

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/329907616>

Natural Gas as Ecological Most Acceptable Fossil Fuel

Conference Paper · December 2018

CITATIONS

0

READS

10

2 authors, including:



Dejan Brkić

VŠB-Technical University of Ostrava

147 PUBLICATIONS 1,015 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



[JMSE] (SCIE Indexed, IF 1.732)—Invite to Publish in Special Issue "Safe, Secure and Sustainable Oil and Gas Drilling, Exploitation and Pipeline Transport Offshore" [View project](#)



Flow friction calculation - Colebrook equation [View project](#)

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

622.22/.26(082)
622.6(082)
621.86/.87(082)

**МЕЂУНАРОДНИ симпозијум Механизација и
аутоматизација у рударству и енергетици (7 ;
2006 ; Београд)**

Zbornik radova = Proceedings / VII
međunarodni simpozijum Mehanizacija i
automatizacija u rudarstvu i energetika -
MAREN 2006 = VII International Symposium
Mechanization and Automatization in Mining
and Energetics, Beograd, septembar 2006. ; u
organizaciji Smera za mehanizaciju u
rudarstvu = organized by Department of
Mining Mehanization Engineering ; [urednik
Slobodan Ivković]. - Beograd :
Rudarsko-geološki fakultet, 2006 (Beograd
: Gorapress). - VIII, 425 str. : ilustr. ;
24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Na vrhu
nasl. str.: Univerzitet u Beogradu, Rudarski
odsek. - Tiraž 120. - Abstracts. -
Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 86-7352-175-0

1. Рударско-геолошки факултет (Београд).
Смер за механизацију у рударству
а) Рударске машине - Зборници б)
Транспортна средства - Рудници - Зборници
COBISS.SR-ID 134053388



VII MEĐUNARODNI SIMPOZIЈUM
MEХАНИЗАЦИЈА I AUTOMATIZACIЈА
U RUDARSTVU I ENERGETIKA

MAREN 2006

Beograd, 27. i 28. septembar 2006.

**ПРИРОДНИ ГАС КАО ЕКОЛОШКИ
НАЈПРИХВАТЉИВИЈЕ ФОСИЛНО ГОРИВО**
**NATURAL GAS AS ECOLOGICAL MOST ACCEPTABLE
FOSSIL FUEL**

мр Дејан Бркић, дипл. инж. рударства,
стипендиста Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије,
др Тома Танасковић, дипл. инж. рударства,
редовни професор Рударско – геолошког факултета, Београд, Ђушина 7,

***Извод:** Природни гас је гориво које има најмању емисију угљендиоксида по јединици ослобођене енергије у односу на остала фосилна горива. Ово га чини фосилним горивом за XXI век, и еколошки прихватљивим горивом у складу са Кјото протоколом. Рад представља приређен део монографије “Природни гас као гориво за грејање”.*

***Кључне речи:** Природни гас, Ефекат стаклене баште*

***Abstract:** Natural gas is the fuel which has the least emission of carbondioxide reduced by the unit of realized energy versus any other fossil fuel. Natural gas is according to these facts, the fuel for 21st century, and the fuel which is acceptable according to Kyoto declaration. This paper is review from the book “Natural Gas as Heating Fuel”.*

***Key Words:** Natural Gas, Greenhouse Effect*

1. Увод

Чист ваздух и заштита околине су данас захтев већине човечанства, тако да се морају увек имати у виду. Кјото протокол се мора узети у обзир при предвиђању даљег развоја енергетике света и појединих земаља. Исто тако реално је очекивати пораст цене нафте и природног гаса, без обзира на стални раст резерви и снижавање производних трошкова, што доприноси даљој рационалности коришћења енергије и већем коришћењу нових обновљивих извора. Последњих година постало је актуелно питање повишења температуре и климатских промена као последице ефекта стаклене баште. Због тога се чини напор да се појаве и процеси који изазивају тај ефекат на неки начин ставе под контролу. Постигнута је међународна сагласност која је резултирала низом декларација, чији је циљ контролисање емисије штетних материја у атмосферу и покушај стабилизације њихових концентрација на одређеном нивоу (емисија – појам везан за мерења количине и састава продуката сагоревања на самом димњаку, док се за мерење на удаљеним местима користи појам имисија). У том циљу важно је идентификовати факторе који доприносе глобалном загревању, њихове изворе и могућност смањења њихове емисије у атмосферу.

2. Механизми који доводе до ефекта стаклене баште

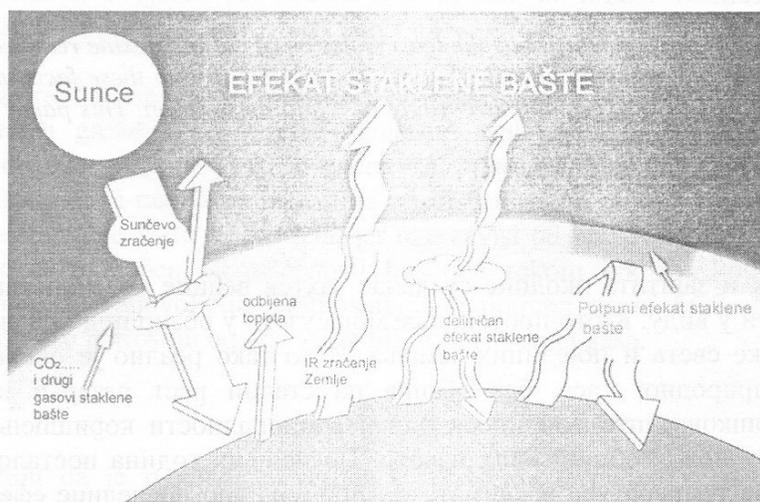
Гасови стаклене баште у саставу атмосфере су релативно мало заступљени и један су од главних узрока климатских промена. Одређени гасови задржавају се у атмосфери образујући “штит” који пропушта сунчево зрачење које загрева површину Земље и атмосферу. Топлотно зрачење Земље се на скали зрачења налази у инфрацрвеном

спектру - IR, а управо то зрачење гасови стаклене баште апсорбују и поново рефлектују топлоту на Земљу уместо да је пропусте у свемир. Ова појава позната је као ефекат стаклене баште, а њена последица је загревање површине Земље и нижих слојева атмосфере. Захваљујући овом ефекту просечна температура површине Земље износи око 15°C док би у супротном просечна температура била нижа за око 33°C (односно К) и износила би око -18°C. Ова разлика температуре се одржава уколико се и концентрација гасова стаклене баште одржава на истом нивоу (уколико занемаримо астрономске факторе чији утицај се испољава на већим временским скалама).

Водена пара сама одржава око 2/3, тј. $\Delta t=22^\circ\text{C}$ (односно К) природне температурске равнотеже. Водену пару која настаје у савременим постројењима је лако кондензовати. Утицај већег испаравања воде као последица савремене индустријске активности систем атмосфера-хидросфера може успешно да апсорбује, тако да парцијални притисак водене паре остаје константан у атмосфери.

Гасови “стаклене баште” учествују заједно са испод 1% запреминског састава атмосфере. Сама потрошња фосилних горива чини релативно брзу промену њиховог садржаја у атмосфери. Количина угљендиоксида је од средине XVIII века повећана за 25%, али је ефекат стаклене баште повећан за преко 50%, због учешћа других гасова који се емитују у атмосферу.

Гасови са највећим уделом у повећаном ефекту стаклене баште су угљедиоксид са 63%, метан са 20%, разни “фреони” са око 12% и азотови оксиди са око 5%. Уз гасове CO_2 , N_2O , CH_4 , и органска једињења (нпр. хлорофлуороугљеници-FCKW) су такође гасови са ефектом стаклене баште јер апсорбују енергију у инфрацрвеном, односно топлотном делу спектра и тако задржавају топлоту у атмосфери уместо да је пропусте у космос.



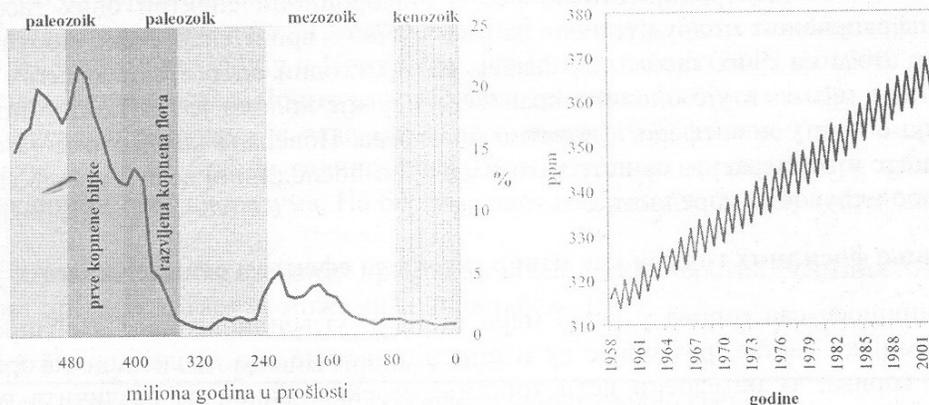
Слика 1. Ефекат стаклене баште

Повећана концентрација неких гасова у атмосфери утиче на смањење дебљине озонског омотача у стратосфери (сложена појава која се тиче моћи пропуштања или непропуштања штетних ултраљубичастих – УВ зрака кроз стратосферски - озонски слој), што може у наредних 20 до 30 година узроковати знатне штетне последице по живи свет. У очувању живог света позитивну улогу има само стратосферски озон, док онај настао у тропосфери нема такав утицај. Озон је иначе молекул са три атома кисеоника (O_3) врло нестабилне грађе са својством апсорпције у ултраљубичастом спектру. Неки штетни гасови имају способност разарања молекула озона. Ултраљубичасти зраци, посебно они подтипа Ц су веома штетни јер директно делују на структуру ДНК чиме се могу јавити малигна обољења (посебно коже).

Оксиди азота имају штетна дејства по живи свет, а поред сумпордиоксида одговорни су за настанак “киселих киша” које такође штете живом свету.

3. Промене концентрације гасова стаклене баште у прошлости са узроцима

Потреба за проценом утицаја на животну средину настала је као резултат повећане свести о нужности заштите животне средине педесетих и шездесетих година двадесетог века. Почетком осамдесетих година двадесетог века схватило се да је у животnoj средини дошло до великих поремећаја и великих загађења. Проблем је то што састав атмосфере није сталан. Он се свакодневно мења захваљујући људским активностима, због чега се мења и енергетска равнотежа у атмосфери Земље, па се у току овог века, предвиђа пораст температуре између 1,4°C и 5,8°C. Предвиђена стопа пораста температуре је много већа него у XX веку. Један од најзаступљенијих гасова стаклене баште је угљендиоксид који је у атмосфери заступљен са само 370 ppm, односно чини 0,037% земљине атмосфере.



Слика 2. Концентрација CO₂ у атмосфери

Претходни графикон (десно) је добијен мерењем на мерној станици Мауна Лоа, Хаваји, САД (Serips Institution of Oceanography) и преузет је из литературе. Овај графикон има тестераст изглед услед годишњих осцилација активности биљног света и повећања сагоревања фосилних горива зими када је управо биљни свет у стању мировања. Узлазни тренд је то што треба да нас забрине. Садашња концентрација је веома велика, тако да је атмосфера била богатија угљендиоксидом само у неким врло старим геолошким периодама када развој флоре није довољно унапредовао (слика 2; лево).

У току протеклих 20 година око 75% емисије угљендиоксида проузроковане човековом активношћу потиче од сагоревања фосилних горива за задовољење енергетских потреба. Остатак емисије је највећим делом последица сече шума са тиме да уколико се врши поновно пошумљавање, ова количина не улази у билансе пошто поново бива везана у живом свету. Проблем чини угљеник који је био везан у живом свету током геолошке прошлости и који је остао заробљен у фосилном гориву које се сада сагорева. Тренутно, океани и копно заједно апсорбују око половине емисије угљендиоксида који је последица људске активности. Посебно штетне последице могу настати уколико при експлоатацији нафте није решен и пласман гаса сепарисаног на пољу који се тада потпуно неискоришћен сагорева на бакљи. Као илустрација порекла угљендиоксида који се емитује као последица људских активности наводе се подаци о емисији угљендиоксида у САД 2000. године: око 98% емисије угљендиоксида потиче од сагоревања фосилних горива, док се остатак емитује при производњи цемента, производњи креча, сагоревању отпада. Део емисије је и последица неконтролисане сече шума без поновно пошумљавања, али је очигледно да је утицај осталих узрочника занемарљив у односу на доминантан "извор" - сагоревање фосилних горива.

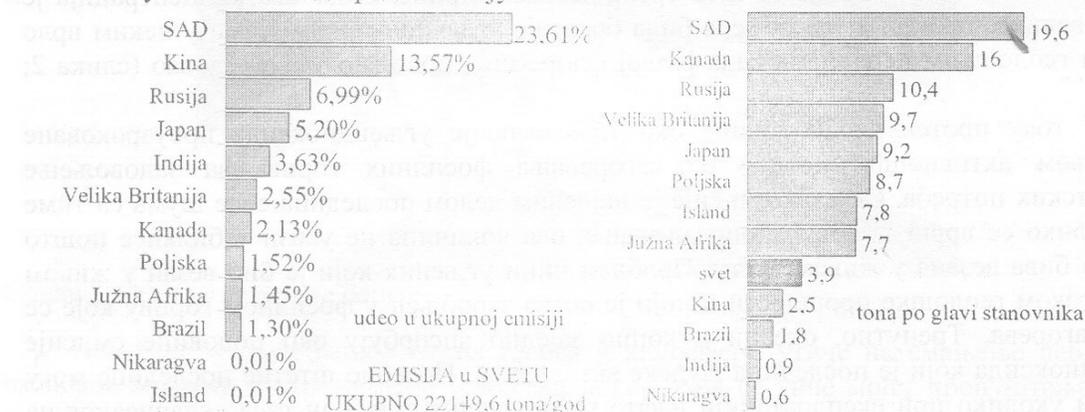
Пораст концентрације метана у атмосфери износи око 150% у односу на 1750. годину, а азотсубоксида око 17%. Преко половине емитованог метана који је у атмосфери присутан у милијардитим запреминским деловима (ppb_v) и чија

концентрација такође расте алармантном брзином, резултат је човекове активности. Постоји константан пораст концентрације метана током претходног (другог) миленијума, без сезонских падова и пораста својствених угљендиоксида (крива није тестераста као код CO_2), или се у литератури занемарује ова појава пошто је занемарљиво мала јер је и сам пораст концентрације метана реда милијардитих делова - ppb. По неким хипотезама највећи помор живог света током геолошке историје земље се збио крајем перма (крај палеозоица) и био је последица избијања великих количина метана из лежишта хидрата гаса у океанском дну из разноразних разлога. Ова катаклизма се сматра већом од оне касније, крајем креде (крај мезозоица) када су нестали диносауруси.

Синтетски гасови PFC и сумпор хексафлуорид SF_6 имају особине гасова стаклене баште и њихова концентрација стално расте. Апсорбциони спектри ових гасова се налазе у инфрацрвеном подручју, тако да ово зрачење врши енергетско побуђивање електрона у атомима ових гасова. Враћањем на претходни енергетски квантни ниво, сваки електрон гаса емитује онолико квантова енергије колико је претходно примио. Ова енергија остаје у атмосфери и додатно је загрева. Повећана концентрација гасова стаклене баште и температура су исто тако у узрочно-последичној вези и ове две појаве су врло добро међусобно корелисане.

4. Сагоревање фосилних горива као извор гасова са ефектом стаклене баште

Не доприносе сва горива у истој мери емисији угљендиоксида. Са обзиром на различит хемијски састав, различите су и емисије настале као последица сагоревања различитих горива, за остварени исти топлотни ефекат. Да би се различита горива могла међусобно поредити, уводи се коефицијент емисије угљендиоксида $K(\text{CO}_2)$ који представља масу емитованог угљендиоксида у атмосферу сведену на јединицу енергије. Природни гас представља смешу углавном угљоводоника, од којих је најзаступљенији метан, а у мањој мери етан, пропан и бутан. Осим угљоводоника у саставу природног гаса се најчешће налазе и сумпорводоник, угљендиоксид и азот. Сумпорводоник представља гориву компоненту (али непожељну из многих разлога), док азот и угљендиоксид представљају баласт.



Слика 3. Емисија CO_2 по државама

Коефицијенти емисије угљендиоксида при сагоревању различитих горива су за природни гас око $56,1 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, за течни нафтни гас $63,1 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, бензин $71,5 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, керозин $73,3 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, сирову нафту $74,1 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, дизел $77,4 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, камени угаљ $101,2 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$, тресет $106,0 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$ и за биомасу без пошумљавања $109,6 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$ ослобођене енергије.

Као најповољније гориво у смислу еколошке погодности намеће се природни гас који има најмањи коефицијент емисије угљендиоксида за исти топлотни ефекат. Разлог томе је састав природног гаса код кога је убедљиво највише заступљен метан, односно

има најмање учешће угљеника у односу на остала фосилна горива, због чега се сагоревањем поред угљендиоксида емитује и значајна количина водене паре.

Анализама будућег развоја света узимајући у обзир пораст светске популације и нарастајућих потреба у енергији се највише бави Светски савет за енергију (WEC-World Energy Council) који на основу више параметара даје сценарије концентрације главних гасова “стаклене баште”: метана, азотових оксида и угљендиоксида. Споразумом уговореним 1997. године у граду Кјото у Јапану који је ступио на снагу 16. фебруара 2005. године, поставља се за циљ смањење емисије CO₂ до 2012. године за 8% испод нивоа из 1990. године. До данас га је потписало преко 119 земаља, и оне су заједно одговорне за нешто више од 55% глобалне емисије овог гаса, а то је праг који је био потребан да овај споразум ступи на снагу. Најразвијеније земље САД, Немачка и Јапан емитују заједно преко 30% укупне светске емисије CO₂.

Наша држава још није ратификовала овај споразум. Исто тако постоји проблем у одређивању квоте за Србију и Црну Гору, јер је територија СФРЈ из 1990. године сада издељена у више држава. Пошто је дозвољена трговина квотама између држава, а наша индустријска производња је сада мања него током 1990. године (па и емисија CO₂), процењује се да ће Србија годишње изгубити неколико милиона евра кашњењем са ратификацијом овог споразума. На берзама квота за једну тону CO₂ кошта данас око 30 \$.

У продуктима сагоревања природног гаса нема чврстих честица. Несумњива предност природног гаса се може видети из табеле 1:

Табела 1. Продукти сагоревања горива у g/GJ

Врста горива – (пг-појединачно грејање; цг-централно грејање)						
I	Индивидуална ложишта	CO	SO ₂	NO _x	C _m H _n	честице
1.	Камени угаљ (пг)	2500	720	10	50	1500
2.	Брикети мрког угља (пг)	2500	400	6	40	400
3.	Екстра лако лож уље (пг)	100	210	50	10	2
4.	Екстра лако лож уље (цг)	10	210	250	10	2
5.	Природни гас (пг)	100	6	50	4	-
6.	Природни гас (цг)	10	6	120	4	-
II	Индустријска ложишта	CO	SO ₂	NO _x	C _m H _n	честице
1.	Камени угаљ	45	680	220	15	120
2.	Кокс	55	190	220	-	70
3.	Мазут	5	850	250	7	30
4.	Екстра лако лож уље	5	210	250	7	1
5.	Природни гас	1,2	6	200	4	-
III	Електропривреда	CO	SO ₂	NO _x	C _m H _n	честице
1.	Камени угаљ	5	740	220	3	80
2.	Мрки угаљ	5	820	330	2	180
3.	Мазут	0,1	850	250	5	30
4.	Екстра лако лож уље	0,1	210	250	5	1
5.	Природни гас	0,1	6	200	4	-
6.	Смеће	30	810	100	-	75

Иначе, 1 m³ природног гаса енергетски одговара, око 2,29 kg сувог дрвета; 2,52 kg мрког угља; 1,23 kg каменог угља; лож-уља од 0,86 kg до 0,9 kg; 2,23 m³ градског гаса и око 10 kWh електричне енергије.

Проблем нарушавања природне равнотеже је глобални проблем и усклађивање развоја сваке државе са условима и могућностима животне средине је императив садашњости и будућности. Загађењем су угрожени земљиште, вода и ваздух. Зависно

од врсте употребљеног горива главни продукти сагоревања, и најчешћи полутанти који имају директнији токсичан ефекат од претходно описаних појава су: угљенмоноксид CO, сумпордиоксид SO₂, азотни оксиди NO_x, угљоводоници и чврсте честице у виду чађи и летећег пепела.

У нашим условима, од шездесетих година XX века интензивно се развија топлификациони систем у Београду. До тада је топлификација вршена првенствено из локалних котларница. Растом града и повећањем удела станова у већим зградама рационалније је било градити веће топлане чиме се смањује локално загађење у центру града. Ови системи су тада још увек претежно радили на мазут.

Србија почиње да увози гас 1979. године, и од тада се стичу услови да топлане пређу на потрошњу овог јефтинијег и еколошки прихватљивијег горива. Данас је већина топлана у Београду прикључена на гасовод. Поред мана који показује овај начин грејања (није уведен систем мерења утрошене топлотне енергије чиме се не стимулише штедња), данас се око 50% станова у Београду греје на овај начин.

Топлана је концентрисани загађивач који штетне продукте сагоревања диспергује равномерно на ширем подручју зависно од руже ветрова, док код гасификације широке потрошње емисија продуката се диспергује локално (потрошач директно загађује своју ближу околину). Глобално у разматрањима загађења града већи загађивач је онај који троши више гаса. У разматрању екологије града, могуће је анализирати и употребу неконвенционалног гаса, чиме се решава проблем депонија, итд. Овај проблем је комплексан и далеко превазилази обим овог рада који се бави првенствено употребом природног гаса. Поредићи сва фосилна горива међусобно, природни гас је најмањи загађивач, али ово загађење је веће или мање у зависности од места и начина сагоревања (Табела 1). Природни гас сагорева без чврстог остатка и има најмањи коефицијент емисије CO₂ од око 56 kg/GJ.

5. Закључак

У скорој перспективи уласка у Европску Унију, а такође имајући у виду обавезе које намеће Кјото протокол, мора се узети у обзир и принцип очувања животне средине. Код коришћења фосилних горива за потребе грејања могу се остварити значајне економске и еколошке уштеде, одабиром одређене врсте горива, као и места, а посебно начина његовог сагоревања. Од свих фосилних горива, овде се у првом реду намеће природни гас који ослобађа најмање угљендиоксида по јединици ослобођене енергије. При коришћењу једног енергента (у овом случају природног гаса) у различитим системима врло је мала разлика у нивоима загађења. Веће разлике могу настати, не у збирном ефекту на нивоу града, већ по појединим насељима где се налази локални загађивач.

6. Литература

- [1]. **Дејан Бркић**: Природни гас као гориво за грејање (Natural Gas as Heating Fuel); Монографија; Задужбина "Андрејевић", библиотека "Academia", Београд 2006. (у штампи)
- [2]. **Дејан Бркић**: Одређивање граничних параметара употребе природног гаса у Београду (Determination of Restricted Parameters of Natural Gas Usage in Belgrade); Магистарски рад; Рударско-геолошки факултет, Београд 2005.
- [3]. **Дејан Бркић**: Утицај природног гаса на ефекат стаклене баште (Influence of Natural Gas on Greenhouse Effect); први симпозијум "Екологија, животна средина, енергија и технологија" са међународним учешћем-стање и перспективе ЕЖЕТ XXI, Београд 2004.
- [4]. **Ненад Ђајић**: Енергија за одрживи свет (Energy for Sustainable World); Монографија; Рударско-геолошки факултет, Београд 2002.