

# Utjecaj zakonske regulative na zaštitu okoliša u cestovnom prometu

---

**Vertlberg, Juraj Leonard**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:143885>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-07**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ ZAKONSKE REGULATIVE NA ZAŠTITU OKOLIŠA U  
CESTOVNOM PROMETU**

**IMPACT OF REGULATORY RULES ON THE ENVIRONMENT IN THE  
ROAD TRAFFIC**

**Mentor: prof. dr. sc. Jasna Golubić**

**Student: Juraj Leonard Vertlberg, 0066224143**

**ZAGREB, rujan 2016.**

# UTJECAJ ZAKONSKE REGULATIVE NA ZAŠTITU OKOLIŠA U CESTOVNOM PROMETU

## SAŽETAK:

Emisije štetnih plinova i buka jedni su od većih ekoloških problema. Oni su sveprisutni u čovjekovom životu i okolini te bitno utječu na kvalitetu čovjekova života. Štetni ispušni plinovi izravno utječu na čovjekovo zdravlje, posebice na respiratorni sustav, srce i ostale organe. Buka također ima višestruk utjecaj na čovjekovo zdravlje, ovisno o karakteristikama buke i periodu izloženosti. Zakonskim mjerama nastoji se smanjiti negativan utjecaj štetnih tvari i buke kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi, povećala kvaliteta života i očuvao okoliš. Pritom se koriste različite zakonske mjere kao primjerice euro norme, naplate penala, uvođenja niskougliječnog javnog prijevoza ili eko vožnje. Svim navedenim mjerama cilj je kontinuiran razvoj mobilnosti uz istovremeno smanjivanje emisije ispušnih plinova, povećanja sigurnosti, smanjenja buke i povećanja energetske učinkovitosti u cestovnom prometu.

**KLJUČNE RIJEČI:** ispušni plinovi, buka cestovnog prometa, zakonska regulativa

## SUMMARY:

Emissions and noise are one of the major environmental problems. They are ubiquitous in human life and in the environment, and they significantly affect the quality of human life. Harmful exhaust gases directly affect human health, particularly the respiratory system, heart and other organs. Noise also has multiple effects on human health, depending on the characteristics of the noise and the period of exposure. Legislative measures aim to reduce the negative impacts of pollutants and noise in order to protect human health, improve the quality of life and preserve the environment. Variety of legal measures are used, such as the Euro norms, payment penalties, the introduction of low-carbon public transport or eco-driving. By all of these measures target is continuous development in mobility with simultaneously exhaust gas reduction, safety increasing and decreasing noise in road transport.

**KEYWORDS:** exhaustgases, roadtrafficnoise, legislation

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Utjecaj cestovnog prometa na okoliš i zdravlje čovjeka .....	3
3. Cestovni promet i emisije štetnih tvari .....	8
3.1. Ugljik (II) oksid (CO) .....	9
3.2. Ugljikovodici (CH) .....	10
3.3. Dušični oksidi (NO <sub>x</sub> ) .....	11
3.4. Sumporov (IV) oksid (SO <sub>2</sub> ) .....	12
4. Zakonska regulativa glede smanjenja štetnih tvari .....	14
4.1. Propisi u EU .....	15
4.2. Propisi u Republici Hrvatskoj .....	17
4.3. Propisi u SAD-u .....	21
5. Strategije EU glede CO <sub>2</sub> emisije .....	23
5.1. Kyoto protokol .....	23
5.2. Strategije za smanjenje emisija CO <sub>2</sub> iz osobnih automobila i lakih komercijalnih vozila .....	25
5.2.1. Strategije za osobne automobile .....	28
5.2.2. Strategije za laka komercijalna vozila .....	28
6. Utjecaj buke na zdravlje čovjeka i okoliš .....	29
7. Zakonska regulativa glede smanjenja buke u cestovnom prometu .....	32
7.1. ECE pravilnici u vezi buke .....	34
7.1.1. „Tihe cestovne površine“ .....	36
7.1.2. UN regulacija za „tihe automobile“ .....	38
7.2. ECE pravilnik 51 .....	39
8. Zaključak .....	42
Literatura .....	45
Popis slika .....	48
Popis tablica .....	48
Popis grafikona .....	49

# 1. Uvod

Utjecaj prometa na zagađenje okoliša je velik, posebice cestovnog prometa. Međutim, količina onečišćujućih tvari koje se emitiraju u zrak znatno je smanjena otkad je Europska unija (EU) uvela politike i mjere koje se odnose na kvalitetu zraka. Emisije tvari koje onečišćuju zrak iz prometa sada su regulirane i općenito su u opadanju. Jedan od načina pomoću kojih je Europska unija to postigla jest postavljanje pravno obvezujućih i neobvezujućih ograničenja za određene onečišćujuće tvari koje se raspršuju zrakom i to na razini cijele Europske unije. Način na koji Europska unija donosi odluke jest da u skladu s Ugovorom o Europskoj zajednici, kroz aparate kao što su Europski parlament i Vijeće Europe, donese na snagu direktive, uredbe i odluke ili se koristi neobvezujućim pravnim aktima kao što su preporuke i mišljenja.

Trenutačno zakonodavstvo Europske unije koje se odnosi na zrak počiva na načelu da države članice Europske unije dijele svoje teritorije na nekoliko zona upravljanja u sklopu kojih se od zemalja zahtijeva da procijene kvalitetu zraka pomoću mjerenja i modela. Od zemalja se zatim zahtijeva da donesu lokalne ili regionalne planove u kojima definira kako namjeravaju poboljšati kvalitetu zraka.

Svrha završnog rada jest analizirati zakonsku regulativu glede smanjenja štetnih tvari, buke te usporediti europske i američke propise s onima u Republici Hrvatskoj. Naslov završnog rada je: „Utjecaj zakonske regulative na zaštitu okoliša u cestovnom prometu“. Rad je podijeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Utjecaj cestovnog prometa na okoliš i zdravlje čovjeka
3. Cestovni promet i emisije štetnih tvari
4. Zakonska regulativa glede smanjenja štetnih tvari
5. Strategije EU glede CO<sub>2</sub> emisije
6. Utjecaj buke na zdravlje čovjeka na okoliš
7. Zakonska regulativa glede smanjenja buke u cestovnom prometu
8. Zaključak

Drugo poglavlje obuhvaća uglavnom negativne stvari cestovnog prometa, točnije njegov (negativan) utjecaj na čovjekovo zdravlje i na okoliš. Od štetnih plinova pa do buke, sve to ima velik utjecaj na čovjeka i njegovu okolinu.

Treće poglavlje prikazuje detaljno koje štetne tvari emitira cestovni promet te kako one utječu na čovjeka, odnosno koje su negativne posljedice tih plinova.

U četvrtom poglavlju sadržani su zakonski propisi kojima je cilj smanjiti emisije štetnih tvari, samim time i zaštititi čovjeka, njegovo zdravlje, ali i okoliš.

U petom poglavlju prikazane su mnoge strategije smanjenje ugljikovog dioksida, primjerice eko vožnja, ekološke vinjete, niskougljični javni gradski promet, ali i penali za one koji emitiraju visoke razine ugljikovog dioksida.

Šesto poglavlje govori o buci i njenom negativnom utjecaju na čovjeka koji može biti fizičke, ali i psihičke naravi.

U sedmom poglavlju riječ je o zakonskoj regulativi i propisima koji reguliraju emitiranje buke cestovnih vozila ali i poglašnjavanje onih vozila (hibridnih, električnih) koji svojim izrazito tihim motorima ugrožavaju sigurnost biciklista, pješaka i ostalih sudionika u prometu.

## 2. Utjecaj cestovnog prometa na okoliš i zdravlje čovjeka

Svijet je danas preplavljen automobilima. Ta neizbježna činjenica ukazuje na veliki problem očuvanja okoliša i zdravlja čovjeka. Kada govorimo o automobilima, Sjedinjene Američke Države i Kina prednjače u broju automobila koji se kreću površinama tih dviju zemalja. SAD uvjerljivo zauzima prvo mjesto s više od 250 milijuna automobila, dok Kina drži drugo mjesto s preko 80 milijuna. Stručnjaci vjeruju da bi do 2050. godine mogli biti više od 2,5 milijardi automobila na cesti.<sup>1</sup>

Utjecaj cestovnog prometa na stanje i kakvoću okoliša je višestruk. Onečišćenje zraka očituje se na promjene u okolišu i na zdravlje ljudi posebice kada se radi o cestovnom prometu budući da je danas mreža prometnica postala sastavni dio urbanih sredina. Emisija vozila ima štetan utjecaj na prirodno okruženje, ali i na kulturne spomenike uzrokujući propadanje materijala. Također, utjecaj na životinjski svijet je velik. Prema Izvješću o stanju prirode RH proizlazi da je 50% populacije vukova pod utjecajem izgradnje prometnica, te iako je posljednjih godina zabilježeno 80% stradavanja medvjeda pri prijelazu preko željezničkih pruga, sva su češća stradavanja vukova i risova na autocestama (uglavnom radi neadekvatne žičane ograde)<sup>2</sup>. Ometanje prirodnih staništa životinja te tjeranje životinja van svojih prirodnih staništa u dublja šumska područja uzrokovano je dakako širenjem i razvojem cestovnih prometnica.

Motorna goriva koja se koriste u cestovnom prometu sastoje se od ugljika i vodika. Kada bi takvo gorivo bilo podvrgnuto „idealnom izgaranju“ u atmosferu bi odlazio samo ugljični dioksid i vodena para. Međutim, pri radu vozila na motorni pogon dolazi do nepotpunog izgaranja koje uzrokuje gubitak dijela energije gorenja i emisiju štetnih plinova u atmosferu. Stoga se može zaključiti da prometna djelatnost ima izrazito negativan utjecaj na zrak. Taj utjecaj najznačajniji je u cestovnom prometu, poglavito ako se usporedi s ostalim prometnim granama. U ukupnoj emisiji ugljičnog dioksida prometna djelatnost sudjeluje sa oko 23,7%, a u tom udjelu cestovni promet sudjeluje sa 72%. To znači da je cestovni promet najveći zagađivač zraka u okviru prometne djelatnosti. Cestovni promet emitira 98 puta veću

---

<sup>1</sup><http://wonderopolis.org/wonder/how-many-cars-are-on-the-road-at-one-time>, 14.8.2016.

<sup>2</sup>Agencija za zaštitu okoliša (2014.), Izvješće o stanju okoliša RH. Zagreb: Ministarstvo kulture

količinu ugljičnog monoksida od željezničkog prometa, a emisija dušičnog oksida je 22,6 puta veća u cestovnom prometu u odnosu na željeznički promet. Emisija ugljikovodika je čak 95 puta veća u cestovnom prometu, a kada se uspoređi emisija sumpornog dioksida, očigledno je da je u cestovnom prometu ona veća 7,4 puta. Emisija krutih čestica također je veća u cestovnom prometu i to 17 puta u odnosu na željeznički promet.<sup>3</sup>

Staklenički plinovi koji nastaju izgaranjem tekućih naftnih (manjim dijelom i plinovitih) goriva u zrak imaju snažan utjecaj na okoliš i zdravlje čovjeka. Neki od stakleničkih plinova su CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, vodena para, itd. Za čak petinu stakleničkih plinova u Europskoj uniji odgovoran je promet. Emisija je stakleničkih plinova između 1990. i 2007. godine porasla za 26,4%. Za razliku od prometa, emisije u drugim gospodarskim sektorima su padale. Primjerice, u energetske i poljoprivrednom sektoru, emisija stakleničkih plinova pala je za 3,5%<sup>4</sup>. Staklenički plinovi, koji danas sudjeluju u tvorbi atmosfere s relativno malim volumnim udjelom (manjim od 0,04%, odnosno s manje od 4 dcl na 1m<sup>3</sup>, odnosno 1000 litara zraka), najzaslužniji su za staklenički učinak Zemljine atmosfere, koji nastaje zadržavanjem odbijene Sunčeve emisije od površine Zemlje. Smatra se da staklenički plinovi, odnosno atmosfera, pridonose prosječnoj temperaturi na površini Zemlje za 330°C (što znači da temperatura na Zemlji bez toga učinka ne bi bila +150°C, već -180°C).<sup>5</sup> Klimatske promjene, kojih smo svjedoci posljednjih desetljeća, osobito se ogledaju kroz:

- povećanje prosječne temperature na Zemljinoj površini,
- povećanje temperatura oceana i povećanje razina soli u njima, uslijed čega se naglo mijenjaju uvjeti života u oceanima, a mijenja se i intenzitet glavnih morskih struja,
- širenje površina pustinja, a smanjenje površine šuma,
- otapanje glečera,
- potencijalnu opasnost porasta površine mora u sljedećih 50 godina, što bi moglo utjecati na 1/6 svjetskog stanovništva, s nesagledivo teškim posljedicama za cijeli svijet,

---

<sup>3</sup><https://repositorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:656>, 16.8.2016.

<sup>4</sup>Ibid., 16.8.2016.

<sup>5</sup>Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014), 1, str. 275-294



- smanjenje snježnog pokrivača u sjevernim dijelovima (u 40 godina u prosjeku za 10 cm godišnje),
- povećanu učestalost padalina,
- povećanu učestalost prirodnih nepogoda (uragani, tajfuni, suše, poplave i dr.)<sup>6</sup>

U svrhu izgradnje prometne infrastrukture, cestovni promet zauzima veliki dio prostora. Prometna mreža u RH i u svijetu zauzima oko 1-3% površine zemlje. U gradovima prometna mreža zauzima čak 20-50% ukupne urbane mreže. U velikim gradovima zapadne Europe za potrebu parkiranja, tj. gradnju podzemnih i nadzemnih garaža trebalo je rezervirati oko 135% površine gradskog središta. Površina koja je potrebna za parkirališni prostor jednog osobnog vozila je otprilike 10m<sup>2</sup>. Za gradnju jednog kilometra gradske autoceste s tri prometne trake u svakom smjeru, potrebno je najmanje 25 000 m<sup>2</sup> prostora. Za gradnju jednog čvorišta potrebno je oko 40 ha površine.<sup>7</sup> Jedan kilometar autoceste s po dva prometna traka za svaki smjer vožnje zauzima zajedno s bočnim zaštitnim prostorima oko 5 ha prostora. Glede gradskog prijevoza, putnik u osobnom automobilu zauzima 15 do 30 puta više prometne površine nego li vozeći se sredstvima javnog gradskog prometa.<sup>8</sup>

Izvori energije mogu biti obnovljivi i neobnovljivi. Obnovljivi izvori su oni čiji se potencijal obnavlja u razmjerno kratkom vremenu korištenja. Neobnovljivi izvori su također obnovljivi, međutim njihov je ciklus nastanka otprilike 2 milijarde godina za fosilna goriva, značajno dulji nego što je vrijeme u kojem ćemo ih utrošiti (otprilike 200 godina).<sup>9</sup> Razvoj automobilske industrije doveo je do činjenice da je svijet preplavljen automobilima. Promet je najveći potrošač neobnovljivih izvora energije (dizel, benzin, kerozin). Cestovni i zračni promet troše 100% tekućih goriva. U ukupnom svjetskom prometu troši se oko 25% cjelokupne energije, 85% energije troši se u cestovnom prometu (61% u teretnom), a u željezničkom 3%. Primjenom mjera energetske učinkovitosti na troškovima za energiju može se uštedjeti 20 – 30%. Također se smatra da će benzin i dizel bit najrašireniji izvori energije za pokretanje automobila u cestovnom prometu, a pojačanje cestovnog teretnog prometa

<sup>6</sup>Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014), 1, str. 275-294.

<sup>7</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999., str. 113.

<sup>8</sup><https://repositorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:656>, 16.8.2016.

<sup>9</sup><https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A375/datastream/PDF/view>, 16.8.2016.

biti će snažnije od automobilske. Iz toga se da zaključiti da će se do 2030. godine emisija ugljičnog dioksida iz prometa udvostručiti, što će pridonijeti opasnom povećanju koncentracija ugljikovog dioksida u atmosferi. Daljnja uporaba zemljišta za potrebe prometne infrastrukture vodi višim razinama onečišćenja vode, uništenju staništa, gubitku različitih biljnih i životinjskih vrsta i narušavanju zajednica<sup>10</sup>.

Buka je također jedan od velikih negativnih utjecaja cestovnog prometa na okoliš i zdravlje čovjeka. Prema Zakonu o zaštiti od buke definirana je kao svaki zvuk koji prekoračuje najviše dopuštene razine utvrđene provedbenim propisom s obzirom na vrijeme i mjesto nastanka u sredini u kojoj ljudi rade i borave. U cestovnom prometu osnovni uzroci pojave buke su rad motora i kontakt gume kotača i kolnika. Razina buke u cestovnom prometu ovisi i o gustoći i strukturi prometa. Veća gustoća prometa uzrokuje veći intenzitet buke, ali i veći broj teretnih cestovnih vozila u prometu povećava buku koja se širi sa prometnica. Tako, ako se udio teretnih vozila u cestovnom prometu poveća za 20%, razina buke se povećava za 4 dB na temelju čega slijedi da su teretna cestovna vozila veći izvori buke od putničkih vozila. Prosječna razina buke koju proizvode teretna motorna vozila iznosi 85-90 dB. Dozvoljena razina buke za teretna vozila prema ECE (Economic Commission for Europe) je 91 dB. Cestovni promet izaziva konstantnu buku na većini prometnica jer se promet neprestano odvija tijekom dana.

Negativan utjecaj cestovnog prometa očituje se i u vibracijama. Nastanak vibracija u cestovnom prometu najviše se pripisuje teškim teretnim cestovnim vozilima koja pri prolasku preko neravnih površina prometnica stvaraju znatne vibracije. Vibracije postaju primjetnije u novije vrijeme jer se veliki dio prometnica gradi u obliku vijadukata i mostova. Vibracije koje nastaju pri prolasku vozila prenose se preko potpornih zidova na okolinu. Intenzitet vibracija ovisi o zastupljenosti teretnih motornih vozila u prometu, stanju i konstrukcijskoj izvedbi prometnice, itd.<sup>11</sup>

Najvažnije negativno djelovanje cestovnog prometa je ono na čovjeka i njegovo zdravlje. Najosjetljivije osobe jesu predškolska djeca, kao i osobe s kroničnim bolestima srca i

---

<sup>10</sup>Mr. sc. Brozović, I., Veleučilište u Rijeci i građevinarski fakultet u Rijeci, 7. poglavlje Promet i okoliš, str. 14, 2013

<sup>11</sup>[https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwjX0b-Qnv3NAhVBmhQKHSxdB6UQFgg9MAQ&url=http%3A%2F%2Fhrcaj.srce.hr%2Ffile%2F117834&usg=AFQjCNG\\_rY3Ja6EgRRMWmY2dVz90AxBl9g&bvm=bv.127178174,d.bGs&cad=rja](https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwjX0b-Qnv3NAhVBmhQKHSxdB6UQFgg9MAQ&url=http%3A%2F%2Fhrcaj.srce.hr%2Ffile%2F117834&usg=AFQjCNG_rY3Ja6EgRRMWmY2dVz90AxBl9g&bvm=bv.127178174,d.bGs&cad=rja), 18.7.2016.

pluća. Najočigledniji utjecaj koji zagađeni zrak ima na ljudsko zdravlje su bolesti respiratornih organa (astma, bronhitis, emfizem, rak pluća), jer zagađivači iz atmosfere udisanjem najlakše ulaze u tijelo. Čovjek u minuti, pri mirovanju, udahne 15 – 18 puta, pri čemu se sa svakim udisajem unosi u pluća oko 0,5 litara zraka, što iznosi prosječno oko 11,500 litara na dan. Zagađivači uneseni u pluća izazivaju različite tegobe koje ne moraju biti karakteristične za samo jedan zagađivač. Npr. i sumpor (IV) oksid i formaldehid nadražuju nos i grlo i povećavaju otpornost prolasku zraka, a dušični dioksid i ugljik (II) oksid umanjuju sposobnost hemoglobina u prenošenju kisika. Ovisno o trajanju izlaganja, učinci zagađivača mogu biti akutni i kronični. Akutni se manifestiraju brzo, nakon kratkog izlaganja, najčešće u vrijeme pojačanog aerozagađenja. Kronični učinci zagađenog zraka postaju vidljivi tek nakon duljeg perioda djelovanja, pa su time i teže uočljivi.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999., str. 36.

### 3. Cestovni promet i emisije štetnih tvari

Čisti zrak (koji je zapravo plinska smjesa dušika ( $N_2$ ) 78% volumena i kisika ( $O_2$ ) 21% volumena, određene količine plemenitih plinova, ugljik (IV) oksida ( $CO_2$ ) i metana, dušičnih oksida ( $NO_x$ ), vodika ( $H_2$ ), vodene pare i raznih ugljikovodika) se stalno onečišćuje raznim plinovima, krutim česticama i toplinom što mu mijenja kemijski sastav. Atmosfera ima važnu ulogu zbog toga što osigurava kisik za disanje, ugljični dioksid za fotosintezu, ozonski sloj za zaštitu od ultraljubičastih zraka, izolira zemlju od hladnoće svemira i stvara padaline. Sastojci atmosfere imaju velik utjecaj na čovjekov okoliš jer su neki toksični, drugi su radioaktivni pa mogu utjecati na klimu, a tragovi čestica utječu na stvaranje naoblake i intenziteta padalina.

Klasični onečišćivači zraka mogu se podijeliti u pet štetnih skupina:

- sumporni spojevi nastali izgaranjem fosilnih goriva
- ugljik (II) oksid (CO)
- dušični oksidi ( $NO_x$ )
- ugljikovodici
- čađa, čestice, aerosol

One onečišćivače koji su nastali iz prirodnih izvora nazivamo primarnima, dok one nastale iz međusobnih reakcija sastojaka zraka nazivamo sekundarnima. Primarni onečišćivači zraka najviše su prisutni u gusto naseljenim mjestima s puno motornih vozila, a nastaju zbog velike zastupljenosti motornim vozilima, nepovoljnih uvjeta rada motora i slabe cirkulacije zraka.<sup>13</sup> U tablici koja slijedi prikazano je smanjenje emisija glavnih onečišćujućih tvari zraka u cestovnom prometu u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu.

---

<sup>13</sup> Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999., str. 17.

Tablica 1. Smanjenje emisija onečišćivača zraka u cestovnom prometu u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu

NAZIV ŠTETNIH TVARI	[%] U CESTOVNOM PROMETU
Ugljični monoksid (CO)	83
Dušični oksid (NO <sub>x</sub> )	35
Nemetanske hlapljive organske tvari (NMVOC)	83
Sumporovi oksidi (SO <sub>x</sub> )	36
Krute čestice (PM <sub>10</sub> )	27

Izvor: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-3>, 1.9.2016.

### 3.1. Ugljik (II) oksid (CO)

Ugljični monoksid je jedan od najčešćih onečišćujućih tvari u atmosferi. Nema boje ni mirisa i vrlo je slabo topljiv u vodi. Godišnje emisije ugljičnog monoksida u atmosferu procjenjuju se na 2600 milijuna tona, od čega je 60% proizvedeno ljudskom aktivnošću, a ostalih 40% je uzrokovano prirodnim pojavom (npr. šumski požari). Antropogena emisija ugljičnog monoksida uzrokovana je nepotpunim izgaranjem tvari bogatih ugljikom. Najveći dio tih emisija odnosi se na motorna vozila.

Putem disanja, ugljični monoksid ulazi u ljudsko tijelo gdje se spaja s hemoglobinom, te smanjuje sposobnost hemoglobina da prenosi kisik. Visoke koncentracije ugljikovog monoksida imaju negativan i štetan utjecaj na ljudsko tijelo.<sup>14</sup> U tablici 2. prikazano je smanjenje emisije ugljikovog monoksida Europske unije u cestovnom prometu u razdoblju od 1990. godine do 2013. godine, gdje je vidljivo da emisije ugljikovog monoksida u 2013. godini iznose 17,9% u odnosu na 1990. godinu.

<sup>14</sup><http://vrijeme.hr/kz/zrak.php?id=polutanti&param=CO>, 21.7.2016.

Tablica 2. Smanjenje emisije ugljikovog (II) oksida u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu

GODINA	ŠTETNA TVAR	EMISIJA [%]
1990.	CO (ugljikov monoksid)	100
1991.	CO (ugljikov monoksid)	96,6
1992.	CO (ugljikov monoksid)	92,6
1993.	CO(ugljikov monoksid)	88
1994.	CO (ugljikov monoksid)	80,1
1995.	CO (ugljikov monoksid)	79
1996.	CO (ugljikov monoksid)	76,2
1997.	CO (ugljikov monoksid)	70,8
1998.	CO (ugljikov monoksid)	66,6
1999.	CO (ugljikov monoksid)	61,8
2000.	CO (ugljikov monoksid)	54,2
2001.	CO (ugljikov monoksid)	50,6
2002.	CO (ugljikov monoksid)	46,4
2003.	CO (ugljikov monoksid)	42,9
2004.	CO (ugljikov monoksid)	39,8
2005.	CO (ugljikov monoksid)	34,9
2006.	CO (ugljikov monoksid)	31,5
2007.	CO (ugljikov monoksid)	28,3
2008.	CO (ugljikov monoksid)	25,7
2009.	CO (ugljikov monoksid)	23,2
2010.	CO (ugljikov monoksid)	21,2
2011.	CO (ugljikov monoksid)	21,2
2012.	CO (ugljikov monoksid)	19,5
2013.	CO (ugljikov monoksid)	17,9

Izvor: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-3>, 1.9.2016.

### 3.2. Ugljikovodici (CH)

Ugljikovodici su produkti nepotpunog izgaranja. Sastojci su goriva, koje bi u potpunosti trebalo izgorjeti, ali se u realnim uvjetima izgaranja to nikada ne dogodi, pa se mogu u većoj ili manjoj količini naći u ispušnom plinu motornih vozila. Najmanja koncentracija ugljikovodika se postiže u području blago siromašne smjese, a što je smjesa bogatija, to je njihova koncentracija veća. Također, i u području izrazito siromašne smjese njihova se koncentracija povećava.

Ugljikovodici djeluju na središnji živčani sustav te imaju narkotičko djelovanje. Niskomolekularni ugljikovodici, koji se nalaze u ispušnim plinovima benzinskih motora, djeluju nadražujuće, dok su visokomolekularni ugljikovodici, koje nalazimo kod dizelskih

motora, toksični. Ako ugljikovodici pri izgaranju ne oksidiraju, mogu nastati razni toksični aromatski spojevi (najotrovniji je benzen koji može uzrokovati rak krvi i kostiju te razne tumore).<sup>15</sup>

### 3.3. Dušični oksidi (NO<sub>x</sub>)

Oni nastaju izgaranjem goriva u motorima s unutrašnjim izgaranjem pri visokim temperaturama. S obzirom na to da je količina dušika u zraku vrlo velika (oko 78 %), a u trenutku eksplozije u motoru vlada visoki pritisak i temperatura (oko 2000 stupnjeva Celzijevih), nastaju i dušični oksidi. Prvi se stvara NO, a za vrijeme izgaranja uz višak kisika i NO<sub>2</sub> koji nastaje u ispušnom plinu i vrlo je otrovan.

Na stvaranje količine dušičnih oksida utječu sljedeći čimbenici:

- odnos zrak / gorivo u reakcijskoj zoni (smanjenjem viška zraka smanjuje se i emisija dušičnih oksida)
- temperatura u reakcijskoj zoni
- vrijeme zadržavanja plina u reakcijskoj zoni (što je vrijeme zadržavanja kraće, niže su vrijednosti dušičnih oksida)

Najotrovniji dušični oksid je NO<sub>2</sub>. Brzo prodire u pluća gdje se spaja s hemoglobinom proizvodeći spojeve koji blokiraju njegovu normalnu funkciju. U prisutnosti CO, NO<sub>2</sub> izaziva smrtna trovanja.<sup>16</sup> U tablici 3. prikazano je smanjenje emisije dušičnih oksida Europske unije u cestovnom prometu u razdoblju od 1990. godine do 2013. godine, gdje je vidljivo da emisije dušičnih oksida u 2013. godini iznose 64,5% u odnosu na 1990. godinu.

---

<sup>15</sup>[https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwis4-nHgYTOAhXIPhQKHUKEC3QQFgggMAA&url=https%3A%2F%2Fbib.irb.hr%2Fdatoteka%2F542221.SUSTAVI\\_ZA\\_REDUKCIJU\\_EMISIJE\\_ISPUNIH\\_PLINOVA\\_MOTORNIH\\_VOZILA.doc&usg=AFQjCNEgN4KgvG6UcB4xIAPdtybOepKqBA&bvm=bv.127521224,d.d24&cad=rja](https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwis4-nHgYTOAhXIPhQKHUKEC3QQFgggMAA&url=https%3A%2F%2Fbib.irb.hr%2Fdatoteka%2F542221.SUSTAVI_ZA_REDUKCIJU_EMISIJE_ISPUNIH_PLINOVA_MOTORNIH_VOZILA.doc&usg=AFQjCNEgN4KgvG6UcB4xIAPdtybOepKqBA&bvm=bv.127521224,d.d24&cad=rja), 21.7. 2016.

<sup>16</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999., str. 28.,29.

Tablica 3. Smanjenje emisije NO<sub>x</sub> u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu

GODINA	ŠTETNA TVAR	EMISIJA [%]
1990.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	100
1991.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	98,3
1992.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	99,3
1993.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	98,1
1994.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	94,4
1995.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	96,1
1996.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	96,2
1997.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	95,1
1998.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	95
1999.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	93,2
2000.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	91,2
2001.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	88,8
2002.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	85,9
2003.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	85,7
2004.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	86,3
2005.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	84
2006.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	84,5
2007.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	84,1
2008.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	80,2
2009.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	74,7
2010.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	72,4
2011.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	72
2012.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	68,1
2013.	NO <sub>x</sub> (dušični oksidi)	64,5

Izvor: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-3>, 1.9.2016.

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

Sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>) nastaje izgaranjem fosilnih goriva koja sadrže sumpor i glavni je uzrok onečišćenja zraka u mnogim dijelovima svijeta. Iako se SO<sub>2</sub> u okolišu pojavljuje i iz prirodnih izvora (npr. vulkani), najveći izvori njegovih emisija u Europi su upravo antropogene aktivnosti.<sup>17</sup> Nalazi se u ispušnim plinovima, posebice kod dizelskih motora. Otrovan je jer vrlo štetno djeluje na ljudske organe. U atmosferi reagira s ozonom, vodikovim peroksidom, vodenom parom, stvarajući sumpornu kiselinu. Sumporov dioksid također je i glavni uzročnik nastajanja tzv. kiselih kiša.<sup>18</sup>

<sup>17</sup>[www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=4625](http://www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=4625), 1.9.2016.

<sup>18</sup>[http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/4.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/4.pdf), 21.7.2016.



Kratkotrajna izloženost sumporovom dioksidu može naškoditi čovjekovom dišnom sustavu i otežati disanje. Djeca, starije osobe, kao i oni koji pate od astme posebno su osjetljivi na učinke sumporovog dioksida. Emisije sumporovog dioksida koje dovode do visokih koncentracija sumporovog dioksida u zraku obično mogu dovesti do formiranja drugih sumporovih oksida (SO<sub>x</sub>).<sup>19</sup> U tablici 4. prikazano je smanjenje emisije sumporovih oksida Europske unije u cestovnom prometu u razdoblju od 1990. godine do 2013. godine, gdje je vidljivo da emisije sumporovih oksida u 2013. godini iznose 64,2% u odnosu na 1990. godinu.

Tablica 4. Smanjenje emisije sumporovih oksida u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu

GODINA	ŠTETNA TVAR	EMISIJA [%]
1990.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	100
1991.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	96,5
1992.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	96,9
1993.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	100,6
1994.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	96,2
1995.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	91
1996.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	91,4
1997.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	89,2
1998.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	94,4
1999.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	90,3
2000.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	88,2
2001.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	91,4
2002.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	87,7
2003.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	93,9
2004.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	97,1
2005.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	94,9
2006.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	97
2007.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	98,2
2008.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	87,3
2009.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	82,7
2010.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	75,2
2011.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	75,8
2012.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	73
2013.	SO <sub>x</sub> (sumporovi oksidi)	64,2

Izvor: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-3>, 1.9.2016.

<sup>19</sup><https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects>, 1.9.2016.

## 4. Zakonska regulativa glede smanjenja štetnih tvari

Prilikom izgaranja goriva u motorima cestovnih vozila nastaju ispušni plinovi koji sadrže više od stotinu različitih spojeva štetnih za okoliš i ljudsko zdravlje. S obzirom na to, teži se smanjenju emisija štetnih komponenata u ispušnim plinovima automobila. Sadašnje i buduće granice dopuštene emisije ovise o pojedinoj državi, zajednici ili čak gradu koji donosi takve propise. Odgovarajuće institucije vode se pri donošenju propisa stanjem zraka na svom području koje ovisi o prometu, geografskom položaju i zračnim strujama<sup>20</sup>. Homologacijskim propisima (u Europi ECE – pravilnici 1 i EEC – smjernice 2) određene su dopuštene granice emisija štetnih tvari i propisane metode ispitivanja štetnih sastojaka (primjerice ugljikovog monoksida (CO), ugljikovodika(HC), dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>)).

U početku je u Europi u ispušnim plinovima automobilskih motora bila ograničena samo emisija ugljikovog monoksida, od 1970. godine ograničena je i emisija ugljikovodika. Od 1977. godine ograničena je emisija dušičnih oksida, a od 1988. godine je ograničena i količina PM čestica kod dizelskih motora. Od 1992. godine pojedine razine dopuštenih emisija štetnih tvari nose naziv Euro. U tablici koja slijedi prikazane se maksimalne dopuštene količine pojedinih štetnih tvari (tablica 5.).<sup>21</sup>

Dok je između 1990. i 2004. godine Europska unija smanjila emisiju stakleničkih plinova za oko 5%, u istom razdoblju se emisija CO<sub>2</sub>, kao posljedica cestovnog prometa, povećala za 26%. Vijeće za okoliš EU podržava cilj kojim se porast globalne temperature ograničuje na maksimalnih 2°C u odnosu na predindustrijsko doba. U skladu s time, Europska unija postavila je cilj smanjenja emisija za 20% u 2020. godini u odnosu na 1990. godinu s time što je spremna smanjiti emisije i do 30% ako to učine druge industrijalizirane države. Hrvatska treba također slijediti trend smanjenja emisija iz prometnog sektora i usvojiti mjere oporezivanja i poreznih olakšica kako bi se vozni park učinio ekološki prihvatljivijim.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999., str. 68.

<sup>21</sup><http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjv6YLikYTOAhXBPxQKH eFKLkQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcaj.srce.hr%2Ffile%2F63995&usg=AFQjCNFcVrd6IEpwpjINs2DehfPG KO3Bhw&bvm=bv.127521224,d.bGs>, 21.7.2016.

<sup>22</sup>Golubić, J., Vogrin, Z., Kaštela, S.: Smjernice razvoja zakonskih propisa glede emisija štetnih i neštetnih tvari iz prometa u EU, 2012.

Tablica 5. Maksimalne dopuštene količine (g/km) pojedinih štetnih tvari u ispuhu motora vozila kategorije M1

	Stupanje na snagu	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Dieselovi motori</b> (g/km)						
Euro 1	1992./07.	3,16	-	1,13	-	0,18
Euro 2, IDI	1996./01.	1,00	-	0,70	-	0,08
Euro 2, DI	1996./01.	1,00	-	0,90	-	0,10
Euro 3	2000./01.	0,64	-	0,56	0,50	0,05
Euro 4	2005./01.	0,50	-	0,30	0,25	0,025
Euro 5	2009./09.	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6	2014./09.	0,50	-	0,17	0,08	0,005
<b>Ottovi motori</b> (g/km)						
Euro 1	1992./07.	3,16	-	1,13	-	-
Euro 2	1996./01.	2,20	-	0,50	-	-
Euro 3	2000./01.	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro 4	2005./01.	1,00	0,10	-	0,08	-
Euro 5	2009./09.	1,00	0,10	-	0,06	0,005
Euro 6	2014./09.	1,00	0,10	-	0,06	0,005

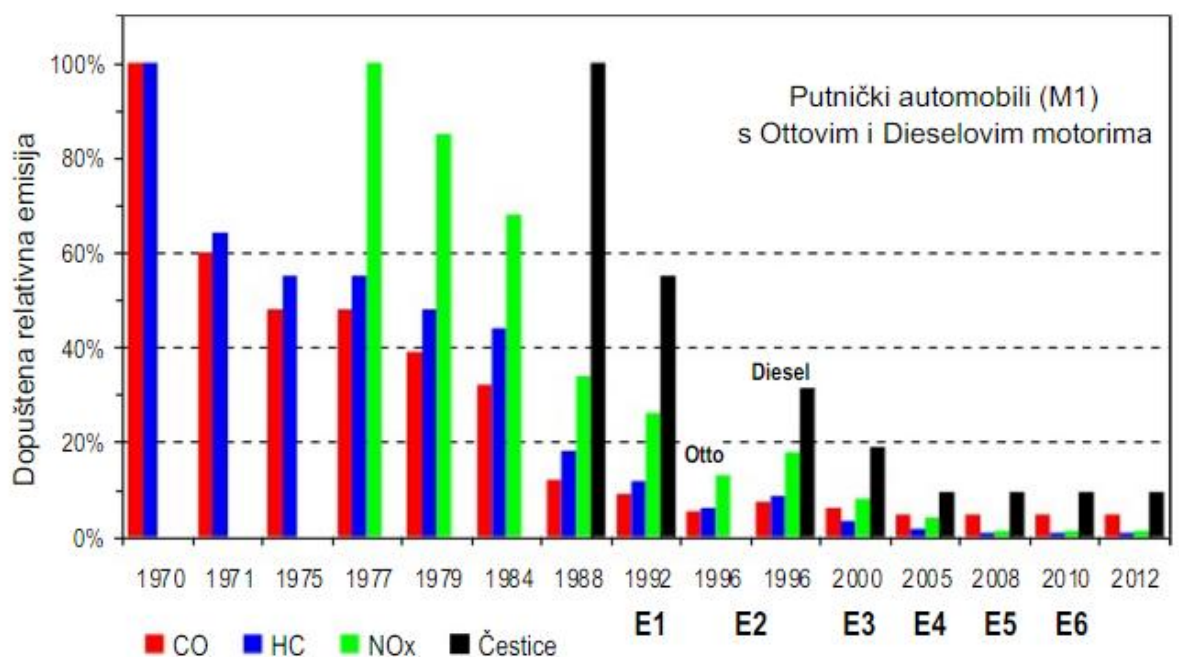
Izvor: Goran Šagi, Rudolf Tomić, Petar Ilinčić, Razvoj propisa o dopuštenim emisijama štetnih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem, znanstveni rad, 2009, Zagreb

Najstrože granice uvijek postavlja država Kalifornija u SAD-u. ostale države SAD-a, a zatim i neke europske države te Europska ekonomska zajednica prihvaćaju te granice s određenim vremenskim zaostajanjem. Iz toga proizlazi da kalifornijski propisi zapravo predstavljaju putokaz kretanja propisa o dopuštenoj emisiji u budućnosti.

#### 4.1. Propisi u EU

U Europi su se znatno smanjile emisije brojnih onečišćivača zraka tijekom proteklih desetljeća, što je dovelo do poboljšane kvalitete zraka u cijeloj regiji. Ipak, koncentracije onečišćivača zraka su još uvijek previsoke i problemi kvalitete zraka nisu uklonjeni. Značajan udio europskog stanovništva živi na područjima, pogotovo u gradovima, gdje se prekoračuju standardi kvalitete zraka: onečišćenje ozonom, dušičnim dioksidom i lebdećim česticama ozbiljne su prijetnje zdravlju. Nekoliko je zemalja prekoračilo jednu ili više graničnih vrijednosti emisija iz 2010. godine za četiri velika onečišćivača zraka. Stoga je smanjenje onečišćenja zraka i dalje važno.

Dugoročni je cilj Europske unije postići razine kvalitete zraka koje ne ugrožavaju i ne utječu negativno na ljudsko zdravlje i okoliš. Europska unija nastoji na različite načine smanjiti onečišćenje zraka: putem zakonodavstva, suradnjom sa sektorima koji su odgovorni za onečišćenje zraka te međunarodnim, nacionalnim i regionalnim tijelima i nevladinim organizacijama te putem istraživanja. Cilj je politika Europske unije smanjiti emisije i postaviti ograničenja i ciljne vrijednosti kvalitete zraka radi smanjenja izloženosti onečišćenom zraku. Krajem 2013. Europska komisija donijela je prijedlog paketa o kvaliteti zraka koji obuhvaća nove mjere za smanjenje onečišćenja zraka.<sup>23</sup> U grafikonu 1. prikazano je smanjivanje dopuštenih štetnih emisija u Europskoj uniji. Oznake E1, E2, E3, E4, E5 i E6 predstavljaju euro norme.



Grafikon 1. Smanjivanje dozvoljenih štetnih emisija u Europskoj uniji

Izvor: Mahalec, I., Lulić, Z., Kozarac, D.: *Motori s unutarnjim izgaranjem*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2010.

U Europi je isprva bila ograničena samo emisija ugljikovog monoksida, a od 1970. godine i emisija ugljikovodika. Od 1977. godine počinje se ograničavati emisija dušikovih oksida. Od 1988. godine ograničena je količina čestica kod dizelskih motora. Nakon toga pojedine razine dozvoljenih štetnih emisija dobile su naziv *Euro*. Emisija štetnih tvari iz vozila

<sup>23</sup><http://www.eea.europa.eu/hr/themes/air/intro>, 23.8.2016.

regulira se za laka vozila (u koja spadaju osobni automobili i laka komercijalna vozila) i teška teretna vozila (u koja spadaju kamioni i autobusi), a prema EU regulativi skraćeno se označava s EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4, EURO 5, EURO 6. Standardima se ograničava emisija ugljikovog monoksida (CO), ugljikovodika (HC), dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>) i čestica (PM).

U tablici 6. prikazana je tablica koja prikazuje euro norme za benzinske i dizelske motore za laka vozila (do 3,5 t).

Tablica 6. Euro norme emisija za dizelske i benzinske motore (g/km)

Tier	Date	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Diesel</b>						
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2, DI	1996.01 <sup>a</sup>	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro 5	2009.09 <sup>b</sup>	0.50	-	0.23	0.18	0.005 <sup>e</sup>
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 <sup>e</sup>
<b>Petrol (Gasoline)</b>						
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro 5	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.10 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>

Izvor: <http://www.expeditionportal.com/forum/threads/25516-World-Travel-The-Fuel-Challenge>, 23.8.2016.

## 4.2. Propisi u Republici Hrvatskoj

Zemlje članice EU prema direktivi europske energetske politike obavezne su do 2020. godine ispuniti definirane ambiciozne ciljeve vezane uz povećanje energetske učinkovitosti,

korištenje obnovljivih izvora energije te smanjenje emisije ugljikovog dioksida od 20%. U skladu s navedenim, EU je 29. siječnja 2008. godine pokrenula ambicioznu inicijativu Sporazum gradonačelnika u koju je do danas uključeno 1 779 gradova iz svih dijelova Europe, a interes za pristupanjem novih gradova je iznimno velik. Sporazum gradonačelnika (Covenant of Mayors) je odgovor naprednih europskih gradova na izazove globalne promjene klime te prva i najambicioznija inicijativa Europske komisije koja izravno cilja na lokalne vlasti i građane kroz njihovo aktivno uključivanje u borbu protiv globalnog zatopljenja. Potpisivanjem Sporazuma, gradonačelnici se obvezuju na provedbu konkretnih mjera energetske učinkovitosti kojima će u konačnici do 2020. godine smanjiti emisije CO<sub>2</sub> u svom gradu za više od 20%.<sup>24</sup>

Obaveza koja proizlazi iz navedene inicijative je izrada Akcijskog plana energetske održivog razvitka grada-SEAP (Akcijski plan) za gradove potpisnike koji treba biti dostavljen Europskoj komisiji unutar razdoblja od jedne godine. SEAP je dokument u kojem gradovi u Republici Hrvatskoj po prvi puta analiziraju svoju energetske potrošnju. Iskustvo govori da je upravo analiza trenutne potrošnje izrazito važna jer mnogi hrvatski gradovi nemaju nikakvu kontrolu nad energetske situacijom. Osim toga u SEAP-u se po prvi puta sustavno definiraju mjere i aktivnosti koje su provedive i primjenjive u specifičnim lokalnim uvjetima i čija primjena dovodi do smanjenja emisija ispušnih plinova za 20 ili više posto do 2020. godine. Akcijski plan se fokusira na dugoročne pretvorbe energetske sustava unutar gradova te daje mjerljive ciljeve i rezultate vezane uz smanjenje potrošnje energije i emisija CO<sub>2</sub>. U Hrvatskoj do sad je 12 gradova pristupilo Sporazumu gradonačelnika – Duga Resa, Ivanić-Grad, Jastrebarsko, Karlovac, Klanjec, Ozalj, Pregrada, Rijeka, Sisak, Velika Gorica, Zagreb i Zaprešić. SEAP je izrađen za tri grada – Zagreb, Ivanić-Grad i Rijeku, a u pripremi je izrada za Zaprešić, Veliku Goricu, Samobor i druge gradove.<sup>25</sup>

Zaštita zraka na području Republike Hrvatske uređena je Zakonom o zaštiti okoliša (Narodne novine, broj 80/2013, 78/15), Zakonom o zaštiti zraka (Narodne novine, broj 130/11, 47/14) te nizom provedbenih propisa donesenih na temelju tih zakona. Republika Hrvatska postala je 8. Listopada 1992. godine stranka vrlo važne međunarodne konvencije koja se odnosi na očuvanje okoliša i ljudskog zdravlja. To je Konvencija o dalekosežnom

---

<sup>24</sup>Domac, J., Djukić, S., Šegon, V., Kolega, V.: Akcijski plan održivog korištenja energije (SEAP) kao važan dokument za smanjenje emisije stakleničkih plinova u gradovima, 2010.

<sup>25</sup>Ibid.

prekograničnom onečišćenju zraka koja datira iz 1979. godine tzv. CLRTAP (The Convention on Long – range Transboundary Air Pollution). U sklopu CLRTAP konvencije donesen je Protokol Konvencije o zajedničkom praćenju i procjeni dalekosežnog prekograničnog prijenosa onečišćujućih tvari u Europi tzv. EMEP (The European Monitoring and Evaluation Programme). Time je Republika Hrvatska postala obvezna izrađivati svoje godišnje proračune o emisiji onečišćujućih tvari u zrak na području države. Izvješća o emisijama onečišćujućih tvari u zrak u CLRTAP Konvenciju Republika Hrvatska redovito dostavlja od 2001. godine. Trenutno CLRTAP Konvencija broji 51 člana potpisnika.<sup>26</sup>

Hrvatska agencija za okoliš i prirodu zadužena je od strane Ministarstva za zaštitu okoliša i prirode za prikupljanje, analiziranje i prikaz podataka o emisijama onečišćujućih tvari u zrak te izradu izvješća o stanju okoliša na području Republike Hrvatske. Izvješća se izrađuju temeljem dostupnih podataka o stanju okoliša. Emisija onečišćujućih tvari prvi put je određena za 1990. godinu, uključivanjem Republike Hrvatske u europski projekt baze podataka onečišćivača zraka CORINAIR (Core Inventory of Air Emissions). Republika Hrvatska je kao članica Europske unije te potpisnica LRTAP Konvencije dužna poštovati određene norme, zahtjeve i planove koji su određeni u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja i okoliša.<sup>27</sup>

Motorna vozila klasificiraju se tzv. Euro normama. Značenje Euro norme očituje se u zakonskoj zabrani emisije štetnih plinova koja je veća od propisane. Sukladno s time, motori koji ne ispunjavaju Euro normu jednostavno se više ne smiju proizvoditi. Europska unija je u lipnju 1992. godine donijela vrlo važnu zakonsku direktivu koja po prvi puta strogo definira dopuštene emisije štetnih ispušnih plinova iz motornih vozila. Među štetne ispušne plinove koji podliježu zakonskom ograničenju sukladno Euro normama spadaju:

- ugljični monoksid (CO)
- dušični oksidi (NO<sub>x</sub>)
- ne-metanski ugljikovodici (NMHC)
- sumporni oksidi (SO<sub>x</sub>)
- krute čestice (PM)<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup>Emisije onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske“, Agencija za zaštitu okoliša, 2001. 2013. godine, (<http://www.azo.hr/EmisijaOneciscujucihTvari>, 23.8.2016.)

<sup>27</sup>Ibid.

<sup>28</sup><https://www.dieselnet.com/>, 23.8.2016.

Euro 1 normu (standard) za motorna vozila donijelo je Vijeće Europske unije 26. lipnja 1992. godine. Takva vrsta direktive Europske unije koja se odnosi na njene članice po prvi je puta ograničila emisiju štetnih tvari u ispušnim plinovima motornih vozila. Spojevi poput ugljičnog monoksida, dušičnih oksida, ne-metanskih ugljikovodika, sumpornih oksida i krutih čestica dobivaju svoja zakonska ograničenja u emisijama ispušnih plinova.

Euro 2 norma donesena je u siječnju 1996. godine, a stupajući na snagu godinu dana kasnije donosi još strože kriterije u vezi ispušnih plinova dizel i benzinskih motora. Za Euro 2 normu specifično je da prepoznaje razliku u ispuhu dizel i benzinskog motora te sukladno s time postavlja različite granične vrijednosti za emisiju ispušnih plinova.

Euro 3 norma koja stupa na snagu u siječnju 2001. godine, postavlja granice za plinove koji do tada nisu bili u sferi ograničavanja. Euro 3 norma po prvi puta ograničava emisiju dušičnih oksida ( $\text{NO}_x$ ).

Euro 4 norma stupa na snagu u siječnju 2006. godine te opet donosi strože kriterije za proizvođače motornih vozila. Granične vrijednosti emisija onečišćujućih plinova poput dušičnih oksida te njihovih spojeva s ugljikovodicima smanjuju mogućnost dopuštene emisije za skoro 50%. Također, dopuštena emisija krutih čestica u ispuhu dizel motora prepolavlja se sa 0.05 g/km na 0.025 g/km.

Godine 2009. Europska unija donosi novu direktivu koja definira Euro 5 standard za motorna vozila. Euro 5 standard podijeljen je na kategoriju a i b, ovisno o vrsti motora na koji se primjenjuje. Stupanjem na snagu 2011. godine standard Euro 5b ograničava PN (Particle number) kod dizel motora na  $6 \cdot 10^{11}$  dopuštene vrijednosti. Također, Euro 5 standard uvodi ograničenje emisije ne-metanskih ugljikovodika na 0.068 g/km.

Najnoviji standard koji propisuje Europska unija je Euro 6. Posljednja direktiva usvojena je 2014. godine te je stupila na snagu u rujnu 2015. godine. Euro 6 standard odlikuje se najstrožim ograničenjem emisije štetnih plinova do sada te ograničava PN i kod benzinskih motora. Euro 6 standard propisuje dosad najstrože granične vrijednosti ispušnih



plinova motornih vozila. Dopuštena emisija dušičnih oksida smanjena je za 75% u odnosu na Euro 5 standard.<sup>29</sup>

### 4.3. Propisi u SAD-u

Sjedinjene Američke Države, posebice Kalifornija, prethodnica su u ograničenju emisije štetnih tvari iz prometa motornih vozila krajem 60-ih godina prošloga stoljeća. Kao što je napomenuto, Kalifornija je država koja uvijek postavlja najstrože granice u SAD-u. Iz toga proizlazi da kalifornijski propisi predstavljaju putokaz kretanja propisa o dozvoljenoj emisiji u budućnosti. Samim time postoji dugoročni program uvođenja novih vozila u promet koja će s vremenom imati sve niže emisije. Ta su vozila programski nazvana specifičnim nazivima:

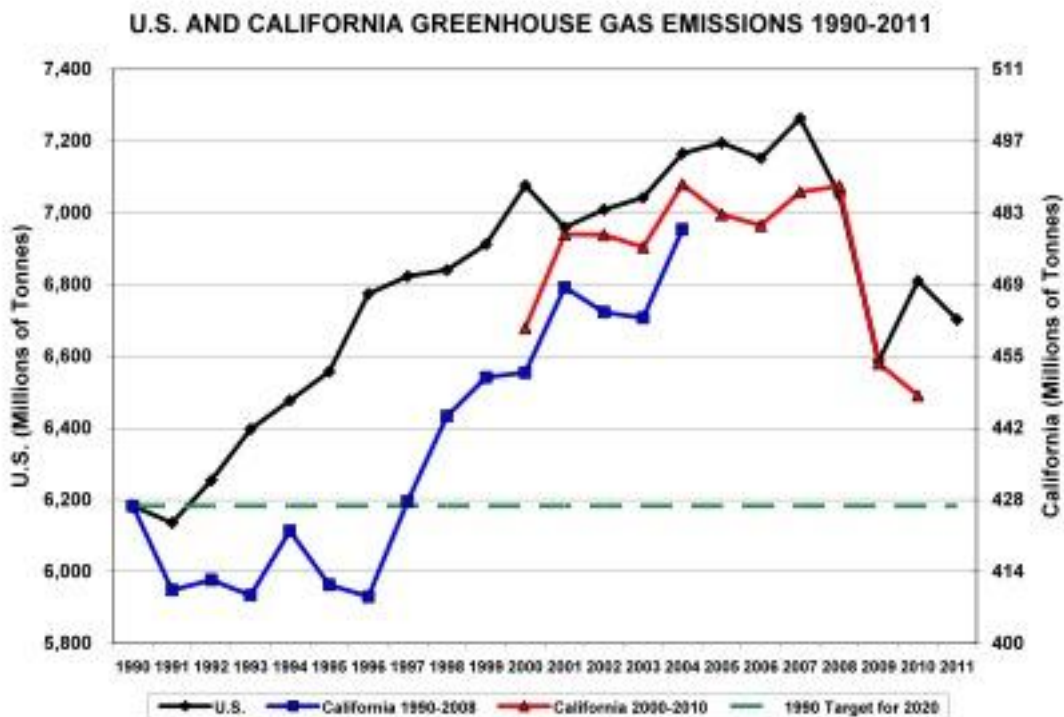
- TLEV (Transitional – Low – Emission Vehicles): dozvoljene granice emisije po ovoj kategoriji uvedene su 1994. godine. Cilj je bio smanjiti emisiju komponenata koje doprinose stvaranju ozona (razni ugljikovodici). Većina novih vozila mogla je ispuniti propisane zahtjeve bez većih preinaka
- LEV (Low – Emission Vehicles): Treba zamijeniti TLEV od 1997. godine. Propisane granice dozvoljene emisije tako su niske da zahtijevaju dodatne mjere tehničkih rješenja za smanjenje sirove emisije, povećanje učinkovitosti katalizatora i uvođenje alternativnih goriva
- ULEV (Ultra – Low – Emission Vehicles): Predviđa se postupno uvođenje od 1997. godine, ali veći udio se predviđao tek od 2000. godine. Predviđene granice dozvoljene emisije još su niže od granica LEV-a i moguće ih je dostići samo s novom tehnikom smanjivanja emisije i alternativnim gorivima
- ZEV (Zero – Emission Vehicles): Predviđa da bi se od 1998. godine počelo s 2% udjela novih vozila, čija bi emisija organskih plinova bez metana bila NMOG = 0,00 g/km (NMOG = Non – Methan Organic Gas). Udio takvih

---

<sup>29</sup><https://www.dieselnet.com/>, 23.8.2016.

vozila trebao bi se povećati na 5% od 2001. godine, a na 10% od 2003. godine<sup>30</sup>

Grafikon 2. predstavlja emisije stakleničkih plinova u SAD-u i Kaliforniji u razdoblju od 1990. do 2011. Godine. Crnom bojom označena je emisija SAD-a, plavom bojom emisija Kalifornije u razdoblju od 1990. do 2003. Godine, crvenom bojom emisija Kalifornije u razdoblju od 2000. do 2010. godine, dok isprekidana zelena crta predstavlja ciljanu razinu emisije za 2020. godinu.



Grafikon 2. Emisije Stakleničkih plinova SAD-a i Kalifornije u razdoblju od 1990. do 2011. godine  
Izvor: <http://reason.org/news/show/does-california-really-need-major>, 23.8.2016.

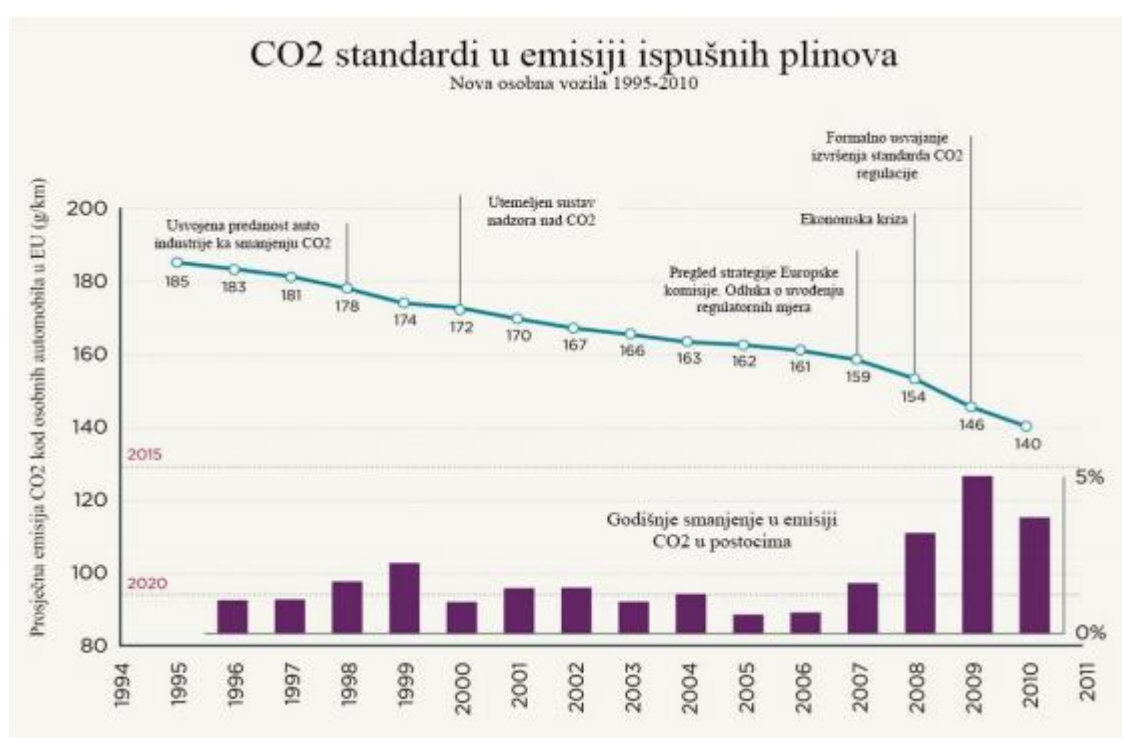
Istraživanje koje je provela EPA (Environmental Protection Agency) u Sjedinjenim Američkim Državama pokazalo je da redovite kontrole ponašanja ispušnog sustava u prometu i odgovarajuće podešavanje i servisiranje vozila će bitno više pridonijeti čistoći zraka (do 30%) nego sama pooštrenja zakonskih propisa koja vrijede za nova vozila i koja će se teško moći ostvariti u praksi.<sup>31</sup>

<sup>30</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb, 2006., str. 68.

<sup>31</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb, 2006., str. 81

## 5. Strategije EU glede CO2 emisije

S obzirom na činjenicu da je promet odgovoran za više od 26% ukupnih emisija CO<sub>2</sub> (samo osobna vozila više od 12%) i budući da je to sektor u kojemu i dalje, usprkos smanjenju emisija stakleničkih plinova u razdoblju od 1990. do 2004. za skoro 5%, povećala se emisija CO<sub>2</sub> kao posljedica cestovnog prometa za čak 26%, potrebno je bilo poduzeti hitne mjere regulatorne i ekonomske naravi.<sup>32</sup> U grafikonu 3. prikazani su CO<sub>2</sub> standardi u emisiji ispušnih plinova u razdoblju od 1995. do 2010. godine.



Grafikon 3. CO<sub>2</sub> standardi u emisiji ispušnih plinova

Izvor: [http://repozitorij.fsb.hr/2949/1/18\\_09\\_2014\\_Zavrzni\\_rad\\_Mandic\\_final.pdf](http://repozitorij.fsb.hr/2949/1/18_09_2014_Zavrzni_rad_Mandic_final.pdf), 2.9.2016.

### 5.1. Kyoto protokol

Punim nazivom „Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change“ je međunarodni ugovor, nazvan po japanskom gradu Kyotu u kojemu je ugovor usvojen u prosincu 1997. godine. Ima za cilj smanjiti emisiju plinova koji pridonose

<sup>32</sup>Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

globalnom zagrijavanju. Na snazi je od 2005. godine, a pozvao je na smanjenje emisija šest stakleničkih plinova u 41 zemlji plus u Europskoj uniji za 5,2% ispod razine iz 1990. godine za vrijeme „obvezujućeg razdoblja“ 2008. do 2012. godine.

Protokol iz Kyota je usvojen kao prvi dodatak uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (eng. United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) međunarodnog ugovora koji je počinio svoje potpisnice za razvoj nacionalnih programa za smanjenje emisija stakleničkih plinova poput: ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dušikovog oksida (N<sub>2</sub>O), perfluorugljika (PFC), fluorugljikovodika (HFC) te sumporovog heksafluorida (SF<sub>6</sub>).<sup>33</sup>

Europska unija je protokolom iz Kyota preuzela cilj smanjenja emisija za 8%, s tim što su internom shemom dogovorene različite obveze za pojedine države. Prema podacima Europske agencije za okoliš EEA (European Environment Agency) udio emisija Europske unije 2003. godine iznosio je 14% ukupne globalne emisije stakleničkih plinova. U državama Europske unije je 2005. godine 19% ukupne emisije stakleničkih plinova dolazilo od prometa. Da bi se ovaj iznos umanjio, EU je Direktivom 2003/30 propisala da se do 2010. 5,75% fosilnih goriva u prometu treba zamijeniti gorivima iz obnovljenih izvora, a udruženje europskih proizvođača automobila ACEA, postavilo je cilj za 2015. godinu od 130 g/km CO<sub>2</sub>.<sup>34</sup>

Nakon nekoliko godina pregovora, na Konferenciji o klimatskim promjenama u Dohi, Katar, stranke su se složile proširiti Protokol iz Kyota do 2020. godine. Tamo su se zemlje aneksa B (Australija, Austrija, Belgija, Bugarska, Kanada, Hrvatska, Češka Republika, Danska, Estonija, Finska, Francuska (uključujući Monaco), Njemačka, Grčka, Mađarska, Island, Irska, Italija (uključujući i San Marino), Japan, Latvija, Litva, Luksemburg, Nizozemska, Novi Zeland, Norveška, Poljska, Portugal, Rumunjska, Ruska Federacija, Slovačka, Slovenija, Španjolska, Švedska, Švicarska (uključujući Lihtenštajn), Ukrajina, Ujedinjeno Kraljevstvo, Sjedinjene Američke Države) složile smanjiti emisije do 2020. godine za 18% u usporedbi s razinama iz 1990. godine. Europska unija obvezala se na smanjenje emisija od 20%. Od 2020. godine,

---

<sup>33</sup><https://www.britannica.com/event/Kyoto-Protocol>, 19.8.2016.

<sup>34</sup>Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

međunarodni sporazum o klimi koji sadrži obavezna smanjenja emisija za sve zemlje, stupiti će na snagu.<sup>35</sup>

## **5.2. Strategije za smanjenje emisija CO<sub>2</sub> iz osobnih automobila i lakih komercijalnih vozila**

Na kraju 2013. godine, Europski parlament i Vijeće Europske unije postigli su dogovor u vezi dva regulatorna prijedloga koja će se obavezno implementirati u emisijske ciljeve za smanjenje CO<sub>2</sub> 2020. godine za nove automobile i laka gospodarska vozila u Europskoj uniji. Emisijski standardi osobnih automobila su 95 g / km CO<sub>2</sub>, koji će se postupno uvoditi s ciljem od 95% vozila u 2020. godini, a 100% vozila očekuje se 2021. Godine. Za laka gospodarska vozila emisijski standardi su 147 g / km CO<sub>2</sub> za 2020. godinu.<sup>36</sup>

EKO vožnja jedan je od načina kako zaštitite okoliša, tako i uštede goriva. Ono je jedan moderni, novi stil vožnje, a temelji se na povećanju brige o svijesti očuvanja okoliša. EKO vožnja omogućuje prije svega uštedu u potrošnji goriva, a s obzirom na tu činjenicu same emisije štetnih tvari su niže. Načini kojima se štedi EKO vožnjom su sljedeće:

- Pravodobno planiranje putovanja
- Izbjegavanje zagrijavanja motora prije polaska
- Izbjegavanje rada motora u neutralnom hodu
- Što brža promjena u višu brzinu
- Vožnja pri niskom broju okretaja motora
- Nježno ubrzavanje i usporavanje
- Pravovremeno kočenje
- Izbjegavanje naglih kočenja
- Što je moguće češće kočenje motorom
- Korištenje dodatnih uređaja i opreme u automobilu (pokazivač broja okretaja, putno računalo, tempomat, ekonometar, ograničivač brzine...)
- Racionalno korištenje klima uređaja u vozilu
- Predviđanje odvijanja prometa tijekom vožnje

---

<sup>35</sup><http://www.bmub.bund.de/en/topics/climate-energy/climate/international-climate-policy/kyoto-protocol/#>, 19.8.2016.

<sup>36</sup>[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate\\_EU-95gram\\_jan2014.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf), 19.8.2016.

- Redovito provjeravanje propisanog tlaka u pneumaticima

Da ekološki način vožnje može donijeti još veće uštede, pokazuje i izračun djelatnika programa Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) koji su sudjelovali u kampanji *Učinimo aute zelenima*. Prema tom izračunu, automobil koji u prosjeku troši 7,04 litre goriva na 100 prijeđenih kilometara, zelenom vožnjom, primjerice, provjerom pritiska u gumama, racionalnim korištenjem klima-uređaja, umjerenom brzinom vožnje te smanjenjem tereta u vozilu, potrošnju goriva može smanjiti i za 2,11 litara, odnosno za čak 30 posto. Prednosti EKO vožnje su sljedeće:

- smanjenje potrošnje goriva do 10% bez značajnijeg povećanja vremena putovanja
- ušteda novca
- smanjenje emisije CO<sub>2</sub>
- ugodna vožnje
- smanjenje stresa i agresivnosti
- poštivanje prometnih propisa
- vožnja bez novčanih kazni<sup>37</sup>

Također se radi i na uvođenju niskougličnog javnog prijevoza kao jedne od metoda smanjenja CO<sub>2</sub> ali i ostalih štetnih tvari koje emitira cestovni promet. Strategija niskougličnog razvoja (engl. Low-emission Development Strategy ili skraćeno LEDS) predstavlja inovativan strategijski dokument koji daje osnovu za političke odluke, informirana ulaganja i promjene obrasca ponašanja s ciljem značajnog smanjivanja emisija stakleničkih plinova na njenom teritoriju do 2050. godine. Za sektor prometa one iznose 20% za 2030. godinu i 54% za 2050. godinu. Glavni ciljevi su:

- niskouglični gradski promet (hibridna i električna vozila, razvijena infrastruktura za punjenje električnih vozila, razvijen biciklistički prijevoz, itd.)
- razvijen željeznički, riječni i zračni promet
- javni prijevoz u potpunosti niskougličan

---

<sup>37</sup>[http://www.instruktor-voznje.com.hr/eko\\_voznja/](http://www.instruktor-voznje.com.hr/eko_voznja/), 2.9.2016.

- takse za vozila na fosilna goriva (ekološke vinjete, naplate na osnovi potrošnje goriva)<sup>38</sup>

Jedna od strategija za smanjenje emisija štetnih plinova koju je uvela Njemačka jesu i ekološke vinjete. Ekološke zone su dijelovi gradova u kojima je ograničen promet vozilima određenih kategorija s ciljem smanjenja ispušnih plinova. Za ulazak u ekološke zone vozači moraju imati ekološku vinjetu, "Feinstaubplakette", vidljivo istaknutu na vjetrobranskom staklu vozila. Vinjeta je obvezna za sva osobna i teretna vozila, te autobuse i kampere registrirane u Njemačkoj ili u inozemstvu. Iz sustava ekoloških vinjeta izuzeti su traktori, radni strojevi i motocikli. Vinjete ne mogu dobiti vozila s dizelskim motorom registrirana prije 1. siječnja 1997. godine (EURO1 norma i klasom zagađenja 1), kao ni vozila s benzinskim motorom registrirana prije 1. siječnja 1993. godine (prije EURO1 norme i klasom zagađenja 1). CRVENA VINJETA (slika 1.) namijenjena je vozilima s dizelskim motorom proizvedenim u razdoblju od 1. siječnja 1997. do 31. prosinca 2000. godine (klasa zagađenja 2; EURO2 ili EURO1 i filterom). ŽUTA VINJETA (slika 2.) namijenjena je vozilima s dizelskim motorom proizvedenim u razdoblju od 1. siječnja 2001. do 31. prosinca 2005. godine (klasa zagađenja 3; EURO 3 ili EURO2 i filterom). ZELENA VINJETA (slika 3.) namijenjena je vozilima s dizelskim motorom proizvedenim u razdoblju od 1. siječnja 2006. godine (klasa zagađenja 4; EURO4 ili EURO3 i filterom), kao i za vozila s benzinskim motorom koja su proizvedena nakon 1. siječnja 1993. godine.<sup>39</sup>



Slika 1. Crvena vinjeta

Izvor: [www.hak.hr](http://www.hak.hr), 2.9.2016.



Slika 2. Žuta vinjeta

Izvor: [www.hak.hr](http://www.hak.hr), 2.9.2016.



Slika 3. Zelena vinjeta

Izvor: [www.hak.hr](http://www.hak.hr), 2.9.2016.

<sup>38</sup>[http://www.mzoip.hr/doc/radna\\_verzija\\_dokumenta.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/radna_verzija_dokumenta.pdf), 2.9.2016.

<sup>39</sup><http://www.sigurno-voziti.net/eko/eko07.htm>, 2.9.2016.

### 5.2.1. Strategije za osobne automobile

Postavljen je cilj od 95 g / km CO<sub>2</sub> za novi vozni park za 2020. godinu. Međutim, postavljen je jednogodišnji period koji zahtjeva da 95% svih novih automobila ispuni cilj postavljen za 2020. godinu, odnosno 100% od kraja 202. godine pa nadalje. Efektivno se, dakle, cilj od 95 g / km CO<sub>2</sub> primjenjuje od 2021. godine pa nadalje. Masa vozila zadržana je kao parametar. Primjerice, teži vozni park proizvođača, veća vrijednost emisije CO<sub>2</sub> dopuštena od strane regulacija. Čimbenik koji je korišten iznosi 0,0333, što znači da je za svakih dodatnih 100 kg mase vozila, dozvoljena emisija od 3,33 g / km CO<sub>2</sub> više. Za period iza 2020. godine uzet će se u obzir drugi parametri poput otiska vozila.

Jedna od strategija jest i super-poticaaj za automobile s niskim emisijama. Između 2020. i 2022. godine, svaki auto s emisijom manjom od 50 g / km CO<sub>2</sub> brojat će se kao: 2 vozila u 2020. godini, 1,67 vozila u 2021. godini, 1,33 vozila u 2022. godini, 1 vozilo od 2023. godine.

Do 31. prosinca 2015. godine, Europska komisija bila je dužna proučiti specifične emisijske ciljeve, modalitete i druge aspekte regulacije potrebne za postavljanje standarda iza 2020. godine. Također se navodi da se moraju održati „jasne emisije, usporedive s onom koja se treba postići u razdoblju do 2020. godine“. Europski parlament preporučuje indikativan ciljni raspon od 68 – 78 g / km CO<sub>2</sub> za 2025. godinu.<sup>40</sup>

### 5.2.2. Strategije za laka komercijalna vozila

Postavljen je cilj za 2020. godinu od 147 g / km CO<sub>2</sub>. Masa vozila zadržala se kao temeljni parametar, s faktorom pada od 0,0960, što znači da na svakih dodatnih 100 kg mase vozila dozvoljena je dodatna emisija CO<sub>2</sub> od 9,60 g / km. Uvode se također i penali za proizvođače koji nisu ispunili emisijski cilj; 95 € za svaki g / km preko dozvoljenog po vozilu.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup>[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate\\_EU-95gram\\_jan2014.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf), 19.8.2016.

<sup>41</sup>[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate\\_EU-95gram\\_jan2014.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf), 19.8.2016



## 6. Utjecaj buke na zdravlje čovjeka i okoliš

Buka je jedan od najvećih zagađivača okoliša. Smatra se da oko 80 milijuna Europljana živi u područjima gdje razina buke prelazi preporučene vrijednosti. Buka se općenito definira kao svaki neželjeni zvuk koji višestruko ugrožava ljudsko zdravlje i sluh. Radi se o svakom zvuku koji prekoračuje najviše dozvoljene razine s obzirom na vrijeme i mjesto nastanka u sredini u kojoj ljudi rade i borave (*Zakon o zaštiti od buke* (NN 20/03)). Promet je jedan od najvažnijih izvora buke. 80% stvaranja buke u gradovima uzrokuju automobili, a na frekventnim prometnim križanjima razina buke može doseći i do 90 dB.<sup>42</sup>

Definicija buke može biti:

-subjektivna; buka je svaki neugodan, jaki zvučni podražaj bez obzira na njegove akustične kvalitete

-objektivna; buka je kompleksan zvučni podražaj koji ima malo ili nimalo periodiciteta u svom kontinuitetu

-kvantitativna; buka je definirana određenim vremenskim konstantama, frekvencijskim spektrom (Hz) i intenzitetom (dB)

-kvalitativna; buka može biti kontinuirana, impulsna ili eksplozivna.<sup>43</sup>

Izloženost intenzivnoj buci ima izravan utjecaj na zdravlje tj. izravno uzrokuje oštećenje sluha. Pri tome oštećenja u početku nastaju u području visokih frekvencija pa ih čovjek u početku nije svjestan. Tek kod težih oštećenja kad se ona javljaju u području govornih frekvencija (1000-3000 Hz) čovjek primijeti poteškoće u komuniciranju tj. da nešto nije u redu sa sluhom. Oštećenja sluha bukom su najčešće profesionalna i nastaju u kontinuiranoj izloženosti buci iznad 90 dB.

Neizravno buka utječe na organe i tjelesne sustave kao što su to živčani sustav, krvožilni sustav, probavni i hormonski sustav. Dovodi do metaboličkih i endokrinoloških poremećaja. Također utječe na čovjekovo funkcioniranje i obavljanje svakodnevnih poslova te odmor i san. Naročito pogubno djeluje na umni rad i dovodi do poteškoća s

---

<sup>42</sup>doc. dr. sc. MarisaKlančnik: Utjecaj buke na zdravlje i radnu sposobnost, Javno zdravstvo

<sup>43</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb,2006.

koncentracijom, zadržavanjem pažnje, usvajanjem novih spoznaja, te uzrokuje razdražljivost i nesanicu.

Buka razine preko 60 dB(A) neizravno djeluje na podraživanje simpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava tj onog dijela središnjeg živčanog sustava koji ne ovisi o volji čovjeka, a koji upravlja važnim životnim funkcijama. Tako povišenjem buke dolazi i do povišenog tonusa simpatikusa koji izaziva ubrzani rad srca, porast krvnog tlaka, ubrzano disanje, pojačano znojenje, poremećaj u radu probavnih organa naročito crijeva, poremećaj funkcije žlijezda s unutarnjim izlučivanjem, pa i nagle kontrakcije mišića.

Posljedice djelovanja buke na ljude mogu biti sljedeće:

1. naglušost i gluhoća (poremećaji u razumijevanju i komunikaciji),
2. neurovegetativne reakcije (hipertenzija, endokrinološki i poremećaji metabolizma),
3. umor i psihičke reakcije (razdražljivost),
4. smanjenje radne i životne sposobnosti.<sup>44</sup>

Tablica 7. Zvukovi iz okoliša i odgovarajuće razine zvuka (buke) u decibelima

ZVUK (dB)	RAZINA JAKOSTI ZVUKA
Prag čujnosti	0 – 25
Šapat	20
Govor	40
TV	55
Stan u prometnoj ulici, buka u velikom uredu	60
Prometna ulica, buka u kafiću,	70
Automobil, fen za sušenje kose	70
Metro, velika gužva	80
Kamion, vrlo prometna križanja	90
Vlak u prolazu	95
Električna pila, bušilica	100
Pneumatski čekić	105
Glasna glazba	110
Rok koncert blizu zvučnika, grom	120
Pjevač čija je glasnost dostigla maksimum	130
Prag bola	130 – 140

Izvor: <http://www.zmz.hr/download/buka-okolisa-javnozdravstveni-problem.pdf>

<sup>44</sup><http://www.zzzzv.hr/?gid=2&aid=98>, 19.8.2016.

Prirodni zvukovi u krajoliku izrazito su važni za funkcioniranje ekosustava. Akustični okoliš životinjama je važan za uspješno korištenje staništa. Životinjama sluh služi za komunikaciju unutar vrsta, obilježavanje teritorija i pronalaženje željenog staništa. Buka uzrokuje fiziološke promjene i promjene ponašanja kod životinja. Neke zvukovne karakteristike povezuju se s povećanjem količine hormona stresa u organizmima. Buka kod životinja izaziva stres. Životinje pod stresom troše velike količine energije što ih čini manje otpornima na bolesti i utječe na razmnožavanje. Mnoge divlje životinje jednostavno izbjegavaju bučna područja, što ograničava broj njihovih staništa, a time i brojnost populacija. Ptice koje su učestalo izložene bučnom okolišu, tj. često uznemiravane bukom imaju manje vremena za hranjenje jer više vremena provode u nadmetanju s bukom, pri čemu troše podosta energije koju kasnije teško nadoknađuju. Mnoge ptičje vrste ne mogu se prilagoditi ovim promjenama. Mnoge druge životinje također su ugrožene zbog buke. Mnoge vrste iz porodice mačaka oslanjaju se na sluh pri lovu te se njihova uspješnost lova smanjuje s povećanjem buke.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup><http://www.bioteka.hr/modules/okolis/article.php?storyid=7>, 19.8.2016.

## 7. Zakonska regulativa glede smanjenja buke u cestovnom prometu

S obzirom na činjenicu da buka iz cestovnog prometa ima velik (najčešće negativan) utjecaj na zdravlje čovjeka i okolinu kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, potrebno je bilo donijeti zakonska ograničenja kojima se regulira razina buke uzrokovana (cestovnim) prometom.

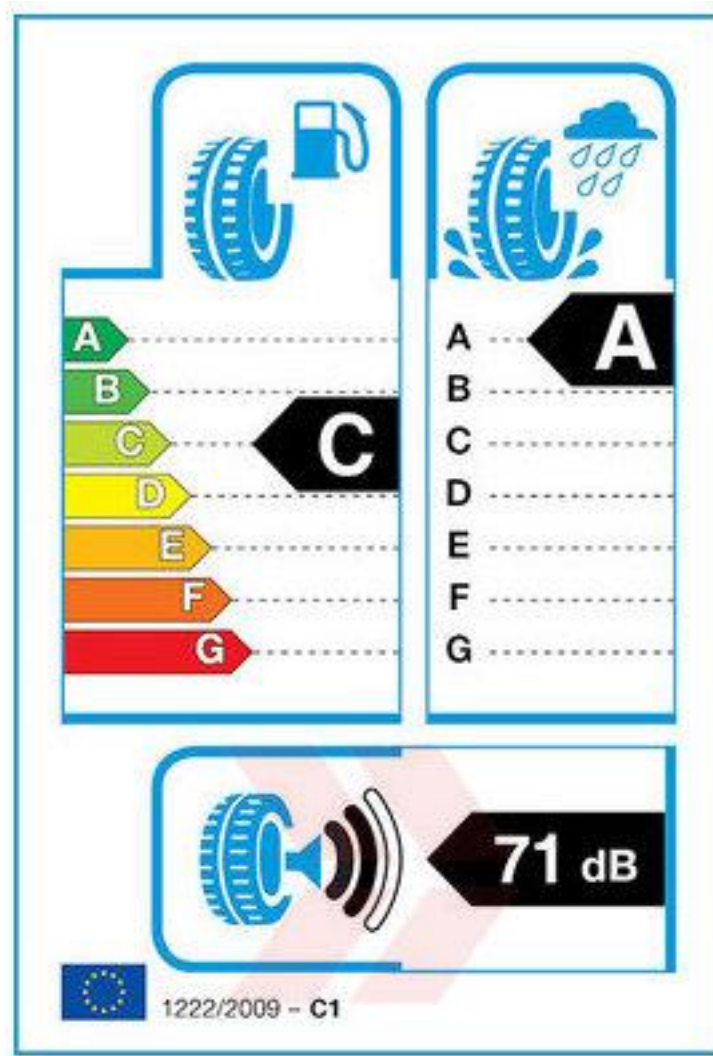
Europske smjernice navode potrebu uspostave mreže stručnjaka za buku, izvedbe karata buke, informiranje javnosti o izloženosti buci i učincima za zdravlje, uvođenje akcijskog plana, usklađivanje propisa o izvorima buke i tehničkoj dokumentaciji uređaja i trajne financijske potpore istraživanjima buke.<sup>46</sup>

Unatoč postojanju zakonskih regulativa Europske unije glede buke čiji su uzrok vozila cestovnog prometa iz 1970. godine, izloženost građana na buku nije smanjena od tada. Kako se promet iz dana u dan povećava, ljudi su i dalje izloženi visokim razinama buke sa štetnim posljedicama na njihovo zdravlje. Europska unija također provodi mjere za smanjenje buke koju stvaraju pneumatici vozila. Označavanje pneumatika za osobna vozila je u primjeni od 1. studenog 2012. godine na temelju europske regulacije br. 1222/2009. Ova regulacija donijela je veliki napredak u informiranju potrošača u vezi sigurnosti pneumatika ali i utjecaju istih na okoliš (vanjska buka koju proizvodi pneumatik). Na pneumatiku se nalazi oznaka koja opisuje pneumatik u tri područja; ušteda goriva, sigurnost i vanjska buka. Oznaka klasificira pneumatik u kategoriji i daje ocjenu za svako područje. Što je bolja ocjena svake klasifikacije, to je bolji pneumatik.<sup>47</sup> Crveno slovo G predstavlja najlošiju ocjenu, dok zeleno slovo A predstavlja najbolju, kao što je prikazano na slici 4.

---

<sup>46</sup>[http://www.audiologs.com/ozrenbilan/03\\_buka.pdf](http://www.audiologs.com/ozrenbilan/03_buka.pdf), 20.8.2016.

<sup>47</sup>[https://www.tesla.com/en\\_EU/support/eu-tyre-labelling-regulations-explained](https://www.tesla.com/en_EU/support/eu-tyre-labelling-regulations-explained), 20.8.2016.



Slika 4.: Ocjena pneumatika

Izvor: <https://www.tyroola.com.au>

Za proračun razine buke s ciljem projektiranja mjera zaštite, koriste se metode koje se razlikuju od države do države. Od strane Europske unije predloženo je da se do usvajanja jedinstvene metode koristi francuska metoda za proračun razine buke od cestovnog prometa. Francuska metoda strogo razlikuje određivanje razine buke u urbanom području od otvorenih poteza ceste. Određivanje razine buke podijeljeno je u dva osnovna dijela: određivanje emisijske razine buke i određivanje imisijske razine buke.<sup>48</sup> Ista metoda prisutna je i u Republici Hrvatskoj prema *Pravilniku o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke.*

<sup>48</sup>Lakušić, S., Dragčević, V., Rukavina, T.: Pregled europske regulative o buci od cestovnog prometa, Građevinar 55, 2003.

## 7.1. ECE pravilnici u vezi buke

Činjenica je kako je u Europi prisutan visoki stupanj prometizacije, urbanizacije i industrijalizacije. To za posljedicu donosi veliku buku koju je Europa, na sreću, rano uočila kao problem odnosno kao izvor onečišćenja okoliša. Podaci ukazuju na to da 25% Europljana pati od poremećenog fizičkog, mentalnog i emocionalnog zdravlja radi povećane buke.<sup>49</sup> ECE pravilnici su propisi koji nisu obavezni za zemlje supotpisnice Sporazuma iz 1958. godine. Za razliku od njih, EEC smjernice predstavljaju obavezne propise koji se odnose na sve članice Europske unije. ECE pravilnici mijenjaju se amandmanima (dopunama), a EEC smjernice mijenjaju se donošenjem novih smjernica uz navod da se prethodna smjernica mijenja. Neki od glavnih propisa u sklopu ECE pravilnika donesenih u Ženevi jesu: ECE-R15, ECE-R83, ECE-R49, ECE-R24, ECE-R40, ECE-R47.<sup>50</sup>

Tablica 8. Dozvoljeni nivo buke po EEC

KATEGORIJA VOZILA	NIVO BUKE (dB)
-putničko vozilo s brojem mjesta manjim od 9 uključujući i vozača	82
-putničko vozilo s kapacitetom mjesta većim od 9 i maksimalno dozvoljene mase od 3,5 t	84
-teška teretna vozila s max. dopuštenom masom većom od 3,5 t	84
-putničko vozilo s kapacitetom mjesta većim od 9 uključujući i vozača i max. dopuštenom masom od 3,5 t	89
-teška cestovna vozila snage od 147 KW ili više i si dopuštenom masom većom od 12 t	91

Izvor: Golubić, J.: Promet i okoliš

<sup>49</sup>[http://www.audiologs.com/ozrenbilan/03\\_buka.pdf](http://www.audiologs.com/ozrenbilan/03_buka.pdf), 22.8.2016.

<sup>50</sup>Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb, 2006.

Tablica 9. Dozvoljeni nivo buke po ECE

KATEGORIJA VOZILA	DOZVOLJENI NIVO BUKE (dB)
A. Motorno vozilo na dva kotača	
a) S dvotaktnim motorom i volumenom cilindra:	
- Više od 50 cm <sup>3</sup> , ali ne više od 125 cm <sup>3</sup>	82
- Više od 125 cm <sup>3</sup>	84
b) Sa četverotaktnim motorom i volumenom cilindra:	
- Više od 50 cm <sup>3</sup> do 125 cm <sup>3</sup>	82
- Od 125 cm <sup>3</sup> do 500 cm <sup>3</sup>	84
B. Motorno vozilo sa tri kotača	
- S volumenom cilindra više od 50 cm <sup>3</sup>	85
C. Motorno vozilo sa 4 i više kotača	
a) Privatna motorna vozila	
b) Teška teretna vozila s dozvoljenom maksimalnom masom:	
- Do 3,5 t	85
- Od 3,5 t do 12 t	89
- Više od 12 t	92
c) Autobusi i motorna kola s dozvoljenom maksimalnom masom:	
- Više od 3,5 t	85
- Više od 3,5 t sa strojem od 147 KW	92

Izvor: Golubić, J.: Promet i okoliš

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO – World Health Organization), zajedno s Joint Research Centre-om Europske komisije prepoznala je buku okoliša kao ozbiljan zdravstveni problem. Buka izazvana cestovnim prometom predstavlja najveći dio od svih emisija buke okoliša u zapadnoj Europi. Zakonodavne vlasti Europe priznale su tu činjenicu te stoga donijele na snagu različite prometne propise vezane za buku. Europska vozila moraju zadovoljiti uvjete po metodi koja mjeri buku prolaska vozila navedenu u UN-ovom ECE pravilniku R51. Pneumatici trebaju biti u skladu s ograničenjima prema ispitnoj metodi navedenoj u ECE pravilniku R661 i R1222. Standardizirana ispitna metoda ISO 11819-2 omogućava zakonodavcima postaviti ciljeve za smanjenje buke na cestama izazvane pneumaticima vozila. Prema ISO 11819-1 standardu, zakonodavci mogu ograničiti buku proizvedenu prolaskom vozila, međutim, sveukupnu buku cestovnog prometa koja uključuje prolazak velikog broja vozila teško je kontrolirati.

Svrha gore navedenog zakona jest smanjiti ukupnu buku koju stvara promet. Potreban je pristup kojim će se označiti ili ograničiti komponente odvojeno. U tablici 10. četiri spomenute regulatorne metode prikazane su zajedno s četiri glavne komponente navedene u postupcima: vozilo, pneumatici, cesta i brzina. Komponenta pod zakonodavnim ograničenjem označena je s „X“, a zahtjevi za ispitivanjem ostalih komponenata označene su s „-“ ili su izričito navedene.<sup>51</sup>

Tablica 10. Pregled zakonodavne metodologije

Zakonodavna metoda	Ono na što se zakon odnosi	Glavne komponente navedene u metodi			
		Vozilo	Pneumatik	Cesta	Brzina [km/h]
R51	Vozilo	X	-	ISO10844	50 + puni gas
R661/R1222	Pneumatik	-	X	ISO10844	70 – 90
ISO 11819-1	Cesta	-	-	X	Ograničenje brzine
ISO 11819-2	Cesta	-	P1, H1 pneumatici	X	40, 50, 80, 100

Izvor : <http://doc.utwente.nl/89102/1/Bekke06.pdf>, 21.8.2016.

### 7.1.1. „Tihe cestovne površine“

Od jeseni 2011. godine grad Rotterdam pokrenuo je projekt s ciljem razvoja tihog asfalta koji je posebno dizajniran za teška vozila. Europska Komisija predstavila je buku okoliša kao jedan od glavnih ekoloških problema Europe. Smanjenje buke koja dolazi iz prometa sve je veći prioritet politika europskih zemalja, ne samo prema Europskoj Direktivi o buci (European Noise Directive 2002/49/EC). Državama članicama Europske unije nameće se kreiranje karata buke i stvaranje planova glede buke okoliša.

U mnogim planovima, tihe cestovne površine ističu se kao najučinkovitije i najekonomičnije mjere za smanjenje buke okoliša. Međutim, povijest je naučila kako su tihe cestovne površine vrste površina koje mogu biti primijenjene samo uz specifična znanja o

<sup>51</sup><http://doc.utwente.nl/89102/1/Bekke06.pdf>, 21.8.2016.



dizajnu, procesu postavljanja i postupcima održavanja. Stoga je važno znati relevantne aspekte primjene ovih površina.

U emisiji buke suvremenih osobnih automobila dominira buka kotrljanja pneumatika. Samo u uvjetima velikog ubrzanja ili pri brzinama većim od 30 km/h pogonska buka može dominirati. Također kod teretnih vozila pri brzinama većim od 60 km/h, buka uzrokovana kotrljanjem pneumatika po podlozi postaje glavni izvor buke vozila. Takva buka nastaje pod utjecajem svojstava površine ceste kao što su površinska struktura, akustička apsorpcija ili aerodinamički procesi. Poboljšanje svojstava površine tako da se utjecaj generiranja buke smanji može rezultirati nižom razinom buke kotrljanja pneumatika.

Postoji nekoliko vrsta tihih cestovnih površina čiju primjenu uglavnom određuje smanjenje buke, dozvoljena brzina prometa, sastav prometnog toka i moguće iskrivljenje pneumatika na površini zbog kretnji vozila prilikom parkiranja. U urbanim sredinama obično se primjenjuju tri vrste površina:

- A. Tanki površinski slojevi
- B. Kameni lijevani asfalt
- C. (dvoslojni) porozni asfalt

Tanki površinski slojevi bitumenske površine pokazuju umjerenu poroznost i akustičnu apsorpciju, ali, s obzirom na finu gradaciju, optimalnu površinski teksturu. To rezultira površinom prihvatljive trajnosti, umjerenih troškova i dosta pozitivnih svojstava za smanjenje buke. Ovakav asfalt smanjuje buku u odnosu na gusti betonski asfalt od 2 do 5 dB u urbanim sredinama.

Kameni lijevani asfalt je popularan zbog svoje trajnosti i otpornosti na stvaranje kolotečina. Također ima optimalnu površinsku teksturu. Smanjene buke za ovu vrstu asfalta je maksimalno 2 dB u urbanim sredinama u odnosu na gusti betonski asfalt. Iako se smatraju površinama koje smanjuju prometnu buku, varijante asfalta s većim kamenim površinama mogu biti vrlo bučne.

Kod (dvoslojnog) poroznog asfalta odvodnja ili porozni asfalt jednak je kao i kod kamenog lijevanog asfalta, ali zbog manje količine maltera, rupe nisu zatvorene nego otvorene kroz materijal. Poroznost daje cestovnoj površini dobra upijajuća svojstva. Učinak

suzbijanja buke je maksimalan kada je površina glatka (upotrebom fine frakcije na gornjem sloju), a debljina optimizirana tako da je akustična apsorpcija maksimalna za smanjenje buke prometa. Uz ovu cestovnu površinu, moguće je smanjenje buke za više od 4 dB. Ali, za ovu vrstu asfalta potrebno je redovito održavanje. Bez održavanja, učinak smanjenja buke brzo opada. Trajnost ovog asfalta je niska, osobito u gradskim uvjetima. Porozni asfalt prikladniji je, čini se, u prigradskim područjima.<sup>52</sup>

### **7.1.2. UN regulacija za „tihe automobile“**

Iako se povećanjem broja hibridnih i električnih vozila smanjila ukupna količina buke koju emitira cestovni promet, činjenica je da su takva vozila pojedinačno „previše tiha“ što utječe na sigurnost prometa.

„Tihi automobili“ više neće biti opasno tihi zahvaljujući novom propisu koji donosi UNECE Svjetskog foruma za usklađivanje propisa vozila (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations) (WP.29) koji zahtjeva akustične uređaje upozorenja za hibridne i električne automobile.

Premda ne postoji automobili koji su potpuno tihi, osim ako su ugašeni, hibridni i električni automobili ne emitiraju značajnu buku motora. Iako ovo zvuči pozitivno, jer prometna buka može nerado utjecati na zdravlje i kvalitetu života, to također može biti opasno kad automobil uopće ne daje zvučno upozorenje pješacima. Pješaci i ostali sudionici u prometu naviknuti su na buku koju emitiraju vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem, koja pružaju korisne informacije kao što su prisutnost jednog ili više vozila, njihove približne brzine, da li vozilo ubrzava ili usporava i slično.

„Tihi automobili“ mogu predstavljati sigurnosni rizik za slijepce i slabovidne osobe, bicikliste ili bilo kojeg drugog pješaka. Taj rizik se povećava u situacijama kada se takva vozila kreću niskim brzinama, primjerice prilikom parkiranja. Istraživanja su ispitala podatke o nesrećama u kojima su sudjelovala električna i hibridna vozila, te usporedila s odgovarajućim brojem nesreća u kojima su sudjelovala vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem. Otkrilo se

---

<sup>52</sup><https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2014/wp29grb/GRB-60-04e.pdf>, 21.8.2016.

da je veća vjerojatnost sudjelovanja „tihih automobila“ u nesrećama u kojima su pješaci bili povrijeđeni. Broj takvih nesreća je porastao u posljednjih nekoliko godina.

Kao rezultat toga, regulativom WP.29 donijeta je nova Uredba o tihim cestovnim vozilima (Quiet Road Transport Vehicles (QRTV)), koja ima za cilj smanjiti rizik od nesreća uzrokovanim tihim vozilima, bez stvaranja uznemirujuće razine buke. Prema novom Pravilniku, tiha vozila trebala bi biti opremljena „akustičnim dojavnim sustavom vozila“ (Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS)) kojom bi stvorila umjetnu buku u rasponu brzina od 0 do 20 km/h. Iznad brzine od 20 km/h, buka koju stvaraju pneumatici na cesti i buka vjetra, čuju se čak i kod potpuno električnog automobila, negirajući time potrebu za sustavom za upozorenje.

Ovom Regulacijom uvodi se minimalna razina zvuka „akustičnog dojavnog sustava vozila“ (AVAS), ovisno o brzini vozila prema naprijed ili natrag. Kada se poveća brzina automobila, zvuk postaje glasniji (50 dB pri brzini od 10 km/h, 56 dB pri brzini od 20 km/h, a 47 dB za vožnju unatrag), tako da pješaci mogu sluhom prosuditi brzinu. Kako bi se osigurala zaštita okoliša, ova Regulacija također određuje najveću ukupnu zvučnu granicu koja je dovoljno tiha da zaštiti okolinu od buke, ali i dovoljno glasna da upozori sudionike u prometu.

U ovoj fazi, Regulacija pokriva samo akustične mjere kako bi se prevladale brige radi smanjenih zvučnih signala „tihih automobila“. U budućnosti, Regulativa se može proširiti alternativnim, ne-akustičnim mjerama, kao što su sustavi za detekciju pješaka unutar vozila.<sup>53</sup>

## **7.2. ECE pravilnik 51**

Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) kojom su definirane jedinstvene odredbe o homologaciji motornih vozila s minimalno četiri kotača, vezano za

---

<sup>53</sup><http://www.unece.org/info/media/presscurrent-press-h/transport/2016/new-un-regulation-keeps-silent-cars-from-becoming-dangerous-cars/doc.html>, 21.8.2016.

emisije buke tih vozila, donijela je pravilnik ECE R51. Prema službenom listu Europske unije, ovaj pravilnik se odnosi na vozila kategorije M i N.

Sama „homologacija vozila“ znači homologaciju tipa vozila s obzirom na buku, a „tip vozila“ označava kategoriju motornih vozila koja se ne razlikuju u bitnim karakteristikama kao što su:

1. Oblik ili materijal karoserije (posebno prostora motora i njegove zaštite od buke),
2. Duljina i širina vozila,
3. Tip motora (prinudno ili paljenje uz pomoć kompresije, dvotaktni i četverotaktni), broj i zapremnina cilindara, broj i tip karburatora ili sustav ubrizgavanja, raspored ventila, nazivna najveća snaga i odgovarajući broj okretaja motora, ili tip elektromotora,
4. Sustav prijenosnika, broj stupnjeva prijenosa i prijenosnih omjera,
5. Sustav za smanjenje buke (označava cjelovit skup komponenata potrebnih za ograničenje buke koju proizvodi motorno vozilo i njegov ispušni sustav)

Zahtjev za homologaciju tipa vozila s obzirom na buku podnosi njegov proizvođač ili njegov propisno ovlašten predstavnik. Uz zahtjev se prilažu u nastavku navedeni dokumenti u tri primjerka sa sljedećim pojedinostima:

- a) opis tipa vozila (treba specificirati brojeve i simbole koji identificiraju tip motora i tip vozila),
- b) popis komponenata, propisno identificiranih, koje čine sustav za smanjenje buke,
- c) crtež montiranog sustava za smanjenje buke i navođenje njegov položaj na vozilu,
- d) detaljni crteži svake komponente koji omogućavaju jednostavno pronalaženje i identifikaciju i specifikaciju korištenih materijala

Komponente sustava za smanjenje buke, osim sredstava za pričvršćenje i cjevovoda, trebaju na sebi imati:

- trgovački naziv ili oznaku proizvođača sustava za smanjenje buke i njegovih komponenata,
- proizvođačev trgovački opis

Ove oznake trebaju biti jasno čitljive i neizbrisive, čak i nakon ugradnje. Komponenta može imati na sebi nekoliko brojeva homologacije, ako je bila homologirana kao komponenta od nekoliko zamjenskih sustava za prigušenje buke. Svakom homologiranom tipu. dodjeljuje se homologacijski broj. Njegove prve dvije znamenke ukazuju na seriju izmjena koje čine najnovije značajne tehničke izmjene Pravilnika u trenutku izdavanja homologacije.<sup>54</sup>

Tablica 11. Propisane razine buke po kategorijama novih vozila

KATEGORIJA VOZILA	DOZVOLJENI NIVO BUKE (dB)
Vozila za prijevoz putnika koje ne mogu imati više od devet sjedala uključujući vozačko sjedalo	77
Vozila za prijevoz putnika koja imaju više od devet sjedala uključujući vozačko sjedalo i najveću dozvoljenu masu veću od 3,5 t	80
- vozila snage motora manje od 150 kW (ECE)	83
- vozila snage motora 150 kW (ECE) ili veće	
Vozila za prijevoz putnika koja imaju više od devet sjedala uključujući vozačko sjedalo i vozilo namijenjeno prijevozu robe	78
- najveće dozvoljene mase ne veće od 2 t	79
- najveće dozvoljene mase veće od 2 t ali ne veće od 3,5 t	
Vozila za prijevoz tereta najveće dozvoljene mase veće od 3,5 t	81
- snage motora manje od 75 kW	83
- snage motora od 75 kW do 150 kW	84
- snage motora od 150 kW ili više	

Izvor: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Naredba o homologaciji motornih vozila s najmanje četiri kotača u pogledu emisije buke

<sup>54</sup>[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:42007X0530\(02\)&rid=1](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:42007X0530(02)&rid=1), 22.8.2016.

## 8. Zaključak

Glavni energenti koji služe za pokretanje cestovnih motornih vozila i dalje su fosilna goriva. Izgaranjem fosilnih goriva nastaju štetni i neštetni produkti. Štetni produkti utječu na ljudsko zdravlje i ugrožavaju okoliš. Jedan od glavnih štetnih produkata je ugljikov dioksid čiji je najveći zagađivač cestovni promet. Posljedica izgaranja fosilnih goriva rezultira stvaranjem stakleničkih plinova koji zagrijavaju Zemlju. Prema izvješću Europske agencije za okoliš, cestovni promet je i dalje najveći izvor sumporovih oksida (SO<sub>x</sub>), ugljičnog monoksida (CO) i nemetanskih hlapivih organskih tvari (NMVOC) u 27 zemalja članica Europske unije. Cestovni promet je i ujedno drugi najveći izvor emisija čestica (PM10 i PM2,5) koje kod ljudi izazivaju bolesti respiratornog trakta.

Iz godine u godinu povećava se broj vozila u svijetu, pogotovo automobila koji su postali vrlo dostupni velikom broju ljudi, tako da je CO<sub>2</sub> i ostale stakleničke plinove najteže smanjiti u cestovnom prometu. Smanjenje emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora je za većinu država dugotrajan i mukotrpan posao jer je u velikoj većini kod njih promet glavni gospodarski pokretač te je najodgovorniji za gospodarski napredak. Iako ljudi kroz razvoj, napredak i korištenje prometa u svakodnevnom životu imaju mnogo koristi, on ima i svoju negativnu stranu koja se veže uz nepovoljan učinak prometa na zdravlje ljudi. Razvoj prometa u budućnosti utjecat će na sve veće zagađenje i pogoršanje stanja i kakvoće okoliša. Svakodnevnim izgaranjem goriva, u atmosferu se ispuštaju ugljični monoksid, hlapljivi organski spojevi, dušikovi oksidi, ugljični dioksid i drugi štetni spojevi uključujući sumporne i olovne spojeve te krute čestice. Svi ovi spojevi zagađuju zrak te izravno utječu na zdravlje ljudi. Posebno se može izdvojiti ugljikov dioksid koji uzrokuje efekt staklenika. On nije otrovan ali utječe na globalno zatopljenje. Sporazumom u Kyotu 1997. godine, UN je stvorio pretpostavke za smanjenje emisija stakleničkih plinova. Europska agencija za okoliš (EEA) objavila je podatke u kojima piše da je 2005. godine promet Europske unije emitirao 19% ukupne emisije stakleničkih plinova. Kako bi se smanjila ta brojka Europska unija je donijela norme za smanjenje emisija štetnih tvari iz prometa. Euro normama cilj je smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> iz automobila na 95 g/km do 2021. godine. Također, Euro 6 normom donesenom u rujnu 2014. godine cilj je smanjiti emisije i ostalih onečišćujućih tvari koje proizvode vozila. Njemačka je uvela i tzv. ekološke vinjete kojima se ograničava vozilima s prevelikom

emisijom CO<sub>2</sub> ulazak u određene dijelove grada. Također, sve su češće ponude tečajeva EKO-vožnje kojoj je cilj (metodama poput: što bržim prebacivanjem u višu brzinu, vožnjom pri niskom broju okretaja, nježnim ubrzavanjem i usporavanjem, pravovremenim kočenjem i sl.) ne samo smanjiti emisiju ugljikovog dioksida i ostalih štetnih tvari, nego i povećati ekonomičnost vožnje smanjenjem potrošnje goriva.

Republika Hrvatska je još uvijek u velikoj mjeri ovisna o uvozu nafte i ostalih vrsta energije. Promet jedan od najvažnijih dijelova modernog društva, međutim, s obzirom na to kako se promet izrazito brzo širi, ostavlja za sobom neželjene popratne efekte. Uzrokuje zagađenje u gradovima i čini ih manje ugodnima za život. Također smanjuje prometnu učinkovitost, povećavajući vrijeme putovanja, potrošnju goriva, stres vozača i sl.

Buka je jedan od glavnih uzroka smanjenja kvalitete života, posebice u urbanim sredinama gdje je konstantno prisutna i utječe na mnoge aspekte svakodnevnog života. Povećane razine buke ponajprije negativno utječu na koncentraciju ljudi, izazivaju smetnje u komunikaciji, smetnje pri odmoru i sl. S obzirom na činjenicu da 80 milijuna Europljana živi u područjima gdje je razina buke iznad dozvoljenih emisija, buka predstavlja veliki problem koji utječe na zdravlje široke populacije ljudi. Stoga je potrebno uvesti mjere za smanjenje emisija buke. 1970. godine donijeta je Direktiva 70/157/EEC kojom su za motorna vozila (automobile, autobuse, kamione) propisane dozvoljene razine emitiranja buke. Ta direktiva je do danas nekoliko puta dopunjena i izmjenjena, s ciljem dodatnog smanjenja emisija buke. Današnja vozila najviše buke proizvode kotrljanjem pneumatika po kolniku te prolaskom vozila velikom brzinom. Kako bi se smanjila buka proizvedena pneumaticima Europska unija donijela je ECE pravilnike R661 i R1222 prema kojima pneumatici trebaju biti u skladu s ograničenjima prema ispitnoj metodi navedenoj tim dvama pravilnicima, međutim, sveukupnu buku cestovnog prometa koja uključuje prolazak velikog broja vozila teško je kontrolirati. Također su u primjeni i tzv. „tihe cestovne površine“ kojima je cilj maksimalno smanjiti emitiranje buke koju proizvodi pneumatik kotrljajući se po cestovnoj površini.

Čist zrak i nezagađena voda postaju svakim danom sve važnija dobra, jer se njihov nedostatak sve više osjeća. Sve je to dovelo do situacije da se problemu zaštite okoliša danas prilazi mnogo ozbiljnije i sustavnije, te je iz tog razloga potrebno postojanje djelotvornog menadžmenta cestovnih mreža koji će učinkovito organizirati odvijanje prometa s ciljem što

manjeg onečišćenja okoliša. Održivi razvoj vezan uz promet iznimno je bitan za budućnost. Provedbom mjera za smanjenje emisija štetnih plinova, EKO-vožnjom i educiranjem ljudi, a posebice vozača te tehničkim, tehnološkim, ekonomskim i posebice zakonodavnim mjerama koje, ukoliko se one upotrebljuju na optimalan način mogu u budućnosti znatno smanjiti kako štetne emisije, tako i buku cestovnog prometa, a samim time omogućiti ljudima puno kvalitetniji život.



## Literatura

1. Golubić, J.: Promet i okoliš, 1999.
2. Golubić, J.: Promet i okoliš, Zagreb, 2006.
3. Golubić, J., Vogrin, Z., Kaštela, S.: Smjernice razvoja zakonskih propisa glede emisija štetnih i neštetnih tvari iz prometa u EU, 2012.
4. Domac, J., Djukić, S., Šegon, V., Kolega, V.: Akcijski plan održivog korištenja energije (SEAP) kao važan dokument za smanjenje emisije stakleničkih plinova u gradovima, 2010.
5. Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
6. Lakušić, S., Dragčević, V., Rukavina, T.: Pregled europske regulative o buci od cestovnog prometa, Građevinar 55, 2003.
7. Goran Šagi, Rudolf Tomić, Petar Ilinčić, Razvoj propisa o dopuštenim emisijama štetnih tvari iz motora s unutarnjim izgaranjem, znanstveni rad, 2009, Zagreb
8. Mahalec, I., Lulić, Z., Kozarac, D.: Motori s unutarnjim izgaranjem, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2010.
9. Agencija za zaštitu okoliša (2014.), Izvješće o stanju okoliša RH. Zagreb: Ministarstvo kulture
10. Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014)
11. Mr. sc. Brozović, I., Veleučilište u Rijeci i građevinarski fakultet u Rijeci
12. Emisije onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske“, Agencija za zaštitu okoliša, 2001. 2013. godine, (<http://www.azo.hr/EmisijaOneciscujucihTvari>)
13. doc. dr. sc. MarisaKlančnik: Utjecaj buke na zdravlje i radnu sposobnost, Javno zdravstvo
14. <http://wonderopolis.org>, 14.8.2016.
15. <https://repozitorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:656>, 16.8.2016.
16. <https://repozitorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:656>, 16.8.2016.
17. <https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwjX0b-Qnv3NAhVBmhQKHSxdB6UQFgg9MAQ&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2>

- F117834&usg=AFQjCNG\_rY3Ja6EgRRMWmY2dVz90AxBl9g&bvm=bv.127178174,d.bGs&cad=rja, 18.7.2016.
18. <http://vrijeme.hr>, 21.7.2016.
  19. [https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwis4-nHgYTOAhXIPhQKHUKEC3QQFgggMAA&url=https%3A%2F%2Fbib.irb.hr%2Fdatoteka%2F542221.SUSTAVI\\_ZA\\_REDUKCIJU\\_EMISIJE\\_ISPUNIH\\_PLINOVA\\_MOTORNIH\\_VOZILA.doc&usg=AFQjCNEgN4KgvG6UcB4xIAPdtybOepKqBA&bvm=bv.127521224,d.d24&cad=rja](https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwis4-nHgYTOAhXIPhQKHUKEC3QQFgggMAA&url=https%3A%2F%2Fbib.irb.hr%2Fdatoteka%2F542221.SUSTAVI_ZA_REDUKCIJU_EMISIJE_ISPUNIH_PLINOVA_MOTORNIH_VOZILA.doc&usg=AFQjCNEgN4KgvG6UcB4xIAPdtybOepKqBA&bvm=bv.127521224,d.d24&cad=rja), 21.7. 2016.
  20. [www.azo.hr](http://www.azo.hr), 1.9.2016.
  21. [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/4.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/4.pdf), 21.7.2016.
  22. <https://www.epa.gov>, 1.9.2016.
  23. <http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjv6YLkYTOAhXBPxQKHeFKClkQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F63995&usg=AFQjCNFcVrd6IEpwpjINs2DehfPGKO3Bhw&bvm=bv.127521224,d.bGs>, 21.7.2016.
  24. <http://www.eea.europa.eu>, 23.8.2016.
  25. <https://www.dieselnets.com/>, 23.8.2016.
  26. <https://www.britannica.com>, 19.8.2016.
  27. <http://www.bmub.bund.de>, 19.8.2016.
  28. <http://www.instruktor-voznje.com.hr/>, 2.9.2016.
  29. <http://www.mzoip.hr>, 2.9.2016.
  30. <http://www.sigurno-voziti.net>, 2.9.2016.
  31. <http://www.theicct.org>, 19.8.2016.
  32. <http://www.zjzzv.hr>, 19.8.2016.
  33. <http://www.bioteka.hr>, 19.8.2016.
  34. <https://www.tesla.com>, 20.8.2016.
  35. <http://www.audiologs.com>, 22.8.2016.
  36. <http://doc.utwente.nl>, 21.8.2016.

37. <https://www.unece.org>, 21.8.2016.
38. <http://eur-lex.europa.eu>, 22.8.2016.
39. <http://www.expeditionportal.com>, 23.8.2016.
40. <http://reason.org>, 23.8.2016.

## Popis slika

Slika 1. Crvena vinjeta .....	27
Slika 2. Žuta vinjeta .....	27
Slika 3. Zelena vinjeta .....	27
Slika 4. Ocjena pneumatika .....	33

## Popis tablica

Tablica 1. Smanjenje emisija onečišćivača zraka u cestovnom prometu u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu .....	9
Tablica 2. Smanjenje emisije ugljikovog (II) oksida u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu .....	10
Tablica 3. Smanjenje emisije NO <sub>x</sub> u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu .....	12
Tablica 4. Smanjenje emisije sumporovih oksida u cestovnom prometu u EU u 2013. godini u odnosu na 1990. godinu .....	13
Tablica 5. Maksimalne dopuštene količine (g/km) pojedinih štetnih tvari u ispuhu motora vozila kategorije M1 .....	15
Tablica 6. Euro norme emisija za dizelske i benzinske motore (g/km) .....	17
Tablica 7. Zvukovi iz okoliša i odgovarajuće razine zvuka (buke) u decibelima .....	30
Tablica 8. Dozvoljeni nivo buke po EEC .....	34
Tablica 9. Dozvoljeni nivo buke po ECE .....	35
Tablica 10. Pregled zakonodavne metodologije .....	36
Tablica 11. Propisane razine buke po kategorijama novih vozila .....	41

## Popis grafikona

Grafikon 1. Smanjivanje dozvoljenih štetnih emisija u Europskoj uniji .....	16
Grafikon 2. Emisije Stakleničkih plinova SAD-a i Kalifornije u razdoblju od 1990. do 2011. godine .....	22
Grafikon 3. CO <sub>2</sub> standardi u emisiji ispušnih plinova .....	23