

Uticaj emisije gasova iz visokotemperaturnih procesa na efekat staklene bašte

Mr Aleksandar Petrov, dipl. inž., dr Miloš Kuburović, dipl. inž., i
dr Goran Jankeš, dipl. inž., Mašinski fakultet,
27. marta 80, 11000 Beograd

Efekat staklene bašte je posledica stalnog povećanja koncentracije gasova u vazduhu koji smanjuju odzračivanje toplote sa površine Zemlje u kosmos, a time i povećanje srednje temperature atmosfere. To može da izazove vrlo ozbiljne posledice po čovečanstvo, ako se hitno ne preduzmu određene mere u cilju smanjenja emisije gasova koji stvaraju "efekat staklene bašte".

U radu su prikazani rezultati proračuna količina gasova koji utiču na efekat staklene bašte, korišćenjem standardne metodologije i bilansiranjem količine goriva koja se koristi u termoelektranama i u mobilnim objektima.

Ugljen-dioksid (CO_2) se posmatra odvojeno od ostalih gasova staklene bašte, zbog fundamentalno različitih metoda evidentiranja. Emisija ugljen-dioksida zavisi, pre svega, od osobina goriva, dok su ostali gasovi staklene bašte više vezani za tehnologiju i uslove sagorevanja, te stoga moraju biti procenjivani na osnovu detaljnih podataka o energetske aktivnosti po sektorima.

CO_2 od energetskih aktivnosti može se proceniti na osnovu bilansa mase, koristeći informacije o količini goriva i udelu ugljenika.

Procene količina CH_4 , N_2O , NO_x , CO i NMVOC manje su pouzdane nego one za CO_2 , zbog zavisnosti emisija ne- CO_2 gasova od više međusobno povezanih faktora, kao što su: uslovi i tehnologija sagorevanja, kontrolna politika, kao i karakteristika goriva. To komplikuje njihovu zajedničku procenu do nivoa da korišćenje srednjih emisionih faktora za široke emisije kategorije dovodi do visokih nesigurnosti, jer srednji emisioni faktori mogu reprezentovati široku distribuciju vrednosti pojedinih izvora. Moguća je, takođe, greška u usvajanju podataka o aktivnosti. Iz ovih razloga, potencijalni nivo nesigurnosti u emisionim ispitivanjima treba smatrati visokim.

Procena emisije gasova staklene bašte iz energije i industrije baziraju se na korišćenju podataka o emisionim faktorima. Emisioni faktori su srednje vrednosti dobijene na osnovu niza izmerenih podataka o emisionim nivoima za određeni tip aktivnosti, ili tehnologije, koje se koriste na različitim mestima pod različitim uslovima. Emisija iz stacionarnih energetskih postrojenja uobičajeno se meri preko mase (g) polutanta prisutnog u gasnoj struji, za zadati sadržaj kiseonika, svedeno na jedinicu energije. Emisija od proizvodnje ili potrošnje energije može se meriti po jedinici mase goriva, ili po jedinici energije na ulazu, odnosno izlazu (npr. gram po GJ ulazne energije). Međutim, emisioni faktori za transport uglavnom su dati preko vrste usluge, npr. broj pređenih kilometara po vozilu ili broju kilometar-putnika ili kilometar-tona.

Za vođenje dokumentacije preporučuje se:

1. Primenjene metode i pojedinačni proračuni (kao na primer sakupljanje emisionih faktora i razdvajanje energetskih aktivnosti) treba da su očigledni i da se mogu reprodukovati.
2. Podaci o potrošnji trebalo bi da budu dokumentovani i verifikovani posebno u odnosu na raspoložive međunarodne izvore, ako su to nezavisni nacionalni podaci.
3. Sve razlike između korišćenih podataka o potrošnji i podataka nacionalnih statistika koji su dati u međunarodnim izveštajima treba notirati i objasniti.
4. Originalni izvori podataka o emisionim faktorima treba da budu prezentirani, kao i odgovarajuća statistika važna za ukupne proračune. To uključuje standardne devijacije (ako njima raspoložemo), ili srednje vrednosti drugih karakteristika tehnologija za kategorije predstavljene tim faktorom.

Eksperti na Pariskom savetovanju preporučili su da se IEA format za energetske bilanse koristi u svim zemljama kao uobičajeni format pri razmeni i upoređivanju podataka.

Određivanje emisije gasovitih polutanata se može uraditi na dva načina – računskim putem (preko jednačina sagorevanja), i na osnovu izmerenih koncentracija gasova u dimnom gasu.

Računskim putem. Na osnovu elementarnog sastava korišćenog goriva (sadržaj ugljenika) može se odrediti zapremina ugljen-dioksida po kilogramu goriva. Množenjem ove zapremine sa časovnom potrošnjom goriva i godišnjim časovima rada bloka dobija se godišnja emisija ugljen-dioksida.

Na osnovu izmerenih koncentracija gasova. Za određivanje emisije svih gasova staklene bašte potrebno je merenje njihovih koncentracija u dimnim gasovima, i to: CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x , CO i NMVOC. Množenjem koncentracije sa časovnim protokom dimnog gasa i godišnjim časovima rada bloka dobija se godišnja emisija. Pritom treba voditi računa da li se radi o protoku vlažnih ili suvih dimnih gasova.

Zbog nemogućnosti određivanja godišnje emisije gasova staklene bašte za pojedine termoelektrane na osnovu dostupnih podataka, izračunate su specifične emisije po GJ toplote i na osnovu godišnje potrošnje toplote dobijene su godišnje emisije CO_2 , NO_x izražen kao NO_2 , CO , CH_4 , N_2O i NMVOC, nisu mereni u našim termoelektranama, tako da nema podataka o njihovim emisijama.

U tabeli 1. dati su podaci o emisiji GH-gasova u Norveškoj u kojoj je količina emitovanog ugljen-dioksida približna količini u Saveznoj Republici Jugoslaviji.

Dvadeset pet zemalja je, do danas, kontaktiralo sa OECD i odgovorilo na pitanje IPCC u vezi sa emisijom gasova staklene bašte.

Tabela 1. Emisija GH gasova Norveške u 1988. godini (jedinica: za CO₂ Mt za ostale Kt)

POLUTANT	CO ₂	%	CH ₄	%	N ₂ O	%	NO _x	%	CO	%	NMVO _C	%
UKUPNO	34,3000	100,00	299,6	100,00	6,7	100,00	220,8	100,00	746,2	100,00	233,4	100,00
Energetske aktivnosti	32,5000	94,75	34,3	11,45	2,7	40,30	220,3	99,77	746,2	100,00	183,3	78,53
SAGOREVANJE	27,6000	80,47	12,0	4,01	2,7	40,30	216,2	97,92	551,3	73,88	141,5	60,63
Energija i transformacije :	4,2000	12,24	2,9	0,97	0,3	4,48	12,4	5,62	3,7	0,50	1,6	0,69
Proizvodnja struje		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Industrija nafte	4,2000	12,24	12,9	0,97	0,3	4,48	12,4	5,62	3,7	0,50	1,6	0,69
Ostalo		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Industrija	4,7000	13,70	0,3	0,10	0,9	13,43	9,6	4,35	1,5	0,20	0,4	0,17
gvožđa i čelika		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
hemijska		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
papira, pulpe i štampe		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
hrane i duvana		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ostalo		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Saobraćaj	15,2000	44,31	4,7	1,57	0,7	10,45	189,9	86,01	429,1	57,50	116,4	49,87
vazdušni	1,9000	5,54	0,1	0,03	0,1	1,49	4,0	1,81	10,5	1,41	2,2	0,94
drumski	7,8000	22,74	3,1	1,03	0,3	4,48	84,3	38,18	386,8	51,84	44,1	18,89
železnički	0,1000	0,29	0,0	0,00	0,0	0,00	0,5	0,23	0,2	0,03	0,1	0,04
unutrašnje plovidbe (1)	4,3000	12,54	1,2	0,40	0,2	2,99	87,8	39,76	6,2	0,83	3,1	1,33
pomorska spremišta		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ostalo	1,1000	3,21	0,3	0,10	0,1	1,49	13,3	6,02	25,4	3,40	66,9	28,66
Poljoprivreda i šumarstvo		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Trgovina i usluge (2)	3,4000	9,91	4,1	1,37	0,8	11,94	3,4	1,54	116,6	15,63	22,8	9,77
Privatno stanovanje(2)		0,00		0,00		11,94		0,00		0,00		0,00
Ostalo (3)	0,1000	0,29	0,0	0,00	0,0	0,00	0,9	0,41	0,4	0,05	0,3	0,134
BEZ	4,9000	14,29	22,3	7,44	0,0	0,00	4,1	1,86	194,9	26,12	41,8	17,91
SAGOREVANJA												
Dobijanje sirove nafte		0,00	10,4	3,47	0,0	0,00		0,00	96,8	12,97		0,00
Dobijanje prirodnog gasa		0,00	10,4	3,47	0,0	0,00		0,00	96,8	12,97		0,00
Rudnici uglja	4,9000	14,29	1,5	0,50	0,0	0,00	4,1	1,86	1,3	0,17	41,8	17,91
DRUGE VAŽNIJE AKTIVNOSTI	1,8000	5,25	265,3	88,55	4,0	59,70	0,5	0,23	0,0	0,00	50,1	21,47
Industrija (4)	1,6000	4,66	0,0	0,00	0,0	0,00	0,5	0,23	0,0	0,00	0,1	0,04
Poljoprivreda i šumarstvo	0,2000	0,58	105,3	35,15	4,0	59,70	0,0	0,00		0,00		0,00
poljoprivreda	0,2000	0,58	105,3	35,15	4,0	59,70		0,00		0,00		0,00
šumarstvo		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
ostalo		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Trgovina i usluge	0,0000	0,00	160,0	53,40		0,00		0,00		0,00		0,00
Saobraćaj		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Ostale neenergetske primene (5)		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	50,0	21,42

1. Ukupna plovidba, 2. Trgovina i privatno stanovanje, 3. Sagorevanje otpadaka, 4. Uključujući proizvodnju đubriva, 5. Toplotno isparavanje; X = procena još nije moguća; * = procena je nevažna; na = nije primenljivo.

NAPOMENA: Prazna mesta su bez dostavljenih podataka.

Tabela 2. Ukupna emisija ugljen-dioksida na osnovu bilansa ugljenika u termoelektranama za 1988. godinu

SPECIFIČNE EMISIJE (g/GJ) (po donjoj toplotnoj moći)	UGALJ 110 815,81	TEČNO GORIVO 80 486,22	GASOVITO GORIVO 64 617,53			UKUPNA EMISIJA (Mt/god.)	
TERMoeLEKTRANA	POTROŠNJA EMISIJA TOPLOTE (TJ)	(Mt/god.)	POTROŠNJA EMISIJA TOPLOTE (TJ)	(Mt/god.)	POTROŠNJA EMISIJA TOPLOTE (TJ)	(Mt/god.)	UKUPNA EMISIJA (Mt/god.)
1. TENT-A	79 160	8,772	798	0,064	NEMA	0,000	8,836
2. TENT-B	93 664	10,379	309	0,025	NEMA	0,000	10,404
3. TE KOLUBARA A	13 252	1,469	122	0,010	NEMA	0,000	1,478
4. TE KOSTOLAC	18 771	2,080	167	0,013	NEMA	0,000	2,094
5. TE DRMNO	10 711	1,187	639	0,051	NEMA	0,000	1,238
6. TE MORAVA	6 307	0,699	37	0,003	NEMA	0,000	0,702
7. TE-TO BEOGRAD	NEMA	0,000	104	0,008	NEMA	0,000	0,008
8. TE-TO NOVI SAD	NEMA	0,000	3 214	0,259	9 344	0,604	0,862
9. ENERGAN SR. MI.	NEMA	0,000	1 107	0,089	3 000	0,194	0,283
10. TE KOSOVO A	29 803	3,303	585	0,047	NEMA	0,000	3,350
11. TE KOSOVO B	39 207	4,345	650	0,052	NEMA	0,000	4,397
12. TE PLEVLJA	12 472	1,382	171	0,014	NEMA	0,000	1,396
Suma Jugoslavija	303 347	33,616	7 903	0,636	12 344	0,798	35,049

Dostavljeni izveštaji o nacionalnim emisijama imaju sledeće nedostatke:

- manje-više se ne slažu u pokrivenosti gasova "staklene bašte",
- suma glavnih aktivnosti, samo pojedinih aktivnosti ili samo nekih gasova,
- nemogućnost lakog prevođenja podataka u oblik IPCC konvencije,
- teškoće u kontaktima radi razmene raspoloživih podataka.

Na osnovu dostavljenih tabela može se reći sledeće: Australija, Kanada, Novi Zeland i Švedska nisu dali ukupne emisije

Tabela 3. Emisija GH gasova u termoelektranama za 1988. godinu

SPECIFIČNE EMISIJE (g/GJ) (po donjoj toplotnoj moći)	CO ₂ CO NO ₂				
	108 311,65	34,55	152,65		
TERMoeLEKTRANA	POTROŠNJA TOPLOTE		UKUPNA EMISIJA		
	TJ	%	CO ₂ Mt/god	CO Kt/god	NO ₂ Kt/god
1. TENT-A	79 958	24,71	8,660	2,763	12,206
2. TENT-B	93 973	29,04	10,178	3,247	14,345
3. TE KOLUBARA A	13 374	4,13	1,449	0,462	2,042
4. TE KOSTOLAC	18 938	5,85	2,051	0,654	2,891
5. TE DRMNO	11 350	3,51	1,229	0,392	1,733
6. TE MORAVA	6 344	1,96	0,687	0,219	0,968
7. TE-TO BEOGRAD	104	0,03	0,011	0,004	0,016
8. TE-TO NOVI SAD	12 558	3,88	1,360	0,434	1,917
9. ENERGAN SR.MI.	4 107	1,27	0,445	0,142	0,627
10. TE KOSOVO A	30 388	9,39	3,291	1,050	4,639
11. TE KOSOVO B	39 857	12,32	4,317	1,377	6,084
12. TE PLEVLJA	12 643	3,91	1,369	0,437	1,930
Suma Jugoslavija:	323 594	100,00	35,049	11,180	49,397

polutanata. Ukupne emisije polutanata koje su dale Norveška i Amerika ne odgovaraju zbiru podataka datih u tabeli, dok se za Italiju i Poljsku ovi podaci ne slažu. Nemačka je dala ukupne emisije, ali se vrednosti emisije za energetske aktivnosti ne mogu dobiti iz prikazanih podataka u tabeli.

S obzirom na podatke kojima raspoložemo danas, možemo da obradimo podatke o emisiji GHG* iz postrojenja za proizvodnju struje (i to samo delimično za pojedine gasove koji su mereni).

Tabela 4. Emisija gasova staklene bašte iz mobilnih izvora za Jugoslaviju

METODOLOGIJA	CO ₂ Mt/god.	CO Mt/god.	C _m H _n Mt/god.	NO _x Mt/god.
OTO-MOTORI				
1.1		539,400	163,000	88,000
1.2	7,767	811,266	69,178	116,344
1.3		632,000	93,000	98,000
1.4	7,241	764,950	151,740	40,790
1.5	8,054			
PROSEČNO	7,687	686,904	119,230	85,784
DIZEL-MOTORI				
2.1		158,000	30,000	218,000
2.2	10,347	115,00	28,410	180,420
2.3	11,154			
PROSEČNO	10,751	136,500	29,205	199,210
UKUPNO	18,438	823,404	148,435	284,994

U tabeli 2. data je ukupna emisija ugljen-dioksida na osnovu bilansa ugljenika za sve vrste goriva u termoelektranama Jugoslavije za 1988. godinu, a u tabeli 3. ukupna emisija

* GHG - emisija gasova "staklene bašte".

ka, a CO i NO_x na osnovu merenja).

Procena emisije GHG iz mobilnih izvora radena je odvojeno za Oto-motore i dizel-motore i to na sledeće načine:

1. Za Oto-motore:
 - 1.1 na osnovu podataka Zavoda "Crvena zastava", broja i strukture motornih vozila i potrošnje motornog benzina;
 - 1.2 na osnovu podataka iz Nemačke, strukture saobraćaja i broja motornih vozila;
 - 1.3 na osnovu metodologije OCE;
 - 1.4 na osnovu metodologije OECD;
 - 1.5 emisija CO₂ na osnovu sastava goriva.
2. Za dizel-motore:
 - 2.1 na osnovu metodologije OCE;
 - 2.2 na osnovu metodologije OECD;
 - 2.3 emisija CO₂ na osnovu sastava goriva.

U tabeli 4. dati su podaci o emisijama gasova staklene bašte iz mobilnih izvora za Jugoslaviju.

Literatura

- [1] ***: *Izrada metodologije i karastra emisije CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO i NMVOC_x (emisija gasova "staklene bašte") iz termoenergetskih i mobilnih izvora*, Mašinski fakultet, Rudarski institut, Beograd, 1992.