	-
<b>EURO 4</b>	2005./01	1,00	0,10	-	0,008	-
<b>EURO 5</b>	2009./09.	1,00	0,10	-	0,006	0,005
<b>EURO 6</b>	2014./09.	1,00	0,10	-	0,006	0,005

Izvor: <http://hrcak.srce.hr/40834> 5.9.2016.



Slika 3. Smanjenje emisije Otto motora vozila kategorije M1

Izvor: <http://hrcak.srce.hr/40834>, 5.9.2016.

Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske predstavlja strateški dokument koji daje osnovu za političke odluke, ulaganja i promjene obrasca ponašanja s ciljem značajnog smanjenja emisije stakleničkih plinova na teritoriju RH do 2050.godine. Za sektor prometa one iznose 20% do 2030.godine i 54% za 2050.godinu.

Glavni ciljevi su:

- niskougljičan gradski promet ( hibridna vozila, razvijena infrastruktura za punjenje električnih vozila, centar grada bez prometa, biciklistički prijevoz...),
- visoka razina javne svijesti o javnom prijevozu, čistim oblicima prijevoza,
- razvijen željeznički, riječni i zračni promet,
- takse za vozila na fosilna goriva,
- javni prijevoz u potpunosti niskougljičan.

## **5. TEHNIČKE MJERE ZA SMANJENJE ŠTETNIH TVARI**

Postoji više uzroka nastanka štetnih plinova otto motora, kod hladnog starta motor ima prebogatu smjesu tj. velik dio neizgorljivih tvari, loše održavanje i trošenje nakon veće kilometraže motora, time se povećava emisija CO i CH, neispravnost lambda sonde.

Za smanjenja štetnih plinova kod otto motora koriste se zahvati unutar motora i zahvati izvan motora.

### **5.1. ZAHVATI UNUTAR MOTORA**

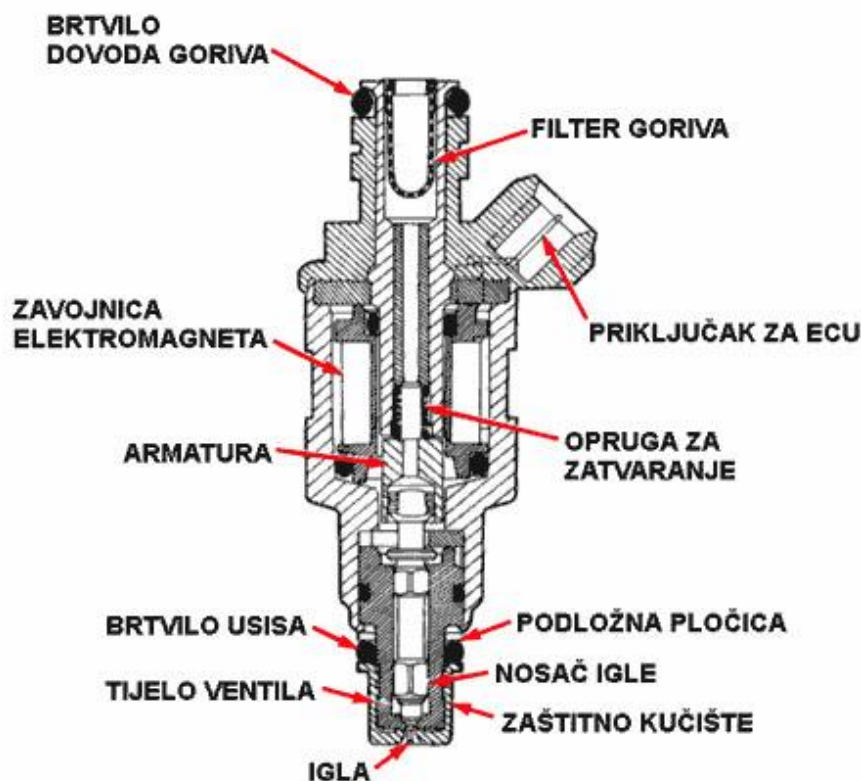
Zahvati unutar motora odnose se na sam motor i na njegove pomoćne uređaje u cilju optimizacije procesa izgaranja, za što povoljnijom emisijom štetnih plinova i manjom potrošnjom goriva. Najkorisnija mjera za smanjenje štetnih plinova unutar otto motora je uporaba elektroničkog sustava za ubrizgavanje, sustavi elektroničkog paljenja, te optimiranje oblika prostora za izgaranje i zahvate na razvodnom mehanizmu motora regulacijom vremena prekrivanja ventila.<sup>6</sup> U novim automobilima upotrebljavaju se nove tehnologije, kao što su start/stop sustavi i digitalno upravljanje motorom koji dodatno štede gorivo i smanjuju štetan utjecaj na okoliš.

Načelo ubrizgavanja goriva pod (visokim) pritiskom u stvari je vrlo jednostavna stvar. Usisni sustav se sastoji samo od leptira i usisne cijevi i/ili usisnog razvodnika u koji je "ubačena" brizgaljka (mlaznica) za ubrizgavanje goriva. Ova je brizgaljka, u stvari, ventil koji propušta gorivo pod pritiskom u struju zraka unutar usisne cijevi. Brizgaljka može biti smještena na usisnoj cijevi neposredno pred ulazom u cilindar (pred usisnim ventilom) ili ispred leptira (ili oboje).

---

<sup>6</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999., 39.str.

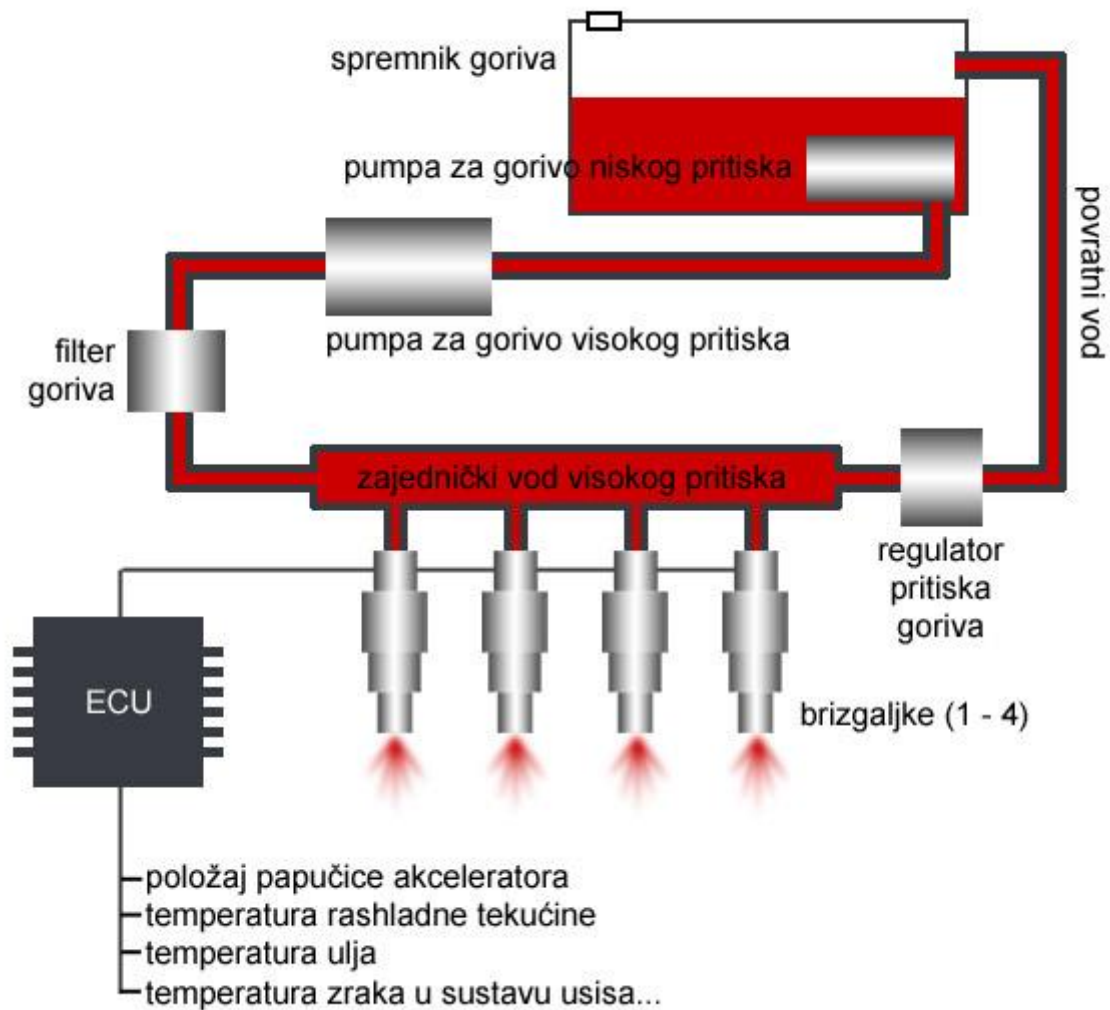
Kod elektroničkog ubrizgavanja goriva nema razvodnika goriva, a brizgaljke su elektromagnetske (Slika 4.) što znači da njihovim otvaranjem upravljaju električni impulsi. Pritiskom na papučicu akceleratora pomiče se leptir u usisnoj cijevi. Senzor koji očitava položaj leptira šalje tu informaciju središnjem računalu koje, uz još ponešto primljenih parametara, određuje širinu (trajanje) pulsa. Ovaj puls u stvari je vrijeme kroz koje je brizgaljka otvorena i tijekom kojega se gorivo uštrcava u usisnu cijev (u praznom hodu može trajati tek 2 milisekunde).



Slika 4. Prikaz elektromagnetske brizgaljke

Izvor: <http://www.autonet.hr/pic/920/32266/original.jpg>, 31.8.2016.

Gorivo se do brizgaljke dovodi cijevima koje kreću od pumpe. Uobičajeni pritisak goriva što ga isporučuje pumpa visokog pritiska kod vozila s elektroničkim ubrizgavanjem iznosi 35 do 200 bara, a s obzirom da je pritisak stalan, jasno je kako se količina uštrcanog goriva određuje isključivo širinom pulsa. Višak goriva koji u sustavu za ubrizgavanje može nastati pri polaganijem radu motora vraća se povratnom cijevi natrag u spremnik povratnim vodom.



Slika 5. Shematski prikaz sustava za elektroničko ubrizgavanje goriva

Izvor: <http://www.autonet.hr/pic/920/32168/original.jpg>, 31.8.2016.

Postoje tri izvedbe sustava ubrizgavanja i one se odnose na položaj brizgaljke:

- središnje ubrizgavanje je najjednostavnija verzija u kojoj je brizgaljka postavljena na početku usisne grane. Ovakav sustav, unatoč svojoj jednostavnosti (i niskoj cijeni) ipak nije idealan jer se gorivo ne raspodjeljuje ravnomjerno po cilindrima,
- sustav pojedinačnog ubrizgavanja (ili ubrizgavanja u više točaka) koristi po jednu brizgaljku za svaki cilindar i smješta ju (u pravilu) što bliže usisnom ventilu. Ovakav je sustav učinkovitiji jer se njime postiže pravilniji omjer goriva i zraka,

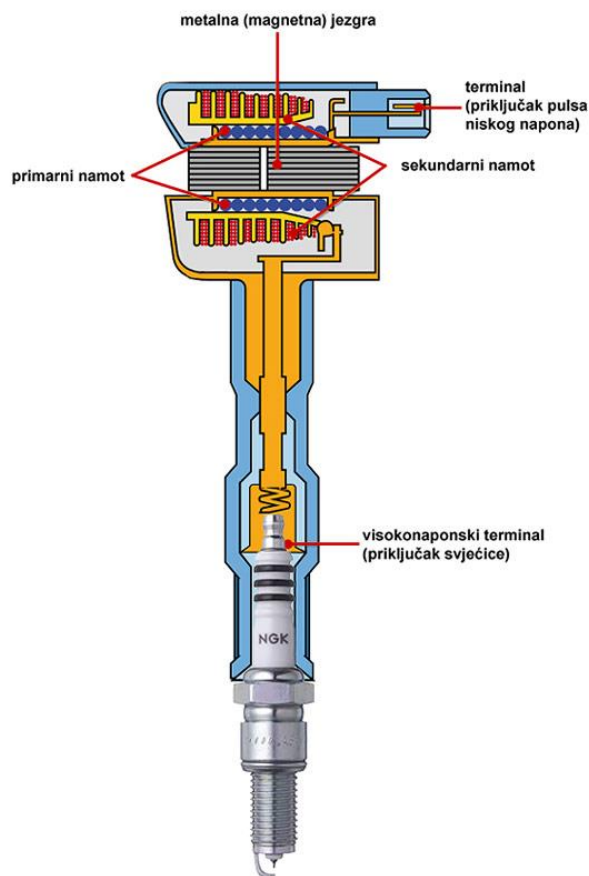
- sustav izravnog ubrizgavanja goriva odlikuje se brizgaljkom smještenom u glavi motora te ubrizgava gorivo izravno u cilindar, tijekom kompresijskog takta. Ovakav je sustav najučinkovitiji u smislu iskorištenja energije goriva, a time i ekološki najpogodniji.

Kod benzinskih motora, bez obzira da li se goriva smjesa priprema pomoću rasplinjača ili ubrizgavanjem, potrebno je gorivu smjesu, u završnoj fazi takta kompresije, na neki način upaliti, jer je temperatura smjese u momentu kada mora nastupiti paljenje, manja od temperature njenog samozapaljenja. Ovo paljenje gorive smjese kod benzinskih motora provodi se pomoći visokonaponske električne iskre čija temperatura iznosi 3000-6000 °C i koja iskra u točno određenom trenutku, preskače između elektroda svjećice. Današnji sustavi paljenja u pravilu ne razvođe struju visokog, već se funkcija razvođenja napona odvija u primarnom krugu (niskog napona). Niskonaponski puls tako se dovodi do pojedinačnih indukcijskih (visokonaponskih) svitaka koji su raspoređeni po jedan za svaku svjećicu ili po jedan za svaka dva cilindra.

Ovi indukcijski svitci mogu biti raspoređeni na nekoliko načina.

U slučaju konstrukcije "jedan indukcijski svitak - jedna svjećica" odnosno DIS (Direct Ignition System ili direktni sustav paljenja) (Slika 6.), najčešće su postavljeni svaki uz svoju svjećicu (vrlo blizu ili izravno povezani sa svjećicom). No, uobičajenije se nalaze u kompletima koji se u slučaju kvara pojedinog svitka mijenjaju cijeli ili je, ovisno o konstrukciji, moguće zamijeniti svaki pojedini indukcijski svitak.



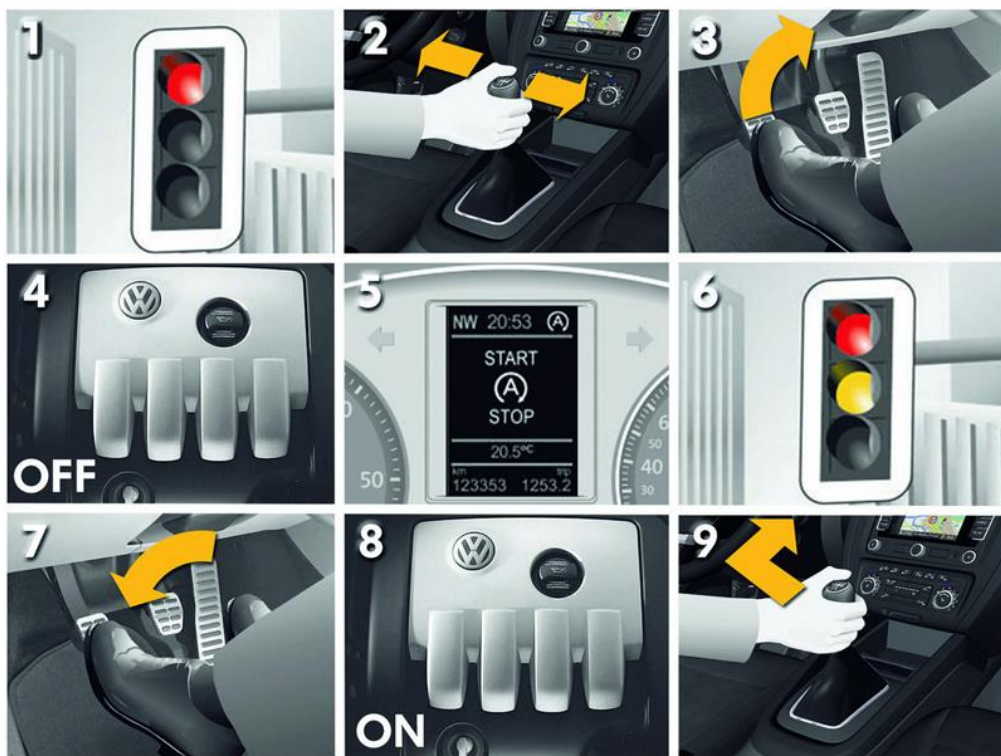


Slika 6. Indukcijski svitak

Izvor: <http://www.autonet.hr/pic/4045/32704/original.jpg> 31.8.2016.

Još napredniji sustav izravnog paljenja koji se danas koristi u velikoserijskim automobilima je CDI (Capacitor Discharge Ignition ili "tiristorsko paljenje") koji je svojedobno razvila General Motorsova marka Saab. Ovdje se koristi po jedan mali svitak s kondenzatorom montiran izravno na svjećicu. Uloga kondenzatora je da na kratko vrijeme pohrani malu količinu električnog naboja prije nego li ga se isporuči primarnom navoju. U tom se slučaju se povišenje napona ostvaruje u dva koraka: prvi diže napon akumulatora s 12 na oko 400 V dok se pred isporuku svjećici taj napon povisuje na 40.000 V. Ovakav se sustav odlikuje pouzdanim radom i velikom trajnošću.

Start/stop sustav radi na principu automatskog gašenja i ponovnog pokretanja motora kako bi se smanjila potrošnja goriva te zagađenje okoliša u vrijeme u kojem vozilo miruje (Slika 7.). Kada se vozilo zaustavi na semaforu u trenutku crvenog svjetla ili iz nekog drugog razloga, prilikom prebacivanja u neutralni hod, sustav isključuje motor smanjujući tako potrošnju goriva i emisije štetnih plinova. Ova tehnologija može pomoći u smanjenju potrošnje goriva, a onda to znači i smanjenje štetnih plinova, u velikim gradovima koje karakterizira puno pokretanja i zaustavljanja motora na semaforima. Start/stop akumulatori moraju imati dovoljno energije da ponovno pokrenu motor. Kada vozač pritisne kvačilo i pusti kočnicu u automatiziranom vozilu, motor se automatski ponovno pokreće. Pouzdani akumulator od ključne je važnosti za funkcioniranje ovog sustava. Kod pokretanja ugašenog vozila na semaforu, pritiskom spojke i prebacivanja u prvu brzinu aktivira se elektropokretač koji starta automobil, nečujno i gotovo neprimjetno. Ova tehnologija koristi se kod većine hibridnih vozila kako bi se smanjila potrošnja baterije, ali i u vozilima na pogon fosilnim gorivima.



Slika 7. Princip rada start/stop sustava

Izvor: [http://www.sestabrzina.com/wp-content/uploads/2010/10/Start-Stop\\_sustav.jpg](http://www.sestabrzina.com/wp-content/uploads/2010/10/Start-Stop_sustav.jpg),

6.9.2016.

Uz prednosti koje ovaj sustav nudi javljaju se i mane te tako ovaj sustav zahtijeva predimenzionirani elektropokretač i akumulator, što znači veće cijene prilikom zamjene istih. Ovakav sustav štetno djeluje na pokretačke sklopove jer dolazi do učestalih paljenja i gašenja kod dugoročne eksploatacije. Kada bi svako vozilo koristilo ovaj sustav smanjila bi se emisija štetnih plinova za 10 grama po kilometru. Razvoj ovog sustava započela je Toyota još sedamdesetih godina koja je svoja vozila opremala malim električnim uređajima koji bi automatski gasili vozilo koje se nije kretalo nakon 1,5 sekundi. Od 2008.g. BMW na mnoga svoja vozila stavlja ovaj sistem, ali oni su taj sistem malo unaprijedili. Tako njihov sustav ne gasi cijeli motor, nego ima bateriju koja se puni i koja omogućuje elektronicu automobila da i dalje normalno radi iako je motor ugašen. Još nekoliko proizvođača koristi ovaj sustav kao što su Fiat, Alfa Romeo i Ford.

Svi suvremeni start/stop sustavi dolaze kao inačica Boschevog start/stop sustava za vožnju na inerciju. Bosch je realizirao novu funkciju vožnje na inerciju sa start/stop sustavom koja omogućuje vozačima svih vozila s motorima s unutrašnjim izgaranjem da velike dijelove putovanja proputuju bez štetnih emisija, bez buke i s niskim otporom. Ova tehnologija isključuje motor kada se vozilo kreće, odnosno kada vozilo okretanjem kotača može održavati brzinu, primjerice na blagoj nizbrdici. Čim vozač dotakne papučicu gasa ili kočnice, motor se ponovno pokrene. Ispitivanja koja je proveo Bosch pokazala su da motor s unutrašnjim izgaranjem oko 30% vremena radi bez potrebe, što znači da može jednostavno to vrijeme voziti na inerciju. Ova funkcija za vožnju na inerciju sa start/stop sustavom može raditi s hibridnim ili motorom s unutrašnjim izgaranjem.

Digitalno upravljanje motorom još je jedna mjera kojom se mogu smanjiti štetni plinovi nastali sagorijevanjem fosilnih goriva. Uređaj koji omogućuje da se određena količina goriva u pravo vrijeme ubrizga u cilindar razvio je Bosch. Prva generacija ovog uređaja na tržištu je još od davne 1979.godine. Za upravljanje kod benzinskih motora koriste se ME(D)17 jedinice koji ne samo da rade pouzdano, već i štedljivo te uz niske razine štetnih emisija. Inačica ME(D)17 (Slika 8.) u kombinaciji s izravnim ubrizgavanjem benzina kod nepotpunog izgaranja poboljšava pripremu mješavine i smanjuje potrošnju goriva kao i emisiju ugljičnog dioksida za do 15%. Zajedno s turbo punjačem omogućuje smanjenje dimenzija motora u svrhu daljnjeg smanjenja potrošnje goriva i emisija štetnih plinova, bez negativnih posljedica na snagu motora.



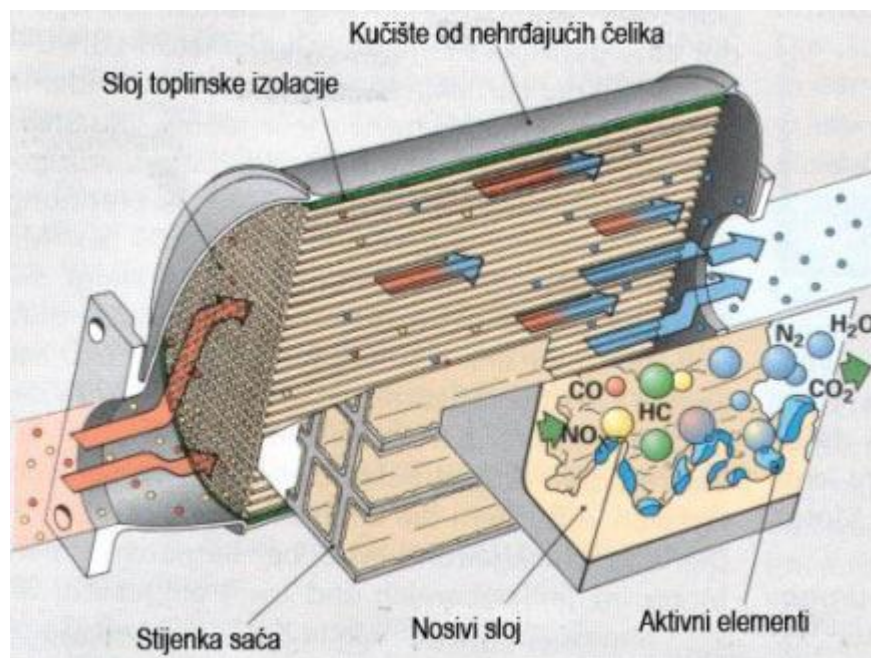
Slika 8. Prikaz ME(D)17 jedinice za upravljanje motorom

Izvor: <http://www.sup.hr/images/stories/2012/1/bosch%20otto%201.jpg>, 6.9.2016

## 5.2. ZAHVATI IZVAN MOTORA

Od vanjskih zahvata najveću korist donose katalizatori koji imaju i najširu uporabu, zagrijavanje katalizatora, toplinska izolacija ispušnog sustava, upuhivanje sekundarnog zraka i upravljanje motorom.<sup>7</sup>

Katalizatori su neizostavni dijelovi ispušnog sustava svakog novog automobila u kojem se vrši razgradnja štetnih ispušnih plinova (CO, CH, NO<sub>x</sub>) u neštetne plinove (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>). Zadaća katalizatora je da smanji štetni utjecaj na okoliš, tj. da štetne spojeve pretvara u manje štetne. Upotreba katalizatora je najefektivnija metoda uklanjanja ispušnih plinova, a smanjenja se mogu postići i do 90%. Katalizatori se postavljaju bliže motoru da se smanji vrijeme zagrijavanja na radnu temperaturu. Za optimalan rad katalizatora motor treba imati elektronički uređaj za precizno reguliranje sastava gorive smjese i količine kisika, a gorivo treba biti bezolovno i sa što manje sumpora. Radna temperatura katalizatora je 250 do 270 celzijevih stupnjeva. Najvažniji dio katalizatora je jezgra, sačasta konstrukcija kroz koju prolaze ispušni plinovi koja ubrzava kemijsku razgradnju, ali ne sudjeluje u kemijskoj reakciji. Vremenski vijek katalizatora je od 100.000 do 150.000 km.



Slika 9. Shematski prikaz rada katalizatora i njegove strukture

Izvor: [http://www.autoispuh.hr/cms\\_upload/upload/thumbs/rad.jpg](http://www.autoispuh.hr/cms_upload/upload/thumbs/rad.jpg), 31.8.2016.

<sup>7</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999 39. str.

Razlikujemo dvije vrste katalizatora s obzirom na materijal kojim je izgrađena aktivna jezgra, odnosno monolit. Tako postoje metalni i keramički katalizatori. Metalni katalizatori imaju metalnu jezgru i puno su čvršći od keramičkih, kvalitetniji samim time i dugovječniji, otporniji su na toplinska opterećenja, ali su i skuplji od keramičkih. Aktivna jezgra metalnih katalizatora prekrivena je tankim slojem platine, radija ili paladija. Keramički katalizatori osjetljiviji su na udarce, površina je prekrivena aktivnim elementima (AlMg-silikat).

Postoji mnogi razlozi otkazivanja katalizatora, a neki od njih su: fizička oštećenja, onečišćenje olovom, starenje katalizatora, itd.

Ovisno o načinu djelovanja postoje:

- Oksidacijski katalizatori,
- Redukcijski katalizatori,
- Dvostruki katalizatori i
- Trostruki katalizatori.

Oksidacijski katalizator služi za oksidaciju CO i HC u CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O. Redukcijski katalizator služi za smanjenje dušikovih oksida, ali zahtijeva višak CO i HC. Dvostruki uključuje oksidacijski i redukcijski katalizator s upuhivanjem zraka među njima. Dvostruki katalizator reducira dušične okside, ugljikov monoksid.<sup>8</sup>

Trostruki katalizator je najučinkovitiji, najsigurniji i najpouzdaniji oblik čišćenja zagađivača koje proizvode motori koji rade na benzin. Zagađujuća emisija plinova poput ugljičnog monoksida, ugljikovodika i dušikovih oksida pretvaraju se u manje učinkovite zagađujuće spojeve poput ugljičnog dioksida, vode i dušika. Dobro prilagođen katalizator može poboljšati količinu plinova do 90%. Potrebno optimalan sustav plina i zračne mješavine za proces pretvaranja je prilagođen prema lambda senzoru i sustavu kontrole motora. Centralno računalo regulira količinu ubrizganog goriva u usisnoj cijevi te na taj način održava stehiometrijski omjer potreban za maksimalnu učinkovitost.

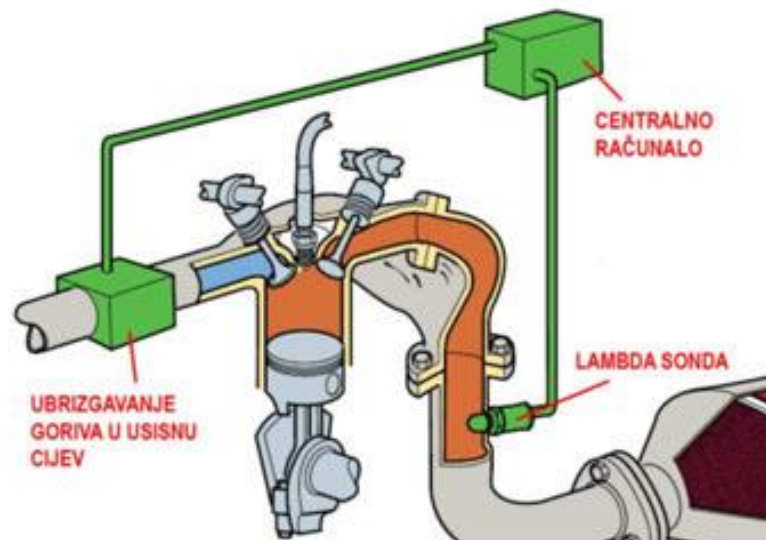
---

<sup>8</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999., 44.str.



Za uspješnu primjenu trostrukog katalizatora moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

- Bezolovni benzin
  1. Stehiometrijski omjer zraka i goriva koji se održava regulacijskim krugom u (Slika 10.) kojem sudjeluju lambda sonda i centralno računalo vozila
    - Max. učinkovitost u omjeru 14,7 goriva: 1 zraka
    - Lambda sonda služi mjerenju sadržaja kisika u ispušnom plinu i točnom reguliranju faktora zraka na vrijednost  $\lambda = 1$
  2. Radna temperatura katalizatora na kojoj se vrši pročišćavanje iznosi od 300 do 450 °C
  3. Starenje i zaprljanje (zamjena nakon 100.000 km)<sup>9</sup>



Slika 10. Regulacijski krug

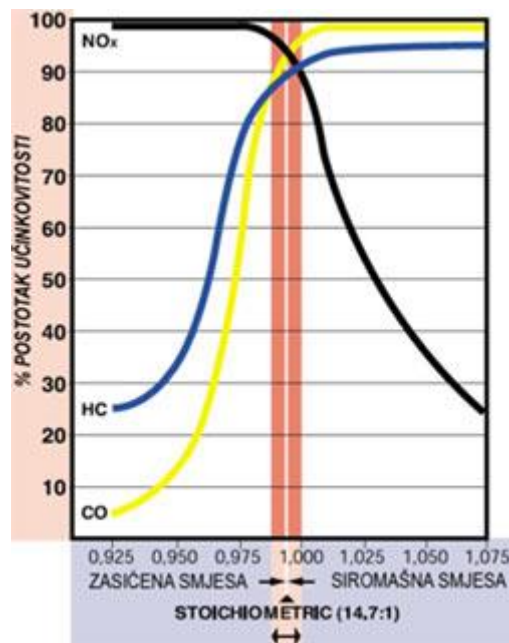
Izvor: [http://www.autoispuh.hr/cms\\_upload/upload/thumbs/krug.jpg](http://www.autoispuh.hr/cms_upload/upload/thumbs/krug.jpg), 31.8.2016.

Lambda sonda je neizostavni element ispušnih sustava motornih vozila pogonjenih otto motorom. To je senzor količine kisika u ispušnim plinovima te sudjeluje kao regulacijski element pri pripremi gorive smjese. Omjer goriva i zraka mora biti idealan u smislu da nakon izgaranja u cilindru ne ostane neizgorenog goriva ili, obrnuto. Idealan omjer iznosi 14,7 : 1 (14,7 kg zraka na kilogram ubrizganog goriva) te se deklarira pomoću lambda. Funkcija je lambda sonde upravo da detektira odstupanja lambda faktora u ispušnim plinovima od idealne

<sup>9</sup> [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija\\_u\\_prometu/Materijali/Nastava\\_cestovni\\_promet\\_2.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastava_cestovni_promet_2.pdf), 31.8.2016.

vrijednosti, te omogući računalu da ovisno o tomu regulira količinu ubrizganog goriva u usisne cijevi. Dakle, u slučaju gorivom zasićene smjese smanjuje se količina ubrizganog goriva i obrnuto. Radna temperatura lambda sonde iznosi 350 do 800°C, optimalna oko 600°C.

Na slici 11. vidimo područje učinkovitosti lambda sonde i koliki je postotak učinkovitosti s obzirom smanjenja štetnih ispušnih plinova otto motora.



Slika 11. Stupanj djelovanja trostrukog katalizatora

Izvor: [http://www.autoispuh.hr/cms\\_upload/upload/thumbs/graf.jpg](http://www.autoispuh.hr/cms_upload/upload/thumbs/graf.jpg) 31.8.2016.

Iako su poboljšanja napravljena tijekom vremena u vezi učinkovitosti katalizatora, razina emisije plinova i dalje treba biti drastično smanjena. Nove tehnologije u pogledu razvoja katalizatora i upotreba novih goriva imaju veliki doprinos u smanjenju otrovne emisije.



Zagrijavanje katalizatora može se izvesti:

- električnim grijačem,
- plamenikom,
- primjenom aktivnog ugljena.

Zagrijavanje električnim grijačem može se izvesti na dva načina, izravno iz akumulatora i izravno iz alternatora. Postoje naravno prednosti i nedostaci takvog zagrijavanja. Nedostaci su velika potrošnja energije, povećanje cijene i mase vozila i mala trajnost akumulatora.

Prednosti električnog grijanja katalizatora:

- ekološki povoljno rješenje,
- brzo zagrijavanje katalizatora na radnu temperaturu,
- nizak protutlak,
- jednostavna dijagnostika i kontrola ispravnosti.<sup>10</sup>

Zagrijavanje katalizatora plamenikom neovisno je o radu motora, te ga je moguće uključiti i prije paljenja motora, a nedostatak zagrijavanja plamenikom je stvaranje parnih čepova i mogućnost začepljenja mlaznice i osjetno zagrijavanje mlaznice od ispušnih plinova nakon isključivanja uređaja.

Za zagrijavanje se koristi još i primjena aktivnog ugljena, a on na sebe veže oko 90% ugljikovodika pri temperaturi od 100 do 300 °C. Nedostaci ovakvog zagrijavanja su: pri temperaturi ispod 100°C smanjeno apsorpcija ugljikovodike, a pri temperaturi manjoj od 350°C počinje oksidirati i učinkovitost katalizatora ovisna je o brzini starenja i zaprljanja.

---

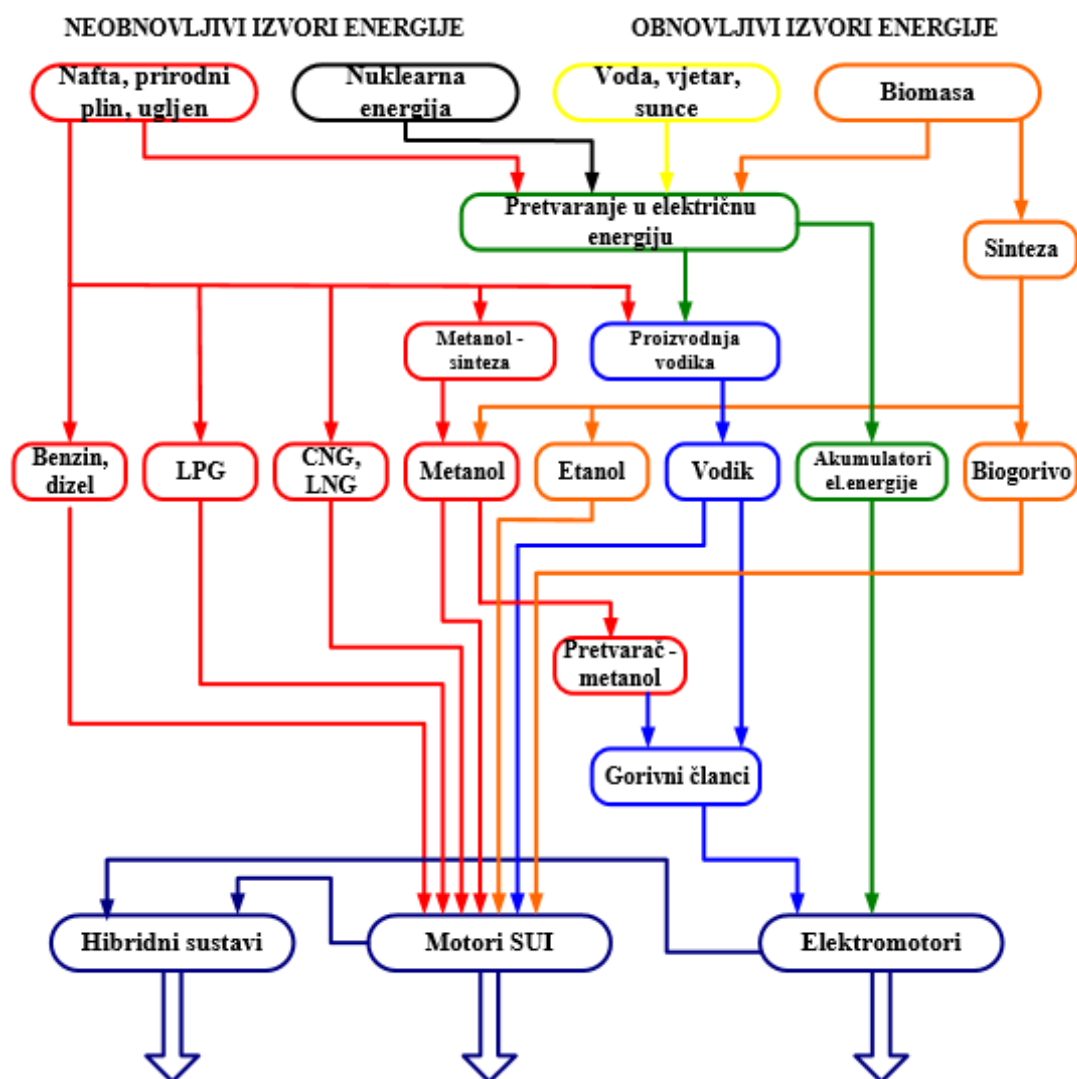
<sup>10</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, Promet i okoliš, FPZ, Zagreb 1999 48. Str.

Sekundarnim upuhivanjem zraka u ispušnu granu između motora i katalizatora postiže se tzv. sekundarno izgaranje u ispušnoj grani. Naime, kada se u produkte izgaranja u kojima ima zaostalih, neizgorenih ugljikovodika upuhuje čisti zrak dodatno raste temperatura ispušnih plinova jer je nastupilo dodatno izgaranje neizgorenih ugljikovodika u ispušnim plinovima. Na taj način ispušni plinovi koji prelaze preko katalizatora imaju veću temperaturu od onih koji su prvobitno izišli iz motora pa katalizator u kraćem vremenskom periodu postiže svoju radnu temperaturu.

Neposredno nakon što se katalizator zagrije na radnu temperaturu započinje i katalitički proces pročišćivanja ispušnih plinova u njemu koji je optimalan u području stehiometrijske smjese pa se sekundarnim upuhivanjem zraka nastoji održati smjesa ispušnih plinova približno u tome području. Sekundarno upuhivanje zraka djeluje preko električne pumpe i kontrolnog ventila preko kojeg se dostavlja potrebna količina svježeg zraka. Trajanje upuhivanja sekundarnog zraka može trajati i do nekoliko minuta.

## 6. MOGUĆNOST PRIMJENE ALTERNATIVNIH GORIVA

Alternativna su goriva ona koja trebaju biti zamjena za konvencionalna goriva, naftu i ugljen, i zapravo su, ekološki gledano, prijelazno rješenje u potrazi za učinkovitom i obnovljivom energijom. Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova iz vozila. Primjena alternativnih goriva smanjuje ovisnost o štetnim fosilnim gorivima, koji su ograničeni i nisu obnovljivi. Najčešće se koriste biogoriva prve generacije, biogoriva druge generacije, biogoriva treće generacije, električna i hibridna.



Slika 12. Izvori energije za pogon cestovnih vozila

Izvor: Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M., Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, Mašinski fakultet, Sarajevo, 2005.godina, 247.str

Kako se sa Slike 12. može uočiti motor s unutarnjim izgaranjem u lancu transformacije energije predstavlja gotovo nezaobilaznu kariku, budući da se pokazalo da on svoje pozitivne osobine, uz odgovarajuću optimizaciju zadržava bez obzira koje se pogonsko gorivo koristi.

Osnovni kriteriji bitni za ocjenu primjenjivosti alternativnih goriva za pogon motora s unutarnjim izgaranjem su:

1. emisija ispušnih plinova,
2. potrošnja goriva,
3. cijena alternativnog goriva,
4. performanse vozila s pogonom na alternativna goriva,
5. nalazišta, način dobivanja i rezerve alternativnog goriva,
6. troškovi konverzije ili proizvodnje vozila,
7. načini i mogućnosti uskladištenja goriva na vozilu,
8. mogućnost punjenja gorivom i potrebna infrastruktura,
9. opća sigurnost vozila.<sup>11</sup>

Alternativna goriva koja se danas koriste su: alkoholna goriva, ukapljeni naftni plin (LPG), prirodni plin, električni pogon, biljna ulja i vodik. Upotrebom alternativnih goriva ne može se postići nulta stopa emisije ispušnih plinova, zbog kemijske strukture goriva i zbog konstrukcije motornog mehanizma kojem je potrebno podmazivanje. Ali primjenom alternativnih goriva jako bi se utjecalo na okoliš došlo bi do smanjenja zagađenja zraka i smanjenja stakleničkog efekta.

---

<sup>11</sup> Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M., Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, Mašinski fakultet, Sarajevo, 2005., 247.str

Europska komisija sa Zelenom knjigom o sigurnoj opskrbi energijom znatno je započela primjenu alternativnih goriva, time daje cilj da se najmanje 20% goriva zamjeni alternativnim do 2020. godine. Prema Europskoj komisiji tri alternativna goriva najviše obećavaju: biogoriva, zemni plin i vodik za pogon gorivih ćelija, međutim ne daje prioritet bilo kojem od navedenih, ali ni ne isključuje bilo koja druga.

Kriteriji za uporabu alternativnih goriva u cestovnom prometu su:

1. mogućnost masovne proizvodnje,
2. specifičnost pripreme smjese,
3. utjecaj na okoliš,
4. ekonomski uvjet
5. stupanj pri manipulaciji.<sup>12</sup>

## **6.1. Biogoriva**

Biogoriva su tekuća ili plinovita goriva koja dobivamo preradom biomase. Postoje različite vrste biogoriva ovisno o izvoru materijala za proizvodnju.

Dijelimo ih u tri skupine:

Biogoriva prve generacije

- Etanol
- Biodizel
- Bioplin

Biogoriva druge generacije

- Bioetanol iz lignoceleulozne mase
- Biometanol
- BIO – DME (biodimetileter)
- BIO – MTBE (metil-terc-butil-eter)
- Mješavine alkohola

---

<sup>12</sup> Prof.dr.sc. Jasna Golubić, *Promet i okoliš*, FPZ, Zagreb 1999. 86. Str.

- Fischer – Tropsch dizel
- BTL – biomasa u tekuće gorivo
- DMF - dimetilformamid
- HTU dizel

#### Biogoriva treće generacije

- Biodizel iz algi

Biogoriva su goriva koja se dobivaju preradom biomase. Biomasa je obnovljivi izvor energije i može se podijeliti na drvenu biomasu, ostaci iz poljoprivrede, životinjski otpad i biomasu iz otpada. Njihova energija je dobivena fiksacijom ugljika, tj. redukcijom ugljika iz zraka u organske spojeve.

Biogoriva se smatraju CO<sub>2</sub> neutralnim, što znači, sagorijevanjem biogoriva se emitira samo onoliko emisije CO<sub>2</sub> koliko je za vrijeme usisa ušlo u motor. Za razliku od ugljika koji oslobađaju fosilna goriva mijenjajući klimatske uvjete na Zemlji, ugljik u biogorivima dolazi iz atmosfere, odakle ga biljke uzimaju tijekom rasta. Iako su fosilna goriva dobivena fiksacijom ugljika, ne smatraju se biogorivima jer sadrže ugljik koji se ne izmjenjuje u prirodi već dugo vremena. Ona osiguravaju alternativu postojećim fosilnim gorivima u sektoru transporta i daju bolje ekološke performanse, mogu se miješati s fosilnim gorivima bez potrebe za novim vozilima, biogoriva se dobivaju iz obnovljivih i održivih izvora, te se mogu miješati s standardnim gorivom bez ikakve potrebe za novim vrstama vozila i posebnim distribucijskim mrežama. Ekološki su daleko prihvatljivija od fosilnih, ali je proizvodnja skuplja i količina sirovina je ograničena. Za daljnji razvoj biogoriva bitno je riješiti ove probleme. S vremenom kako fosilna goriva sve više troše svoje rezerve doći će do porasta cijene, time bi se cijena biogoriva trebala spustiti.

## 6.2. Gorive ćelije

Gorive ćelije su elektrokemijski pretvarači energije koji iz kemijske energije goriva proizvode električnu i toplinsku energiju. Slične su kao baterije, ali za razliku od njih, gorive ćelije zahtijevaju stalan dovod goriva i zraka. Gorivo može biti najčešće vodik, prirodni plin ili metanol. Najčešću primjenu ipak ima vodik, odnosno napajanje strujom iz vodikovih gorivih ćelija. Vodikove ćelije su neka vrsta protočnih baterija u kojima se kemijskom reakcijom vodika i zraka proizvodi struja, a najčešće se koriste najjednostavnije, membranske.

Nisu otrovne i ispuštaju samo vodenu paru, što znači nema štetnog utjecaja na okoliš i ljudsko zdravlje, a stupanj energetske iskoristivosti znatno je viši, nego kod benzinskih motora, nema buke pri radu motora. Vodik kao gorivo ima i mane, proizvodi se iz vode ili prirodnog plina, uz velike utroške energije, a spremnici komprimiranog vodika, zauzimaju puno prostora i nisu jeftini. Unatoč nedostacima vodik je jedan od najzastupljenijih kandidata za pogon motora.



Slika 13. Solarna stanica za punjenje vodikom

Izvor: <http://earthfriendlymomma.com/wp-content/uploads/2010/03/honda-solar-hydrogen-station1.jpg>, 26.8.2016.

U Hrvatskoj ne postoji infrastruktura za vodik, no registrirano je 6 vozila na vodik, od toga 4 osobna automobila (koja vodik koriste u alternativni s klasičnim gorivima) i 2 mopeda.<sup>13</sup> Infrastruktura za punjenje vodikom u Hrvatskoj je u usporedbi s drugim alternativnim oblicima goriva najmanje razvijena, a preduvjet daljnjeg razvoja je usavršavanje i smanjenje troškova postupaka proizvodnje i skladištenja vodika namijenjenog za pogonsko gorivo.

### 6.3. Električni (hibridni) pogon

Počeci električnih automobila javljaju se još u 19. stoljeću, kao prvi primjer navodi se automobil iz daleke 1880. godine čiji je tvorac Thomas Parker (Slika 14.). Prvi električni automobili nisu se dugo zadržali na sceni, ali u zadnje kako su ekološki problemi sve već, ali i zalihe fosilnih goriva sve manje, tako se razvija i električni pogon, uz ostala alternativna goriva. Električni motor koristi električnu energiju pohranjenu u akumulatoru.



Slika 14. Prikaz prvog električnog automobila Thomasa Parkera

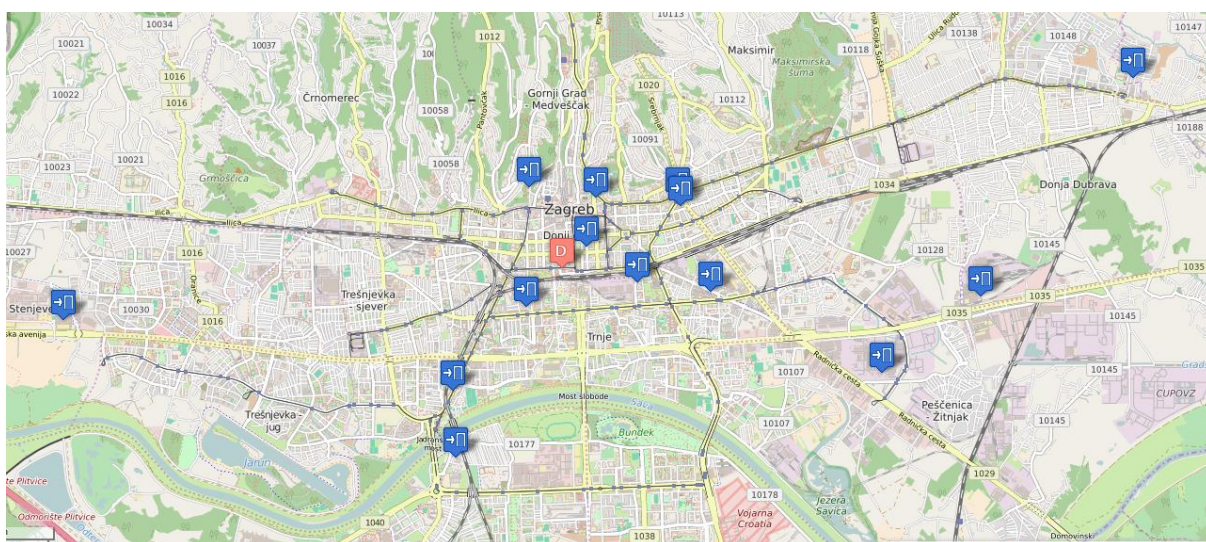
Izvor: <http://www.electricvehiclesnews.com/History/historyearlyIII.htm>, 26.8.2016.

---

<sup>13</sup> <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=21836> 26.8.2016.



Automobili koji danas koriste električni pogon mogu biti hibridni i automobili koji koriste samo električni pogon, neovisni o drugom pogonu. Hibridni automobili su pogonjeni klasičnim načinom pogona (benzinski ili dizelski motor) uz dodatnu uporabu elektromotora. U Hrvatskoj danas ima preko 70 električnih punionica u 27 gradova, u gradu Zagrebu njih 15 (Slika 15.). U razdoblju od srpnja 2011. godine do rujna 2015. godine na svim punionicama u portfelju HT-a, registrirano je 875 punjenja, isporučeno je 6.312 kWh električne energije, čime je osigurano preko 50.000 kilometara vožnje električnim automobilima.<sup>14</sup> Punjenje traje od 5 do 8 sati ovisno o bateriji i izvoru energije, a puno punjenje oko 400 kilometara ovisno o baterijama. Do 2020.godine očekuje se rast broja postaja za punjenje vozila na električnu energiju. Na hrvatskim autocestama će punionice biti postavljena na svakih 50 kilometara, a ukupno bi ih trebalo biti 164.<sup>15</sup>



Slika 15. Električne punionice u gradu Zagrebu

Izvor: samostalno izradio pomoću karte na <http://www.e-auto.guru/karta-punionica/>,  
26.8.2016.

<sup>14</sup> <http://m.tportal.hr/402193/Istrazili-smo-hrvatsko-trziste-elektricnih-automobila.html>, 26.8.2016.

<sup>15</sup> <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=28234>, 26.8.2016

### **6.3.1. Prednosti i nedostaci električnog motora**

Današnji automobili koriste litij-ionske baterije, iste one koje koristimo u mobilnim uređajima samo što imaju puno veći kapacitet(3,6 volti) od nikal-metal hibridnih (1,2 volti) i olovnih (2,0 volti) te mogućnost višestrukog punjenja i pražnjenja. No osjetno su skuplje i sklone zapaljenju. Litij ima nisku točku zapaljivosti, a brzim punjenjem litijske baterije se osjetno zagrijavaju. Zato se u posljednjim generacijama elektromobila ugrađuju posebni mikroprekidači za sprječavanje pregrijavanja.<sup>16</sup>

Prednosti upotrebe elektromotora u odnosu na automobile s unutarnjim izgaranjem, ne uzrokuju zagađenje okoliša, smanjenje emisije stakleničkih plinova, nema buke pri motora. Unatoč prednostima električni automobili imaju i neka ograničenja. Električni automobili dosta su skuplji od automobila na fosilna goriva, kratki vijek trajanja baterija, nedovoljno izgrađena infrastruktura javnih punionica i strah vozača od nestanka energije prije dostizanja svog cilja zbog ograničenog dosega.

### **6.3.2. Električni automobili u Hrvatskoj**

Hrvatska je u zadnjih nekoliko godina postala itekako poznata na pozornici automobila s električnim pogonom. Tvrtke Rimac i ING-PRO imaju zasluge u tome. Rimac sa svojim Concept One i novim Concept S modelom, a tvrtka ING-PRO sa Loox modelom..

Concept One prvi puta je predstavljen u rujnu 2011. godine na sajmu automobila u Frankfurtu, a Concept S predstavljen u Ženevi 1.ožujka 2016. godine. Tvrtka Rimac Automobili osnovana je 2009. godine. Cilj tvrtke je proizvoditi električne automobile koji postižu brzine kao superautomobili. Concept One pokretan je elektromotorom snage 1088 KS, koje daju ubrzanje od 0 do 100 km/h za 2,6 sekundi. Maksimalna brzina ovog modela iznosi 355 km/h, a domet s jednim punjenjem 330 km.

---

<sup>16</sup> <http://arhiva.vidiauto.com/autotech/goriva/> 26.8.2016.



Slika 16. Rimac Concept One

Izvor: [http://cdn.hiconsumption.com/wp-content/uploads/2016/02/Concept\\_One-by-Rimac-Automobili-0.jpg](http://cdn.hiconsumption.com/wp-content/uploads/2016/02/Concept_One-by-Rimac-Automobili-0.jpg), 26.8.2016.

Concept S novi je superautomobil iz Svete Nedjelje koji je privukao pažnju automobilske industrije kao najbrži električni automobil na svijetu. Ima veću snagu i okretni moment, agresivniji, aerodinamični dizajn i lakši je 50 kilograma od prvog modela. Concept S pokretan je elektromotorom snage 1384 KS. Vrijeme koje mu je potrebno da dođe od 0 do 100 km/h iznosi 2,5 sekundi, a od 0 do 300 km/h potrebno mu je 13,1 sekundi, maksimalna brzina iznosi 365 km/h. Jednim punjenjem automobilom je moguće proći 330 km.





Slika 17. Rimac Concept S

Izvor: <https://i.ytimg.com/vi/jLLWwGbqcAg/maxresdefault.jpg>, 26.8.2016.

Drugi hrvatska tvrtka koja se bavi proizvodnjom električnih automobila je DOK-ING Loox, sa sjedištem u Zagrebu. Automobil je prvi puta predstavljen na autosajmu i Ženevi u ožujku 2010.godine. 6 mjeseci kasnije u zagrebačkoj Areni predstavljen je Topless XD, dok je u mat bijeloj predstavljen u rujnu 2011.godine zajedno sa Rimčevim Concept One-om na autosajmu u Frankfurtu. DOK-ING Loox je mali gradski auto s 2 ili 3 sjedala, s dva ili četiri motora. Domet ovog modela je 200 do 250 km ovisno o načinu vožnje, a najveća brzina iznosi 140 km/h. Loox je mali auto pogodan za gradsku vožnju i odlaske na posao.



Slika 18. DOK-ING Loox

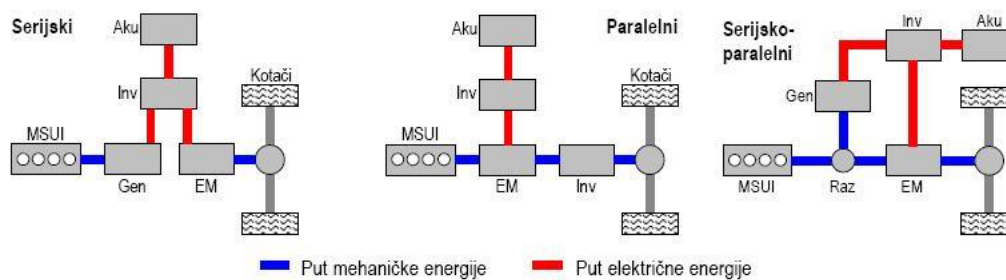
Izvor: <http://www.dok-ing.hr/products/automotive/loox>, 26.8.2016.

### 6.3.3. Hibridni pogon

Hibridni pogon kao što smo već rekli koristi dva ili više izvora energije, benzinski ili dizelski motor i elektromotor. Dobre strane hibridnog pogona su 50% manje potrošnje fosilnih goriva, te samim time i zagađenje okoliša. Nedostatak je ciklus pretvorbe energije. Taj ciklus se odvija u generatoru i u akumulatoru, prilikom pretvorbe gubi se do 60% energije, što predstavlja veliki problem efikasnosti. Hibridna vozila s obzirom na pogon se dijele na djelomične hibride i potpune hibride. Djelomični hibrid je vozilo koje elektromotor koristi samo kao pomoć glavnom motoru, a potpuni hibrid koristi samo elektromotor za pogon.

Pogon se kod hibrida može podijeliti s obzirom na vezu mehaničkog i električkog dijela na:

1. Serijski
2. Paralelni
3. Serijsko-paralelni



SHEME hibridnih pogona. Oznake: Akku - elektr. baterija; EM - elektromotor; Gen – elektr. generator; Inv – elektr. pretvarač; MSUI - motor s un. izg.; Raz - razdjelnik snage; objavljeno u [5.].

Slika 19. Seme hibridnih pogona

Izvor: <http://www.motorna-vozila.com/wp-content/uploads/2011/01/Hibridna-vozila-2.jpg>, 26.8.2016.

Kod serijskog hibrida pogonske kotače uvijek pogoni elektromotor, bez ikakve mehaničke veze s motorom s unutarnjim izgaranjem. Benzinski motor može se uključiti preko generatora te tako puniti bateriju, radi povećanja dometa. Taj radi troši manje goriva i motor je u optimalnom radu. Baterija se može puniti i iskorištavanjem energije kočenja, ta učinkovitost je manja jer se mehanička energija pretvara u električnu prilikom koje se javljaju gubitci, te naknadnim pretvaranjem te električne energije ponovno u mehaničku.



Slika 20. Primjer automobila na serijski hibridni pogon Chevrolet Volt

Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Hibridni\\_automobil](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hibridni_automobil), 26.8.2016.

Paralelni pogon kod hibrida ima sposobnost pogona vozila istovremeno elektromotorom i benzinskim motorom. Prvi takav hibrid je Honda Insight. Prva generacija proizvedena 2000.godine, a danas je treća generacija ovog modela u proizvodnji.



Slika 21. Honda Insight treće generacije 2016.g.

Izvor: <http://www.car1.hk/news/honda-2016-concept-b/>, 26.8.2016.

Serijsko-paralelni hibrid karakterizira posebni diferencijal koji dijeli snagu pogonskih kotača između elektromotora i motora s unutarnjim izgaranjem. Omjer može biti od 0 do 100%, u korist elektromotora ili motora s unutarnjim izgaranjem. Benzinski motor je primarni motor na otvorenoj cesti, a može služiti i za punjenje baterija, dok elektromotor služi kao dodatna snaga pri ubrzavanju automobila. Najpoznatiji i najprodavaniji svjetski automobil na hibridni pogon sa serijsko-paralelnim pogonom je Toyota Prius.





Slika 22. Toyota Prius 2016, njihova peta generacija Priusa

Izvor: [http://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2015/09/2016\\_Toyota\\_Prius\\_004\\_BA2CF229CA6C3E5C3F0806D53D99621B2F446199-640x360.jpg](http://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2015/09/2016_Toyota_Prius_004_BA2CF229CA6C3E5C3F0806D53D99621B2F446199-640x360.jpg), 26.8.2016.

Postoje još i plug-in hibridi i hibridi s gorivim člankom.

Plug-in hibrid može biti izveden serijski i paralelnom. Sadrži baterije s većim kapacitetom od običnih hibridnih, samim time omogućuju i veći doomet.

Hibridi s gorivim člankom koriste i gorivi članak i električni motor kao izvor snage. Gorivi članak puni baterije koje preko elektromotora pogone vozilo.



## 7. EKONOMSKE MJERE

Politika smanjivanja emisija CO<sub>2</sub> implementirala se kroz četiri gotovo neovisne politike u uvjetima stalnog razvoja i unapređenja tržišta energenata, posebno u umreženih energenata:

- povećanja energetske učinkovitosti
- povećanja korištenja obnovljivih izvora energije i trgovinom emisija,
- uvođenjem posebnih naknada za emisije.

EU ETS (Emission trade system) je međunarodni sustav za trgovanje emisijama stakleničkih plinova u Europskoj Uniji zasnovan na EU Direktivi 2003/87/EC, a predstavlja jedan od temeljnih mehanizma Europske Unije u borbi protiv klimatskih promjena.<sup>17</sup> Hrvatska je dio ovog sustava od 1. siječnja 2013. godine, a u tijeku je treća faza koja traje do 2020. godine. Emisije stakleničkih plinova trebale bi se oporezivati primjenom poreza na gorivo. Visina poreza na gorivo ovisila bi o emisiji CO<sub>2</sub> i o energiji goriva, a direktivom bi bili definirani minimalni iznosi koji se trebaju primijeniti u zemljama članicama EU.

Poticajne mjere sufinanciranja nabave vozila i sufinanciranja infrastrukture u Hrvatskoj bit će prvenstveno orijentirane na alternativna goriva za koje je procjena postojećeg stanja pokazala nedovoljnu razvijenost infrastrukture i neznatnu zastupljenost vozila u ukupnom broju vozila, te će biti vremenski ograničene do trenutka kad praćenje stanja pokaže dovoljnu pokrivenost infrastrukturom i zastupljenost vozila.

U svrhu prikupljanja tih sredstava će se dodatno opteretiti trošarina visoko onečišćujućih goriva u postotnom iznosu od osnovne cijene. 25. siječnja 2013. Hrvatski sabor donio je Zakonom o posebnom porezu na motorna vozila, po kojemu se od 1. srpnja 2013. godine oporezivati automobili ovisno o emisiji CO<sub>2</sub> koji emitiraju. Porez će se određivati po osnovi nabavne vrijednosti vozila i emisije CO<sub>2</sub>, tako da će automobili koji emitiraju manje od 120 grama CO<sub>2</sub> po kilometru pojeftiniti, a oni s emisijom CO<sub>2</sub> iznad 130 grama po kilometru će poskupjeti.

---

<sup>17</sup> <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/okolis/1530-eu-ets-the-eu-emissions-trading-system>, 26.8.2016

Tako su Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost pokrenuli projekt poticanja nabave vozila sa smanjenom emisijom CO<sub>2</sub> kojim će se sufinancirati kupnja električnih, plug-in i hibridnih vozila. 2014. godine je građanima i tvrtkama odobreno je 15,5 milijuna kuna poticaja za nabavu 440 energetski učinkovitih vozila: 379 hibridnih, 53 električna i 8 plug-in hibridnih. U ugovorenom roku od 6 mjeseci odobrena sredstva iskorištena su za nabavu 340 vozila: 313 hibridnih, 24 električnih i 3 plug-in hibridna, što je Fond sufinancirao sa 11,2 milijuna kuna. U 2015. godine je Fond građanima i tvrtkama odobrio 18,5 milijuna kuna poticaja za nabavu 506 ekološki prihvatljivijih vozila: 314 hibridnih, 13 plug-in hibridnih i čak 179 električnih vozila. Prema podacima Centra za vozila Hrvatske, evidentan je porast električnih i hibridnih vozila u posljednjih nekoliko godina. U Hrvatskoj je 2012. godine bilo svega 13 električnih automobila, dok ih je 2014. godine evidentirano 74. Hibridnih automobila ima nešto više, no jasno je vidljiv trend rasta: 2012. godine bilo je 354 hibridnih vozila, a 2014. godine čak 873.<sup>18</sup>

Zadnjom mjerom poticaja Država je osigurala 25 milijuna kuna namijenjenim građanima, 10 milijuna pravnim, a 15 milijuna fizičkim. Iznos sufinanciranja je od 30.000 do 70.000 kuna po vozilu, ovisno o vrsti alternativnog pogona. Najveći poticaj imaju električna vozila, 70.000 kuna, plug-in vozila 50.000 kuna s ispuhom manjim od 90 g/km CO<sub>2</sub> i hibridna vozila s poticajem od 30.000 kuna za vozila s ispuhom manjim od 90 g/km. Te subvencije biti će dostatne za kupovinu 400 osobnih automobila. Sufinancira se i kupnja elektroskuteri, motocikla i četverocikla, a iznosi subvencija su od 7500 do 30.000 kuna. Od prvih poticaja do danas u Hrvatskoj sufinanciranjem je kupljeno 946 ekološka vozila. Sve je to dio poticanja za povećanje vozila na pogon s obnovljivim izvorom energije koju Hrvatska kao članica Europske Unije mora do 2020. godine povećati najmanje do 20% u cjelokupnom voznom parku.

---

18

[http://www.fzoeu.hr/hr/energetska\\_ucinkovitost/cistiji\\_transport/sufinanciranje\\_nabave\\_elektricnih\\_i\\_hibridnih\\_vozila/](http://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/cistiji_transport/sufinanciranje_nabave_elektricnih_i_hibridnih_vozila/), 6.9.2016.

## 8. ZAKLJUČAK

Zagađenje okoliša uzrokovano štetnim ispušnim plinovima jako je velik problem u cijelome svijetu. Razni štetni spojevi kao što su ugljikov dioksid i monoksid, dušični oksidi i ugljikovodici, loše utječu na ljudsko zdravlje i biljni svijet. Najočigledniji utjecaj onečišćenog zraka na ljudsko zdravlje su bolesti dišnih organa, od bronhitisa pa sve do raka pluća. Strožim zakonskim normama želi se postići smanjenje rasta štetnih plinova ili ih barem spustiti na neku zadovoljavajuću razinu.

Što se tiče konkretnih primjera na otto motoru najefektivnije smanjenje može se postići upotrebom katalizatora. Zadaća katalizatora je da ugljikovodike, dušične okside i ugljikov monoksid pretvara u manje štetne plinove vodenu paru, dušik i ugljikov dioksid. Smanjenja koja se mogu postići uporabom katalizatora iznose čak 90% ovisno o prilagođenosti regulacijskog kruga u kojem sudjeluju centralno računalo i lambda sonda.

Još jedan konkretan primjer na benzinskim motorima je upotreba elektroničkog sustava za ubrizgavanje. Kod elektroničkog ubrizgavanja goriva nema razvodnika goriva, a brizgaljke su elektromagnetske što znači da njihovim otvaranjem upravljaju električni impulsi. Pritiskom na papučicu akceleratora pomiče se leptir u usisnoj cijevi. Senzor koji očitava položaj leptira šalje tu informaciju središnjem računalu koje, uz još ponešto primljenih parametara, određuje širinu (trajanje) pulsa. A još se primjenjuju i sustavi elektroničkog ubrizgavanja i optimiranje oblika prostora za izgaranje i zahvate na razvodnom mehanizmu motora regulacijom vremena prekrivanja ventila. Danas većina novih automobila upotrebljavaju tehnologije start/stop sustava i digitalnog upravljanja motorom. Start/stop sustav radi na principu automatskog gašenja i ponovnog pokretanja motora, čine se znatno utječe na smanjenje emisije štetnih plinova i smanjenja goriva. Dok sustav digitalnog upravljanja motorom koristi uređaj koji omogućuje da se određena količina goriva u pravo vrijeme ubrizga u cilindar.

Alternativna goriva su vrsta koja bi treba zamijeniti fosilna goriva. Ekološki, to je puno bolje rješenje od dosadašnjih goriva, koji imaju veliki štetni utjecaj na okoliš i ljude. Zbog sve veće zagađenosti i smanjene kvalitete života dolazi do sve većeg razvoja i primjene alternativnih goriva i pronalazaka najboljih rješenja.

Jedno od možda najpovoljnijih i „najčišćih“ vrsta alternativnog goriva je vodik, odnosno napajanje strujom iz vodikovih gorivih ćelija. Primjenom vodika ispuh je gotovo čist, motori

na pogon gorivih ćelija ispuštaju samo vodenu paru, a stupanj energetske iskoristivosti je viši nego kod otto motora. Nažalost ova vrsta pogonskog goriva u Hrvatskoj još nije zaživjela s obzirom da imamo samo 6 registriranih vozila na vodik i niti jednu punionicu.

Također i električni motor je sve aktualniji izbor pogona, s obzirom da nema buke pri radu motora, ne uzrokuje zagađenje okoliša, uvelike se smanjuje emisija stakleničkih plinova, ali uz te prednosti električni automobili su dosta skuplji od vozila na pogon fosilnim gorivima, kratak je vijek baterija i nedovoljna pokrivenost električnim punionicama.

Ekonomske mjere su dobar primjer mjera za smanjenje ispušnih plinova, jer potiču ljude svojim subvencijama nabavu ekološki prihvatljivijih cestovnih motornih vozila na alternativni pogon.

Samo daljnjim osvješćivanjem ljudi i provođenjem sve strožih zakonskih mjera može se doći do smanjenja zagađenja okoliša koja će u konačnici dovesti do sve veće upotrebe alternativnih goriva.

## Popis literature

1. Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2, 2014. Str.275.-294.
2. Brozović, I.: Promet i okoliš, Veleučilište u Rijeci i građevinarski fakultet u Rijeci, 2013.
3. Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, Mašinski fakultet, Sarajevo, 2005.
4. Golubić, J.: Promet i okoliš, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
5. Mahalec I., Lulić Z., Šagi G.: Štetne emisije motora s unutarnjim izgaranjem i pročišćavanje ispušnih plinova, interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2007.
6. Nastavni materijali: kolegij Ekologija u prometu., Fakultet prometnih znanosti, 2015./16.
7. Vlada RH, Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2005. do 2008. godine
8. Vlada RH, Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2009. do 2012. godine

## Internet izvori

1. URL: <http://arhiva.vidiauto.com/autotech/goriva/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
2. URL: <http://www.autoispuh.hr/tehnika.php> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
3. URL: [http://automania.20minuta.hr/art/novi\\_bosch\\_start\\_stop\\_sustav\\_za\\_voznju\\_na\\_inerciju\\_isključuje\\_motor\\_kada](http://automania.20minuta.hr/art/novi_bosch_start_stop_sustav_za_voznju_na_inerciju_isključuje_motor_kada) (pristupljeno: rujan 2016.)
4. URL: <http://www.autonet.hr/elektronicko-paljenje> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
5. URL: <http://www.autonet.hr/ubrizgavanje-goriva> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
6. URL: <http://autostart.24sata.hr teme/drzava-daje-25-milijuna-kuna-poticaja-za-vozila-na-alternativni-pogon-1874#> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
7. URL: <http://www.cro-ponuda.eu/clanci/opsirnije/55/dokingov-elektricni-automobil-loox/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
8. URL: <http://www.dok-ing.hr/products/automotive/loox> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
9. URL: <http://www.eko-oglasnik.com/ekoeho-magazin/energija/alternativna-goriva/71/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
10. URL: <http://www.eko-oglasnik.com/pojmovnik/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
11. URL: [http://www.fzoeu.hr/hr/energetska\\_ucinkovitost/cistiji\\_transport/sufinanciranje\\_nabave\\_elektricnih\\_i\\_hibridnih\\_vozila/](http://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/cistiji_transport/sufinanciranje_nabave_elektricnih_i_hibridnih_vozila/) (pristupljeno: rujan 2016.)
12. URL: <http://hrcak.srce.hr/40834> (pristupljeno: rujan 2016.)
13. URL: <http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
14. URL: <http://klima.mzoip.hr/default.aspx?id=4> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
15. URL: <http://www.mfin.hr/hr/novosti/informacija-zakon-o-posebnom-porezu-na-motorna-vozila-2013-01-10-11-49-03> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
16. URL: <https://www.motorna-vozila.com/hibridna-elektricna-vozila-hev/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
17. URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=21836> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
18. URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=28234> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
19. URL: <http://m.tportal.hr/402193/Istrazili-smo-hrvatsko-trziste-elektricnih-automobila.html> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
20. URL: [http://www.mzoip.hr/doc/radna\\_verzija\\_dokumenta.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/radna_verzija_dokumenta.pdf) (pristupljeno: kolovoz 2016.)
21. URL: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_02\\_15\\_241.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_02_15_241.html) (pristupljeno: kolovoz 2016.)

22. URL:[http://www.rimac-automobili.com/en/supercars/concept\\_one/](http://www.rimac-automobili.com/en/supercars/concept_one/)(pristupljeno: kolovoz 2016.)
23. URL:[http://www.rimac-automobili.com/en/supercars/concept\\_s/](http://www.rimac-automobili.com/en/supercars/concept_s/)(pristupljeno: kolovoz 2016.)
24. URL:<https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/44/kako-radi-start-stop-sistem> (pristupljeno: rujan 2016.)
25. URL:[http://www.sup.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=226:250-milijuna-bosch-upravljakih-jedinica-motora&catid=40:novosti&Itemid=61](http://www.sup.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=226:250-milijuna-bosch-upravljakih-jedinica-motora&catid=40:novosti&Itemid=61) (pristupljeno: rujan 2016.)
26. URL:<http://www.tehno-dom.hr/obnovljivi-izvori-energije/energija-biomase> (pristupljeno: kolovoz 2016.)
27. URL:<http://www.vidiauto.com/Savjeti/Savjeti-Autodoktora/Start-stop-sustavi-stede-gorivo-ali-postoji-i-druga-strana-medalje> (pristupljeno: rujan 2016.)
28. URL: <http://www.znanostblog.com/sto-je-smog/> (pristupljeno: kolovoz 2016.)

## **Popis slika**

Slika 1. Globalna koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi u razdoblju od 1870.g. do 2000.g

Slika 2. Nastanak kiselih kiša

Slika 3. Smanjenje emisije Otto motora vozila kategorije M1

Slika 4. Prikaz elektromagnetske brizgaljke

Slika 5. Shematski prikaz sustava za elektroničko ubrizgavanje goriva

Slika 6. Indukcijski svitak

Slika 7. Princip rada start/stop sustava

Slika 8. Prikaz ME(D)17 jedinice za upravljanje motorom

Slika 9. Shematski prikaz rada katalizatora i njegove strukture

Slika 10. Regulacijski krug

Slika 11. Stupanj djelovanja trostrukog katalizatora

Slika 12. Izvori energije za pogon cestovnih vozila

Slika 13. Solarna stanica za punjenje vodikom

Slika 14. Prikaz prvog električnog automobila Thomasa Parkera

Slika 15. Električne punionice u gradu Zagrebu

Slika 16. Rimac Concept One

Slika 17. Rimac Concept S

Slika 18. DOK-ING Loox

Slika 19. Sheme hibridnih pogona

Slika 20. Primjer automobila na serijski hibridni pogon Chevrolet Volt

Slika 21. Honda Insight treće generacije 2016.g.

Slika 22. Toyota Prius 2016, njihova peta generacija Priusa



## **Popis tablica**

Tablica 1. Maksimalne dopuštene količine pojedinih štetnih plinova u ispuhu otto motora kategorije M1