

STAKLENIČKI PLINOV I GLOBALNO ZAGRIJAVANJE

Emisije koje ugrožavaju našu budućnost

PRIPREMILO
Tanja Vrančić

Međunarodni sporazumi ne daju priželjkivani učinak, ali ni države nisu u stanju sve riješiti pa trebamo biti svjesni vlastite odgovornosti da bi unucima mogli pogledati u oči

nja... Trebamo konačno svi postati svjesni vlastite odgovornosti da kao pojedinci možemo učiniti nešto zbog čega bi unucima bez stida mogli pogledati u oči. I to bez obzira što se čini u Kini ili Indi-

Čovječanstvo se upravo sukobljava s posljedicama svoga pomalo neodgovornog ponašanja u proteklom stoljeću. Najavama o mogućem nedostatku fosilnih energetske izvora u skoroj budućnosti pridružila se i spoznaja o utjecajima štetnih emisija u okolišu. Ozonskim se rupama, donedavno jednim stvarnim prijetnjama, pridružilo globalno zagrijavanje okoliša. Stručnjaci su sve uvjereniji da to nisu prirodne promjene već posljedice čovjekovih postupaka koje su utjecale na pojačano ispuštanje stakleničkih plinova. Ugljikov dioksid (CO₂) postao je tako najveći neprijatelj.

U posljednjim se desetljećima prosječna temperatura na planetu povisila za gotovo jedan Celzijev stupanj. Pri sadašnjem će se opterećenju okoliša do 2100. podignuti za još najmanje 4 °C, što će ponajprije uzrokovati topljenje leda na Zemljinim polovima i za posljedicu izazvati podizanje morske površine, a time i snažno utjecati na cjelokupno čovječanstvo. Predviđaju se i velike vremenske promjene. Polako ćemo se privikavati na vruća ljeta, hladne zime, sušna razdoblja, vremenske katastrofe s poplavama, orkanske vjetrove... Voda će zaista postati strateško prirodno bogatstvo.

Različiti su odjeci na prognoze stručnjaka i zabrinutih aktivista po cijelom svijetu, ali ujedno više ili manje obavezuju države na poduzimanje hitnih mjera kada se još može spriječiti katastrofa iako ni trenutačno stanje neće biti bez posljedica. Masovno pristupanje država različitim međunarodnim sporazumima ne daje priželjkivani učinak jer čini se



Globalno zagrijavanje Zemlje opasna je prijetnja čovječanstvu



Slika zagađenja mnogih razvijenih gradova

da za prava rješenja nedostaje političke volje. Zaista je i nestvarno očekivati da će sve riješiti država. Naposlijetku, država se sastoji od pojedinaca koji imaju vlastita razmišljanja, uvjerenja, djelova-

ji, pa čak i da Amerika nikad ne potpiše Protokol iz Kyota. To bi zaista trebala biti dragovoljna odluka svakog od nas jer kada se jednom umiješa država to zapravo postaje prisila.

Već je nekoliko godina politika zaštite okoliša obilježena pozivima za smanjivanjem uporabe fosilnih energetske goriva i njihovom zamjenom obnovljivim izvorima energije. Drvo i goriva iz drva bila su znatno ekološki prikladnija nego nam se to nekad činilo. Loženje drvom nije naime uzrokovalo emisije sumpornog dioksida, poput ugljena, nafte ili zemnog plina, što je bila velika prednost iako se pri izgaranju oslobađa ugljikov dioksid koji je najčešći staklenički plin. Stoga je drvo kao zamjena fosilnih energetske izvora samo djelomično rješenje.



Povećano otapanje leda na polovima

Već se godinama poziva na smanjivanje uporabe fosilnih goriva, a gotovo zanemareno drvo bilo je mnogo prikladnije jer nije uzrokovalo emisije sumporova dioksida

U Europi je više od 40 posto proizvedene energije vezano za potrošnju u zgradama. Dio je te količine potreban za proizvodnju materijala, prijevoz i ugradnju, ali također i rušenja, a ostalo se godinama troši na grijanje, hlađenje, rad raznovrsnih uređaja i rasvjetu u zgradama. Zato razvoj niskoenergetskih tehnologija u proizvodnji materijala može samo djelomično pridonijeti manjoj ovisnosti zgrada o energiji dobivenoj iz fosilnih goriva.

Trenutačno je u svijetu ponuđeno dovoljno različitih tehnologija za dugoročno smanjivanje ovisnosti čovjeka o opasnim energentima za okoliš, pa stoga budućnost i nije nužno zabrinjavajuća. Toplinsku i električnu energiju može se dobiti od Sunca koje na Zemlju šalje energiju u golemim količinama. Ta je energija još skuplja od one dobivene iz tradicionalnih izvora iako znatno manje

utječe na standard građana nego što će to biti u budućnosti kada će se još više pogoršati stanje u prirodi i kada će se morati sanirati i posljedice koje sada uzrokuje.

Kyotski protokol

Da bi spriječile daljnje štetne posljedice efekta staklenika, razvijene su zemlje dogovorile smanjivanje ispuštanja stakleničkih plinova za 5,2 posto u odnosu na 1990. godinu. Protokol koji na to obavezuje potaknut je od strane UNFCCC-a (United Nations Framework Convention on Climate Change – Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda za klimatske promjene), a usvojen je 1992. u Rio de Janeiru, dok je u Kyotu samo unaprijeđen. Protokol predviđa da razvijene zemlje moraju platiti i osigurati tehnologiju nerazvijenim zemljama kako bi se spriječile klimatske promjene. Protokol međutim istodobno predviđa kvote proizvodnje CO₂, tako da razvijene zemlje mogu kupovati kvote od nerazvijenih kako im ne bi usporavale ili onemogućavale razvoj. No u praksi se takvo ponašanje "velikih" zemalja često postavlja s neokolonijalizmom pa se sporazum iz Kyota često kritizira jer ga neke razvijene zemlje smatraju restriktivnim,

a neke nerazvijene neokolonijalističkim. Ipak je budućnost sporazuma iz Kyota nesigurna ponajprije zbog američkog odbacivanja.

Da bi postao valjan, sporazum iz Kyota mora ratificirati barem 55 zemalja koje su odgovorne za 55 posto emisije CO₂ iz 1990. Kako je ondašnji američki predsjednik Bush povukao SAD (najvećega svjetskog zagađivača odgovornog za više od 33 posto emisije ugljikova dioksida) iz Protokola koji je ocijenio "štetnim za američke gospodarske interese", Europska Unija nagovorila je ostale zemlje (ponajprije Rusku federaciju sa 17,4 posto emisije CO₂) da ratificiraju sporazum. Trenutačno je sporazum ratificiralo 119 zemalja koje su zajednički odgovorne za približno 44,07 posto emisije CO₂.

Nadalje, u ožujku 2007. čelnici Europske Unije prihvatili su sjedinjeni pristup klimatskim promjenama i energetske politici zbog zaustavljanja klimatskih promjena, ali i radi povećanja energetske sigurnosti te jačanje konkurentnosti Europske Unije. Cilj je pretvoriti europsko gospodarstvo u energetske učinkovito i s niskim emisijama ugljikova dioksida. Za pokretanje tog postupka šefovi su država i vlada do 2020. odredili klimatski i energetske cilj – poznat kao "20-20-20".

Sporazum iz Kyota ratificiralo je 119 zemalja koje proizvode približno 44 posto ugljikova dioksida, ali ga nije prihvatio SAD kao najveći svjetski zagađivač

To zapravo znači smanjiti emisije stakleničkih plinova barem 20 posto u odnosu na polaznu 1990. godinu. Nadalje, 20 posto potrošene energije treba doći iz obnovljivih izvora, a 20 posto valja smanjiti potrošnju primarne energije poboljšanjem energetske učinkovitosti. Ti se ciljevi inače u cijelosti podudaraju s Protokolom iz Kyota. Stoga je vrijeme za prave i stvarne promjene. Ako smo nedavno ekološku osviještenost mjerili



Zagađenje iznad grada Santiago de Chilea



Veliko zagađenje iznad sjeveroistočne Kine snimljeno NASA satelitom

spremaošću za odvojenim skupljanjem smeća, sada je potreban sljedeći i učinkovitiji korak – smanjiti uporabu energije u zgradama. To je nužno jer valja spriječiti daljnje zagađenje okoliša. I to je odgovornost svih, ne samo investitora, već i projekatana, ali i potrošača.

Staklenički plinovi

Vodena para (H_2O), ugljikov dioksid (CO_2), metan (CH_4) i dušikov oksid (N_2O) staklenički su plinovi nastali prirodnim aktivnostima i izmiješani u cjelokupnoj atmosferi čine zračni i toplinski Zemljin omotač. Omotač ujedno sprečava gubitak toplinske energije u svemir i pridonosi tome da je klima na Zemlji povoljna za život. Bez omotača od stakleničkih plinova, površina Zemlje bi bila $30\text{ }^\circ C$ stupnjeva hladnija i nepovoljna za živa bića te hladna i beživotna poput površine Marsa.

Sunčevo zračenje djelomično prolazi kroz atmosferu, a dijelom se od nje reflektira. Dio reflektiranog zračenja u atmosferi upijaju staklenički plinovi. Najvažniji je i opsegom najveći staklenički plin vodena para koja je dio prirodnoga vodenog ciklusa i uglavnom nije posljedica ljudskih djelatnosti.

Staklenički plinovi koji se u atmosferi najčešće pojavljuju kao posljedica ljudskih aktivnosti jesu: ugljikov dioksid (CO_2), metan (CH_4), dušikov oksid (N_2O), klorfluorouglijci – freoni (poznati i po eng. kratici CFC) te klorfluorouglikovodici – također vrsta freona (eng. HCFC) i fosfor-fluor-uglikovodici (eng. PFC). Ugljikov dioksid najčešće nastaje izgaranjem fosilnih goriva. Dušikov oksid također nastaje u procesima izgaranja, ali i u raznim industrijskim procesima, osobito u poljoprivredi. Metan se ispušta u atmosferu pri rukovanju, proizvodnji, prijenosu, preradi i raspodjeli

fosilnih goriva, ali i u poljoprivredi, enteričkoj (crijevnoj) fermentaciji kod domaćih životinja i fermentacijom otpada. Preostala se tri plina rabe u industrijskim procesima pa iako su u malim količinama imaju znatan utjecaj na efekt staklenika.

Freoni su desetljećima smatrani bezazlenim i bezopasnim tvarima, a otkrio ih je 1930. Amerikanac Thomas Midgley. Prema jednoj anegdoti navodno je izumitelj odmah i demonstrirao neškodljivost svog otkrića pa je duboko udahnuo freon i potom puhanjem ugasio upaljenu svijeću. Klorfluorouglijci pokazali su se pogodnima za brojne tehničke namjene, poput potisnih plinova u aerosolnim raspršivačima (dezodoransi, lakovi za kosu, insekticidi...), u proizvodnji pjenastih materijala (spužve i izolacijski materijal), u sredstvima za čišćenje i odmašćivanje, u zamrzivačima, hladnjačama i drugim rashladnim sustavima te

klimatizacijskim uređajima i toplinskim crpkama.

Freoni su desetljećima smatrani bezazlenim i bezopasnim tvarima i to su plinovi bez boje i mirisa, posve su neotrovni i vrlo tromi, ali zato uništavaju ozon

Freoni su bez boje i mirisa te nisu zapaljivi, posve su neotrovni i vrlo tromi, što znači da se teško vežu s drugim tvarima. Ali zato uništavaju ozon. Naime, freoni godinama putuju nižim slojevima atmosfere dok ne dospiju u stratosferu i do ozonskog omotača gdje u posebnim kemijskim reakcijama razaraju molekule ozona. Kako ozon reflektira opasno ultraljubičasto zračenje natrag u svemir, uništavanje ozona omogućuju tom zračenju da dopre do zemlje što između ostalih nepovoljnih učinaka dodatno povećava njezinu temperaturu.

Emisije ugljikova dioksida i načini smanjivanja

Plin koji utječe na efekt staklenika je ugljikov dioksid. Emisije CO₂ posljedi-

ca su promjena u kojima se izgaranjem goriva kemijska energija pretvara u toplinsku ili kada se pri transportu kemijska energija pretvara u mehaničku. Manji dio emisija potječe iz industrijskih procesa u kojima je ugljikov dioksid nusprodukt koji se izravno ispušta u atmosferu. I fosilna goriva sadrže manje količine koji se pri izvlačenju iz zemlje ispušta u atmosferu.

Provedena su istraživanja pokazala da bi u Hrvatskoj najviše trebalo djelovati na smanjivanje emisija ugljikova dioksida u prometu jer mu je tu i najveći udio. Promet zasnovan na električnoj energiji stvara znatno manje emisije, ali tehnološka rješenja ne omogućuju velik napredak u smanjivanju emisije CO₂ u prometu iako su istraživanja gorivih čelija na bazi vodika, provedena radi smanjivanja američke ovisnosti o "arapskoj nafti", vrlo obećavajuća. Ipak masovna proizvodnja vjerojatno neće biti moguća prije 2020.

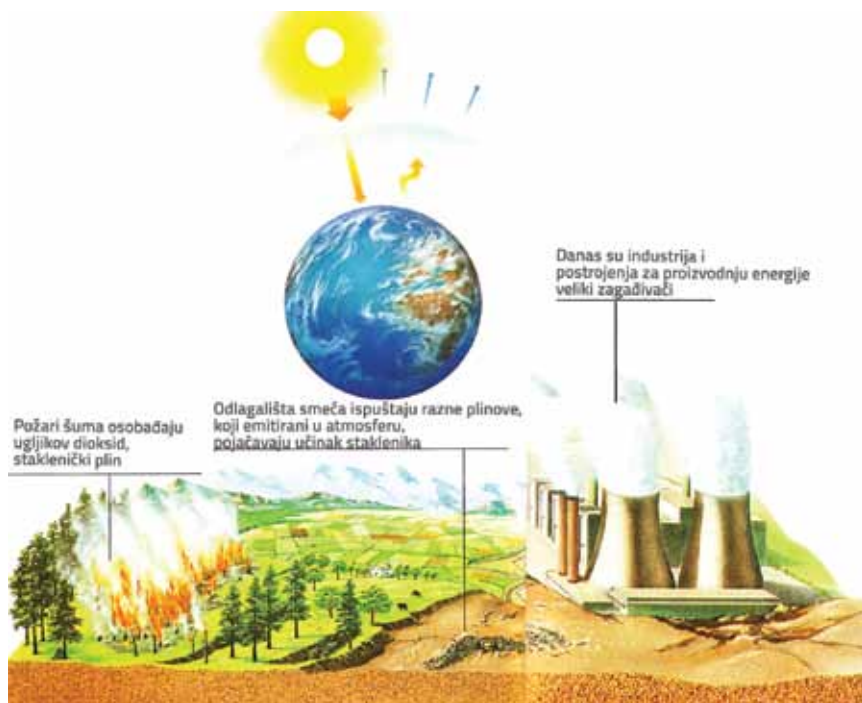
Poznato je da su šume važan proizvođač kisika na Zemlji, odmah iza fitoplanktona iz mora i oceana. Prosječno gotovo 12 sati na dan listovi iz atmosfere vežu ugljikov dioksid

koji je nužan u procesu fotosinteze kojom se oslobađaju velike količine kisika. U jednom danu hektar šume veže približno 900 kg ugljikova dioksida, a istodobno oslobađa gotovo 600 kg kisika. Zelenilo tako smanjuje udio škodljivoga ugljikovog dioksida u zraku i povećava koncentraciju kisika, plina bez kojeg je nemoguć opstanak gotovo svih živih bića na Zemlji. Stoga s punim opravdanjem šume nazivamo plućima našeg planeta i svako je krčenje i uništavanje šuma radi novih obradivih površina ili širenja naselja veoma štetno i zahtijeva smanjivanje na najmanju moguću mjeru.

Ispitivanja su potvrdila da šume osim velikih količina ugljikova dioksida upijaju i do 70 posto prašine i do 50 posto sumporova dioksida iz tvorničkih dimnjaka

Zelenilo može znatno pročititi atmosferu i smanjiti štetne plinove. Osim što upijaju velike količine ugljikova dioksida, listovi usisavaju i druge štetne plinove iz atmosfere. Mjerenjima se ustanovilo da je u parkovima koncentracija sumporova dioksida (SO₂) manja čak za 50 posto nego na gradskim ulicama, a također je manja i koncentracija ugljikova monoksida (CO). Usto listovi apsorbiraju i prašinu te dim i čađu. Ispitivanja su potvrdila da šume upijaju i do 70 posto prašine iz zraka i do 50 posto SO₂ ispuštenog iz tvorničkih dimnjaka.

Znanstvenici su zabrinuti da će šume, travnjaci i zelene površine moći i ubuduće upijati ispušteni CO₂. Najvjerojatnije će se ti prirodni filtri zbog promjena u atmosferi i ljudskog djelovanja znatno smanjiti, a možda i promijeniti. Uostalom nije pouzdano ustanovljeno ni koliko šume apsorbiraju ispuštenog CO₂ koji je proizveden ljudskom aktivnošću jer pretpostavlja se da i tlo i oceani upijaju polovicu ugljikova dioksida nastalog izgaranjem fosilnih goriva.



Shema učinka staklenika

Životni ciklus i staklenički plinovi

Procjena utjecaja vijeka trajanja, za-pravo životnoga ciklusa (eng. LCA – Life Cycle Assessment), posebna je metodologija za analizu i ocjenu opterećenja okoliša od strane pojedinih proizvoda. Pritom se razmatra cijeli životni ciklus – od dobivanja sirovina, proizvodnog procesa, transporta, ugradnje, uporabe proizvoda i njegove razgradnje. Krug se može zatvoriti oporabom (recikliranjem), ovisno o tome upotrebljavaju li se otpaci djelomično ili u cijelosti za drugi proizvod ili je uporaba otpadaka sirovina za novi proizvod. Analiza životnog ciklusa proizvoda po metodologiji LCA (obrađena u posebnoj ISO normi) ima četiri glavne faze određivanja: namjenu i opseg, inventar, utjecaj na okoliš i tumačenje rezultata.

Procjene utjecaja životnoga ciklusa važno su oruđe za cjelovitu obradu okolišnih značajki građevnih proizvoda i zgrada, posebno u njihovoj optimizaciji. Određenom se proizvodu ili djelu vrednovanje utjecaja na okoliš kroz vijek trajanja. Takva je analiza važna za vrednovanje cijelog sustava ili konstrukcijskog sklopa, ali se pritom ne isključuju pojedini elementi, građevni materijali ili bilo koji drugi sastavni dijelovi.

Na početku je razvoja LCA analize najveća pozornost posvećivana stvarnim problemima okoliša, poput acidifikacije i nitrifikacije, a posljednjih godina prevladavaju staklenički plinovi. Emisije stakleničkih plinova povezane s građevnim proizvodima nazivaju se i

ugljični otisci (eng. Carbon Footprint) po ugljikovu dioksidu koji je količinski najzastupljeniji staklenički plin pa služi kao osnovna jedinica.

Staklenički plinovi povezani s građevnim proizvodima zovu se i ugljični otisci prema ugljikovu dioksidu koji je najzastupljeniji takav plin

Podaci su o ugljičnom otisku u Europi sve traženija, čak i nužna informacija. U Francuskoj je primjerice zakonski prihvaćeno da svi proizvođači i prodavači moraju od početka 2011. označavati svoje proizvode ugljičnim otiskom i drugim indikatorima LCA zakonodavstva. Izrazom "od vrata do vrata" (eng. Gate to Gate) u stručnoj je literaturi opisan sustav za proučavanje utjecaja na okoliš samo u procesima izrade proizvoda. Terminom "od kolijevke do vrata" (eng. Cradle to Gate) opisan je sustav za proučavanje utjecaja na okoliš od dobivanja sirovina i materijala do otpreme konačnih proizvoda iz poduzeća, a "od kolijevke do groba" (eng. Cradle to Grave) sustav za proučavanje utjecaja na okoliš od dobivanja sirovina i materijala do uništavanja i odstranjivanja iskorištenih proizvoda, prema načelu: uzmi-napravi-odloži. U konceptu "od kolijevke do kolijevke", (eng. C2C, Cradle to Cradle), valja reći da se u nas ponegdje rabi i kratica "oKdK", radi se također o pristupu prema spomenutom pravilu (uzmi-napravi-odloži), ali i načelu koje se

temelji na uzorcima pronađenim u prirodi. Ciklus je kruženja tvari u savršenim uvjetima beskonačan, a pritom najbolje troši energiju, gubi malo materijala u procesu i mala je ovisnost o sirovinama iz prirode. Načelo "oKdK" temelji se na stvaranju prirodno učinkovitih rješenja koja dugoročno pridonose trajnom razvoju. Takvi su proizvodni procesi jednostavniji, troše manje energije i sirovina, a proizvode i manje otpadnoga materijala koji se može reciklirati pa je stoga i jeftiniji. Okolišu prihvatljivije materijale lakše je i isplativije obrađivati, a gospodarski je privlačna uporaba materijala tako da se sačuvaju prvotne značajke. U skladu s načelima "oKdK" proizvodni procesi i proizvodi moraju ispuniti sljedeće zahtjeve: upotrijebljeni materijali moraju biti sasvim sigurni za ljude, raslinje i životinje, završetkom životnog kruga proizvodi se moraju moći potpuno rastaviti i njihovi dijelovi uporabiti u biosferi (ekološko recikliranje) ili tehnosferi (tehnološko recikliranje), a da im se pritom ne smanjuje kvaliteta.

Za kraj valja istaknuti da je ispuštanje emisija CO₂ u atmosferu ozbiljan problem koji se ne smije olako shvaćati, posebno i stoga što će se u skoroj budućnosti nedopuštene kvote ispušnih plinova "masno" naplaćivati. Hrvatska će se početkom 2013. uključiti u europski sustav trgovanja kvotama CO₂, a sadašnja je cijena jedne kvote približno 17 eura, dok će kazne za prekoračene emisije biti i po 100 eura za jednu tonu.

Izvori: Zbašnik-Senegačnik, M.: *Pasivna kuća*, www.geografija.hr

GREENHOUSE GASES AND GLOBAL WARMING

Public appeals and pleas for reduction of greenhouse gas emissions have continuously been made for many years now, but the results are not encouraging. To make matters work, the Kyoto Protocol has still not taken effect despite having been signed by most countries, because the USA, as the greatest polluter, refuses to sign this significant document. It now seems that countries are unable to solve all these problems on their own, and so each individual is expected to start tackling the greenhouse gas problem, carbon dioxide emission in particular, and this especially by promoting and respecting the energy efficiency principles. The article continues with the discussion

on Freons which deplete the ozone cover, while also describing tests that have confirmed that forests, in addition to reducing the quantity of carbon dioxide through oxygen production, also clean the atmosphere from dust and sulphur dioxide coming from factory stacks. The final part of the article is reserved for life cycle of products and their influence on greenhouse gas production, carbon dioxide in particular. In this respect, the so called carbon blueprint is increasingly being analyzed and presented for many widely used products, including products used in construction industry.