

Mr. NADA ŠTRUMBERGER
Dr. HUSEIN DŽANIĆ
Fakultet prometnih znanosti
Zagreb

Promet i čovjekova okolina
Prethodno priopćeno
UDK: 656.1+574.33
Primljeno: 04.05.1989.
Prihvaćeno: 12.12.1989.

ZAGAĐIVANJE ZRAKA OD CESTOVNOG PROMETA I NJEGOV UTJECAJ NA TURISTIČKU PRIVREDU

SAŽETAK

U radu se ukazuje na činjenicu da je jedan od glavnih zagađivača atmosfere motorni promet ispušnim plinovima iz motora automobila. Prikazani su glavni zagađivači, štetan utjecaj zagađivanja na čovjeka, poljoprivredne kulture i općenito na vegetaciju, pogotovo na šume. Plediraju za poštivanje međunarodnih obaveza iz tog područja što skorijom masovnom upotrebom bezolovnog benzina i obavezom ugradnje trostrukog katalizatora u motorna vozila.

1. UVOD

Brz poslijeratni razvoj intenziteta urbanizacije praćen je pojavom zagađenja zraka, posebno u regijama sa većom koncentracijom industrijskih objekata i stanovništva. Zagađenost zraka u pojedinim mjestima SFRJ povećava se svakim danom i prosječna izloženost stanovništva zagađenom zraku je u porastu. Osim na stanovništvo, štetne materije djeluju i na poljoprivredne kulture, na šume, na floru i faunu u cjelini.

Izvori zagađenja zraka mogu biti različiti, a jedan od mnogobrojnih zagađivača zraka, a ima veliki udio u ukupnom zagađenju, je promet motornih vozila. Vrlo često neodgovarajući prometni uvjeti, uske prometnice, neadekvatno reguliranje prometa, naročito u gradovima, ograničenje brzine kretanja, te često "stani-kreni" značajno povećavaju zagađenost zraka. Iz motornih vozila potječe oko 55-60% zagađivača zraka, iz industrijskih postrojenja na gorivo oko 20%, iz termoelektrana 10-15% i iz kućnih grijanja oko 10%.

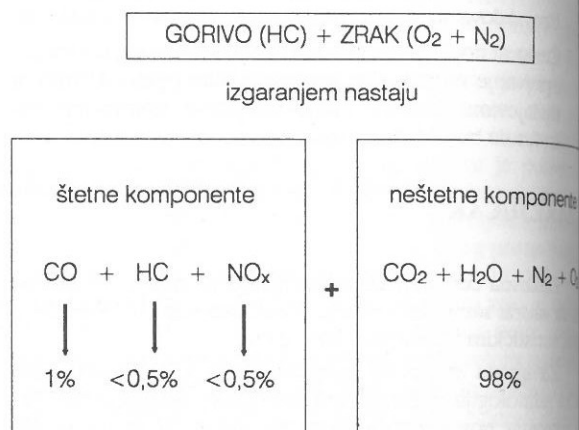
U svrhu postizavanja što veće specifične snage motora nastoji se izvući što više snage za određeni radni volumen motora uz što manju potrošnju goriva. Uslov zato je konstrukcija motora s visokim kompresionim omjerom, što se postiže upotrebom benzina sa višim oktanskim brojem, a to se postiže dodatkom tetraetil olova benzinu. To dodatno olovo ne sudjeluje u procesu izgaranja nego izlazi u ispušnom plinu

2. IZVORI EMISIJE ZAGAĐENJA

Velik broj motornih vozila predstavlja ogroman progres za čovječanstvo. Usavršavanjem motornih vozila povećava se uloga prometa kao i veliki utjecaj emisije štetnih ispušnih plinova na čovjeka i njegovu okolinu. Glavni izvor plinovitih štetnih tvari u zraku su produkti nepotpunog sagorijevanja. Opasnost od smanjenja udjela kisika u zraku zbog trošenja na izgaranje goriva posebno dolazi do izražaja u većim industrijskim centrima.

Štetne tvari iz primarnih emisija vozila stvaraju u atmosferi sekundarne produkte, uz ugljik (II) oksid nastaju dušični oksidi, olovni produkti, nearomatski ugljikovodici, oksidirani aldehidi, ketoni, benzen i policiklički aromatski ugljikovodici. Udio ugljika (II) oksida u ispušnom plinu benzinskih motora ovisan je o odnosu zrak-gorivo.

Reakcija izgaranja može se prikazati ovako



Tablica 1. Maksimalno dozvoljena koncentracija štetnih materija u zraku naseljenih i industrijskih mjesta

Materija	Koncentracija u mg/m ³	
	srednja dnevna	kratkotrajna
sumpor (IV) oksid, SO ₂	0,15	0,5
olovo, Pb	0,0007	—
olovo (IV) sulfid, PbS	0,0017	—
ugljik (II) oksid, CO	1,0	3,0
dušični oksidi, NO _x	0,085	0,085
čada	0,05	0,15
ugljikovodici, HC	—	0,125

Tablica 2. Stroge granične vrijednosti zagađenosti (SGVZ) djelovanje na vegetaciju i životinje

Materija	SGVZ	Kritični razlozi
Olovo i anorganski spojevi olova kao dijevi istaloženog praha – datog kao olovo	0,250 mg/m ² na dan	ribnjaci, voćnjaci, kulture krmenog pasij
sumpor (IV) oksid, SO ₂	0,060 mg/m ³	jela, biljke vrlo osjetljive

Tablica 3. Granične vrijednosti za stacionarne motore s unutrašnjim izgaranjem (TA-Luft 1986)

Djelomično plinska komponenta ispušnog plina			
Prašina	0,13	g/m ³	(5% O ₂)
Plinska komponenta u ispušnom plinu			
ugljik (II) oksid, CO	0,65	g/m ³	(5% O ₂)
sumpor (IV) oksid, SO ₂	0,42	g/m ³	(5% O ₂)
formaldehid, HCHO	0,2	g/m ³	(5% O ₂)
ugljikovodici bez metana	0,15	g/m ³	(5% O ₂)
dušični oksidi, NO _x	0,5–0,8	g/m ³	(5% O ₂)

Tablica 4. Usporedba zagađivača zraka od izgaranja goriva emitiranih iz vozila i energetskih postrojenja

Zagađivač	Nekontrolirana				
	emisija vozila (g/kg goriva)		emisija energetskih postrojenja(g/kg goriva)		
	benzin	dizel	ugljen	lož-ulje	plin
ugljik (II) oksid, CO	165,0	ništa	ništa	ništa	ništa
sumpor (IV) oksid, SO ₂	0,8	7,6	(20) _x	(20) _x	(16) _x
dušični oksidi, NO _x	16,5	16,5	0,43	0,68	0,16
aldehidi i ketoni	0,8	1,6	ništa	0,003	0,001
ukupni ugljikovodici	33,0	30,0	0,43	0,05	0,005

x = % sumpora u gorivu

Tablica 5. Emisija zagađivača zraka iz prometnih sredstava

Glavna emisija	Prometno sredstvo	Tip energetskog pogona	Gorivo
HC, CO, NO _x , Pb	auto, kamion, autobus, avion, brod, motocikl, traktor	Otto ciklus	benzin
HC, CO, NO _x , čestice	motocikl, vanbrodski motor	dvotaktni ciklus	benzin
NO _x , SO _x , čestice	auto, kamion, autobus, željeznica, brod	dizel	dizel ulje
NO _x , čestice	avion, brod, željeznica	plinske turbine	turbinsko i mlazno
NO _x , SO _x , čestice	brod	parni	lož-ulje, ugljen

Tablica 6. Koncentracija dušičnih spojeva u atmosferi

Dušični spojevi	Koncentracija u ppm po volumenu	
N ₂ O	0,25	
NO	0,0002	– 0,002
NO ₂	0,0005	– 0,004
NH ₃	0,006	– 0,2

Granične vrijednosti za stacionarne motore s unutrašnjim sagorijevanjem donijete su u SRNj 1986.g. (TA-Luft-1986) i od tada se strogo primjenjuju. One se kreću u gr/m³ uz normalne uvjete kao i uz 5% viška kisika. Samo dušični oksidi ne pokazuju konstantne vrijednosti, jer vrijednosti ovise o vrsti motora i vođenju topline izgaranja.

Emisija zagađivača iz motornih vozila i ložišta generatora pare može se znatno razlikovati po vrsti i količini, te ovisno o upotrebljenom gorivu i po okolnostima izgaranja.

Štetne tvari u atmosferi svrstavaju se u:

Ugljik (II) oksid, CO je poznat kao zagađivač atmosfere, a potječe iz ispušnih plinova benzinskih motora. Količina ugljik (II) oksida varira s teretom, brzinom, temperaturom ambijenta, temperaturom hlađenja, zatim vremenom paljenja goriva itd.

Mehanizam uklanjanja ugljik (II) oksida iz zraka omogućen je raznim plinskim reakcijama (oksidacija CO → CO₂), apsorcionim procesima, te biološkim procesima, koji su najviše zastupljeni

Općenito je poznato da postoje dva mehanizma djelovanja, jedan je biokemijski, a drugi su razne biljke i životinje, koje koriste ugljik (II) oksid u svojem metabolizmu.

Dušični spojevi u zraku javljaju se u obliku oksida i to kao N₂O, NO, NO₂. Izgaranjem goriva stvara se najprije vrlo nestabilan dušik (I) oksid i dušik (II) oksid, koji se dalje oksidiraju u dušik (IV) okside. U zraku ova oksidacija nastaje utjecajem ozona (O₃)

Organski spojevi potječu iz motornih vozila i kotlovskih ložišta na tekuća goriva i veoma su opasni zagađivači atmosfere (naročito aromatski ugljikovodici).

Sumporni spojevi potječu iz nafte, gdje ima sumpora i do 1% i on je vezan organski. Pri rafinaciji sumpor se koncentrira u težim derivatima. Prilikom sagorijevanja naftnih derivata u motorima s unutrašnjim sagorijevanjem stvara se sumpor (IV) oksid, SO₂.

Sumpor (IV) oksid oksidira u atmosferi u sumpor (VI) oksid, koji u kontaktu sa vodom prelazi u sulfatnu kiselinu (H₂SO₄), čijom neutralizacijom nastaju sulfati.

Sumpor (IV) oksid i dušik (IV) oksid zajedno dovode do pojave tzv. "kiselih kiša", koje nanose velike štete šumama u našem turističkom području.

Olovo i spojevi nalaze se u ispušnom plinu motornih vozila, zbog toga jer se olovo dodaje benzinu kao antidetonator u obliku organskog spoja. Na jako prometnim cestama ispušta se dnevno oko 1,5 g/m Pb (kg po km puta). Od toga 75% ispuštenog olova odlazi u atmosferu, dok se ostala količina taloži na području uz prometnice. U većim gradovima sa velikim brojem automobila u prometu nagomilava se olovo uz godišnji porast oko 5%.

3. DJELOVANJE ŠTETNIH TVARI U ZRAKU NA ČOVJEKA I NJEGOVU OKOLINU

Štetne tvari u zraku iz ispušnih plinova motornih vozila određene su u pojedinim zemljama strogo dozvoljenim koncentracijama, pa i u Jugoslaviji postoje maksimalne i granične vrijednosti štetnih tvari u atmosferi.

U prethodnom poglavlju navedeni su neki od glavnih sastojaka u ispušnom plinu, a njihovo djelovanje na čovjeka i okolinu je različito.

Ugljik (II) oksid je otrovan plin već u koncentraciji iznad 1%, a ako se CO oksidira u CO₂, prema preporuci iznosilo bi 0,04% u zraku, jer koncentracija CO₂ predstavlja opasnost tek ako je iznad 5%. Tada dolazi do pojave vrtoglavice, nesvjestice obzirom na čovjeka, a također može utjecati i na promjenu klime.

Dušični oksidi su opasni u obliku dioksida, koji je agresivan i otrovan plin. Na ljude djeluju tek u koncentraciji od 0,5 do 1 ppm.

Pojava "kiselih kiša" je složen problem okoline. U našim područjima kisele kiše nanose velike štete npr. na području Istre,

Kvarnerskih otoka, Gorskog Kotara, kao i šumama Slovenije i Bosne, što se odražava i na turističku djelatnost.

Ekološki problem kiselih kiša izučava se u 11 evropskih zemalja pod pokroviteljstvom OECD, tako da je utvrđena sumarna količina ispuštanja SO_2 u zrak kao udio pojedinih nacija u njegovoj emisiji.

Za ocjenu zagađenosti zraka sa SO_2 mora se uzeti mjerena kao i stvarna vrijednost, jer stvarna vrijednost je veća, zbog različitih okolnosti. Jedna je prenos zagađenosti zraka iz susjednih ugroženih područja na mjesto područje, tj. iz inostranstva, kod čega su ugroženi naročito sjeverozapadni dijelovi naše zemlje. Štetne materije iz ispušnih plinova motornih vozila kao jedan od zagađivača zraka djeluju na zdravlje ljudi kao i vegetaciju.

Vegetacija ima velik utjecaj na razvoj našeg turizma, jer mnogo zelenih površina uz prometnice prema turističkim područjima, kao i dijelovi šumovitih predjela uz našu obalu i otoke utjecajem zagađivača pomalo propada tj. umire.

Naročito do velikog izražaja dolazi umiranje pojedinih vrsta drveća u pojedinim dijelovima Jugoslavije. Uz magistralne ceste kao što su Zagreb-Rijeka kroz Gorski Kotar, te autoput Zagreb-Beograd, pod utjecajem ispušnih plinova dolazi do fotooksidacije. Tu dolazi do masovnog propadanja jele, bukve i hrasta lužnjaka. Kod lišćara koncentracija SO_2 je od 0,5 do 1 mg/m^3 , a kod četinara već kod 0,3 mg/m^3 dolazi do oštećenja.

Kao najosnovniji podatak u vođenju politike zaštite zraka jedne zemlje je podatak o emisiji sumpor (IV) oksida.

Utjecaj zagađenosti zraka u SFRJ ispitivale su različite institucije bilo na saveznom ili republičkom nivou u okviru naučnih ispitivanja i na bazi rutinske statistike.

4. PROGNOZA EMITIRANJA ISPUŠNIH PLINOVA DO 2000. GODINE

Atmosfera neće moći prihvatiti sve veće količine zagađivanja emitiranih iz prometnih sredstava, uz takvu ekspanziju transportnog sistema kao i uz rastuću emisiju iz drugih izvora. Dogovaranje oko zaštitnih mjera od emisije iz ispuha automobila ide dosta teško, jer svaka članica EZ nastoji uvođenje određenih mjera prilagoditi svojim uvjetima i potrebama. Razvojem motorizacije raste i potrošnja motornih benzina, koja je kod nas vrlo niska u usporedbi sa drugim zemljama Evrope. Na pr. u SRNJ troši se preko 10 puta više motornog benzina, u Vel. Britaniji 9 puta, u Francuskoj 8 puta a u Italiji 7 puta nego kod nas u odnosu na 1980.g., ali čistoća ispuha je također veća u tim zemljama nego kod nas. U SRNJ i drugim zemljama proizvodnja automobila ide sa ugradnjom trostrukog katalizatora i uz optimističke prognoze do 2 000.g. ne može se očekivati kod nas emisija CO, HC, NO_x kao što je ima populacija u Njemačkoj.

Povodom uvođenja bezolovnog benzina u zemljama vroepe kao pogonskog goriva mora se voditi računa, da se i u našoj zemlji osigura dovoljna količina tog goriva, barem za potrebe stranih turista i za cestovni tranzit kroz našu zemlju.

Da bi se mogla dati neka prognoza emitiranja ispušnih plinova iz motornih vozila, dogovorno je načinjen jedan model vozila, čijom pomoći se mjeri emisija štetnih tvari motornih vozila,

Vrijeme računanja uzima se bazna godina 1970. pa do 2000. godine. Na tom modelu može se procijeniti, nakon uvođenja novih koncepcija motora ili pooštavanja propisa o ispušnim plinovima, emisija štetnih tvari. Takav model je razvijen u Institutu za energetska tehniku (IFE) TUV Rheinland-SRNj u skladu sa Komisijom Evropske zajednice.

Računajući ukupne emisije polazi sa dvije različite osnovne točke. Prvo se mjeri probni uzorak vozila na ispitivanim valjcima i dobije se djelomična emisija, i drugo, uzimaju se specifični prometni podaci statističkih ureda, i usporedbom se može obračunati ukupna emisija štetnih tvari kao i ukupna količina goriva.

U Evropi je razrađen Pravilnik 15 koji se odnosi na gađenje koje uzrokuju motorna vozila, SFRJ je prihvatio Pravilnik 1976. godine. Pravilnik se razvija putem amandmana kojima se pooštavaju limitirane granične vrijednosti.

Amandman 01. uređuje smanjivanje graničnih vrijednosti za 20%.

Amandman 02. uvodi limite za dušikove okside, a amandman 03. uređuje dalje smanjenje zagađivanja za 12-15 %.

Pravilnik ECE 15/04 koji je stupio na snagu januarom 1986.g. određuje da sva motorna vozila sa OTT-motorom moraju imati srednje granične vrijednosti emisije ispušnih plinova i to: CO: 77,4 gr/testu; (HC + NO_x) : 25 gr/testu.

EECE 15/05 amandman stupa na snagu 1. januara 1987. i propisuje srednje vrijednosti ispušnih plinova.

CO: 30 gr/testu; HC: 16,9 gr/testu; NO_x : 3,9 gr/testu.

Ovo se može postići na vozilima visoke kompresije.

Također u tom amandmanu date su smanjene vrijednosti ispušnih plinova ugradnjom trostrukog katalizatora i iznosenje.

CO: 15 gr/testu; HC: 1,5 gr/testu; NO_x : 1,5 gr/testu. Ovi standardi su strogo limitirani kao i standardni SAD, koji su na snazi od 1981. godine.

Ugradnjom trostrukog katalizatora u nove automobile koji se proizvode od 1989. u Evropi dolazi do smanjenja ispušnih plinova.

Tablica 7. Pregled potrošnje naftnih derivata za pogon motornih vozila unutrašnjim sagorijevanjem i za dobivanje topline u 1980. i 1984.g., te pri tome emitirana masa SO_2

Vrsta derivata		Spaljena masa 10^3 t	Sadržaj S %	Emitirana masa SO_2 10^3 t
Benzin	1980.	2.580	0,04	2,1
	1984.	1.795	0,04	1,5
Dizel-ulje	1980.	3.323	0,4	26,8
	1984.	3.047	0,4	24,4
Mlazno gorivo i petrolej	1980.	355	0,5	3,8
	1984.	304	0,5	3,0

Tablica 8. Specifični utjecaj zagađivača zraka na ljudsko zdravlje

Zagađivač	Učinci
CO	Smanjenje sposobnosti cirkulacionog sistema za transport kisika, oštećenje performansi potrebnih za budnost, pogoršanje kardiovaskularnih bolesti
NO_2	Porast osjetljivosti na patogene respiratorne trakta
O_3	Oslabljenje funkcioniranja pluća, kašalj, groznica, neugodnost, učestalost astmatičnih napadaja
Peroksiacil, nitrati, aldehidi	Iritacija očiju
SO_2 /čestice	Povećana rasprostranjenost kroničnih respiratornih oboljenja, povećan rizik akutnih respiratornih oboljenja
Pb	Degradacija funkcije bubrega, slabljenje sistema za hemoglobina, oštećenje nervnog sistema stvaranje genetskih promjena

koji se odnosi na zrak, pri čemu se ukupna emisija ispušnih plinova na cestama FRJ je prihvatila i smanjila, a u kojima se kreću automobili znatno smanjuje.

5. ZAKLJUČAK

Problematika zaštite čovjekove okoline nije nova ni u svijetu, niti kod nas. Izvori zagađivanja zraka mogu biti različiti, a jedan od mnogih zagađivača je i promet. Naglim razvojem intenziteta urbanizacije povećava se i promet vozila u naseljenim mjestima, a time se i povećava zagađenost zraka ispušnim plinovima motornih vozila.

U radu su prikazani glavni zagađivači ispušnih plinova motornih vozila, njihov utjecaj na zagađenje koje djeluje nepovoljno na čovjeka, poljoprivredne kulture, kao i općenito vegetaciju. U Jugoslaviji ima veoma mnogo šuma i razvedena obala Jadranskog mora što predstavlja prirodno i turističko bogatstvo.

Utjecajem ispušnih plinova motornih vozila dokazalo se da dolazi do odumiranja šuma kao i pojedinih vrsta drveća.

Isto tako ne može se razvijati turistička privreda lošim prometnicama uz Jadransku obalu. Mora se voditi računa o zagađivačima zraka, ne samo iz motornih vozila nego i iz drugih izvora. Budući je Jugoslavija prihvatila Pravilnik UN ECE treba težiti da se postignu propisane količine CO, SO₂, HC i NO_x u turističkim područjima.

To se može postići izgradnjom Jadranske magistrale i ugradnjom trostrukog katalizatora, čime bi se znatno smanjila količina štetnih tvari u ispušnom plinu.

SUMMARY

AIR POLLUTION DUE TO MOTOR EMISSIONS AND ITS IMPACTS ON TOURIST INDUSTRY

This paper deals with motor traffic, i.e. motor exhaust emissions as being one of the major pollutants of air. The review covers major pollutants, harmful effects of air pollution on human health, agricultural field crops and plants in general, with particular reference to forests. The author pleads for a strict abiding to international commitments in this area, sooner use of unleaded gasoline and obligatory mounting of three-fold catalyst in motor vehicles.

aj S	Emisija masa SO ₂ 10 ³ t
1	2,1
2	1,5
3	26,6
4	24,4
5	3,6
6	3,0

aka na ljudski

acionog sistema
performansa po
a kardiovaskular

ne respiratorne

ća, kašalj, grlo
ratičnih napada

oničnih respira
akutnih respira

slabljenje središ
vnog sistema