

# novosti i zanimljivosti

Uređuje: Mirko Klaić, dipl. ing.

## Stanje u poluvodičkoj industriji

Trenutačno razmjerno miran razvoj tržišta poluvodiča nešto se promijenio prema najnovijem izvještaju Instituta za istraživanje tržišta *IC Insights* za prvo tromjesečje 2005. godine za 10 prvih u industriji poluvodiča. Tako *Intel*, *Samsung* i *Texas Instruments* zadržavaju svoja mjesta: 1, 2. i 3., dok je *Toshiba* s prometom od 2,275 mrđ dolara potisnula *Infineon* (2,108 mrđ dolara) s četvrtog na šesto mjesto. Isto tako je *STMicroelectronics* pao sa šestog na sedmo mjesto. Novi u listi prvih 10 je *Freescale Semiconductor*, SAD. Tvrtki je uspjelo u prva tri mjeseca 2005. godine s prometom od 1,442 mrđ dolara zamijeniti *Philips Semiconductors* na desetom mjestu. Philips – 2004. godine još na desetom mjestu – također je preskočen i od tvrtke *Sony*, koja je s tromjesečnim prometom od 1,414 mrđ dolara jasno ispred *Philipsa* sa 1,328 mrđ dolara. Dok su poznate američke i azijske poluvodičke tvrtke razmjerno dobro započele u 2005. godini, tri europske tvrtke nisu zadržale svoje položaje iz prethodne godine. Njihova predviđanja za drugo tromjesečje 2005. godine su da će zadržati svoje sadašnje položaje.

Investicije u industriji poluvodiča dodatno rasvjetljavaju stanje. *IC Insights* povećao je svoju prognozu investicija u poluvodičkoj industriji za 2005. godinu za 5 % i sada očekuje još samo 5 % manje investicije prema 2004. godini. Prvobitno su istraživači tržišta računali sa smanjenjem od 10 %. Istodobno su analitičari ipak smanjili svoje prognoze za 2006. godinu: umjesto minusa od 1 % prema 2005. godini predviđaju za 7 % niže investicije cijele poluvodičke industrije.

Nakon procjene analitičara *IC Insights*, koji su se pri istraživanju oslonili na objavljene izvještaje proizvođača poluvodiča, 25 najvećih proizvođača u 2005. godini će uložiti 38,47 mrđ dolara u izgradnju svojih proizvodnih kapaciteta i razvoj. U usporedbi s 2004. godinom to znači 2 % više. Za čitavu granu računa se s iznosom od 45,23 mrđ dolara za investicije, tj. 1 % manje nego u 2004. godini. Razlika između -1% prema podacima iz prognoze *IC Insights* od -5% proizlazi prije svega iz nesigurnosti investicijskih mogućnosti manjih proizvođača poluvodiča.

Kakvi su odnosi snaga u poluvodičkoj industriji, pokazuju podaci: 25 najvećih tvrtki ulaže oko 85 % od ukupne sume za investicije. Samo na *Samsung* i *Intel* otpada oko 25 % od ukupnih investicija. U tablici su iznosi planiranih investicija u 2005. godini i postotak promjene prema 2004. godini za 12 prvih tvrtki. Među njima najveći je porast kod *Intela*: 46 %.

Europske tvrtke *Infineon Technologies*, *STMicroelectronics* i *Philips Semiconductors* investiraju manje nego u prethodnoj godini. Dok je kod tvrtke *Infineon* to smanjenje 5 %, kod *STMicroelectronics* iznosi čak 27 %.

M&T, 5.2005

## Nuklearna ili fosilna energija?

Odgovarajući paket poticaja mogao bi 2015. učiniti nove nuklearne projekte u SAD-u konkurentnima u odnosu na fosilna goriva, a cijene ugljika mogle bi ih učiniti najjeftinijom opcijom.

1. tromj. 2005.	2004.	Tvrtka	1. tromj. 2005.	2. tromj. 2005.*	1. polug. 2005.*	2004.	2005.	2005./2004.
mjesto			promet u mln dolara			investicije u mln dolara		
1.	1.	<i>Intel</i> SAD	8 490	8 035	16 525	3 843	5 600	46 %
2.	2.	<i>Samsung</i> J. Koreja	4 361	4 360	8 721	4 735	5 660	20 %
3.	3.	<i>Texas Instruments</i> SAD	2 597	2 650	5 247	1 298	1 300	0 %
4.	7.	<i>Toshiba</i> Japan	2 275	2 325	4 600	18 751	1 380	-26 %
5.	5.	<i>Renesas</i> Japan	2 200	2 230	4 430	870	895	3 %
6.	4.	<i>Infineon</i> Europa	2 108	2 110	4 218	1 585	1 500	-5 %
7.	6.	<i>STMicroelectronics</i> Europa	2 083	2 145	4 228	2 050	1 500	-27 %
8.	8.	<i>TSMC</i> Tajvan	1 765	1 800	3 565	2 275	2 600	14 %
9.	9.	<i>NEC</i> Japan	1 519	1 570	3 089	1 490	1 300	-13 %
10.	11.	<i>Freescale</i> SAD	1 442	1 435	2 877	522	450	-14 %
11.	12.	<i>Sony</i> Japan	1 414	1 440	2 854	1 480	1 350	-9 %
12.	10.	<i>Philips</i> Europa	1 328	1 370	2 698	740	625	-16 %
Ukupno			28 840	28 660	57 500			

\* podaci od proizvođača

Cijena kapitala je jedini najvažniji faktor koji određuje privrednu konkurentnost budućih projekata za nuklearnu energiju, zaključuje se u znanstvenoj studiji provedenoj na Sveučilištu u Chicagu. U istoj se, nadalje, navodi da bi odgovarajuća pomoć za prva nova postrojenja mogla značiti to da bi nuklearne elektrane mogle postati konkurentne u odnosu na druge izvore energije nakon što se izgradi peta elektrana.

Znanstveno istraživanje *Ekonomska budućnost nuklearne energije* analiziralo je konkurentnost električne energije koja se dobiva u nuklearnim elektranama i usporedilo je s onom koja se dobiva iz plina i ugljena. Ova tri izvora uspoređivana su kao proizvođači temeljne snage, tako da nisu razmatrani obnovljivi izvori. Hidroenergija, iako je proizvođač temeljne snage u nekim regijama, nije razmatrana, jer su povoljne lokacije već iscrpljene.

Ovaj je izvještaj detaljno proanalizirao kapitalna ulaganja, koristeći moderni BWR (ABWR) već izgrađen u Japanu i AP1000, za koji je Regulatorna komisija za nuklearnu energiju u SAD-u izdala certifikat u 9. mjesecu 2004. godine.

Izvještaj je otkrio nekoliko faktora koji doprinose povećanju troškova ulaganja u nova postrojenja. Prvi je učinak »inženjering za prvi te vrste« (*»first of a kind engineering«* – FOAKE): može se očekivati da će prva postrojenja u nizu koštati do 35 % više od onih koja će se graditi kasnije. Na primjer, treba očekivati da će se potrošiti nekoliko stotina milijuna dolara za dovršenje tehničkih specifikacija u projektu za reaktore generacije III ili III+.

Troškovi FOAKE fiksni su troškovi za projektiranje nekog reaktora posebne izvedbe. U izvještaju se navodi da se neki troškovi mogu i dijeliti, pa ovisno o tome kako isporučitelj raspoređuje izdatke za FOAKE na sve reaktore koje prodaje, može znatno utjecati na troškove prvih reaktora. Isporučitelja će, možda, brinuti to koliko će biti sposoban prodati takvih reaktora pa stoga želi nadoknaditi sve troškove FOAKE već s prvim postrojenjem. Izgradnja reaktora posebne izvedbe mogla bi omogućiti prijenos nekih tehničkih troškova, a radi se i na zajedničkom razvoju reaktora, npr. *Europe's European Pressurized Water Reactor* (EPR) – Europski nuklearni reaktor koji se hladi vodom pod tlakom.

Osim troškova FOAKE, razvojna ekspertiza koja se može prenijeti na kasnija postrojenja također smanjuje troškove ulaganja – u navedenom istraživanju spominje se to kao »učenje kroz posao«. Objasnjeno je to na sljedeći način: kod izgradnje prvih elektrana s reaktorima nove izvedbe inženjeri i građevinski radnici uče kako što učinkovitije izgraditi svako sljedeće postrojenje koje će graditi. U navedenoj studiji također se razlaže da je moguće da će nuklearna industrija započeti s vrlo malo znanja dobivenog iz prethodnog iskustva kada u SAD-u započne izgradnja prvih novih nuklearnih elektrana. Malen broj izgrađenih nuklearnih elektrana u SAD-u u posljednjih 20 godina, zajedno s ulaskom novih tehnologija i novih sustava nadzora, eliminirali su mnoga iskustva kojega je SAD imao. S druge, pak, strane, neki inženjeri iz SAD-a koji su sudjelovali u izgradnji elektrana preko mora možda su dobili neko iskustvo koje je moguće prenijeti na izgradnju kod kuće.

Navedena je studija koristila raspon od 3 do 10 % za buduće stupnjevanje učenja kod izgradnje nuklearnih elektrana u SAD-u, gdje stupanj učenja predstavlja smanjenje troškova u postocima kao rezultat udvostručenog broja izgrađenih elektrana.

Jedan važan izdatak za potencijalne ulagače u ovu industriju je rizik. Premija za rizik koja se plaća vlasnicima obveznica i glavnica za financiranje novih nuklearnih elektrana faktor je koji ima utjecaja na ekonomsku konkurentnost nuklearne energije.

Očekivani rizik ulaganja u nova nuklearna postrojenja sudjeluje pri određivanju premije rizika kod izgradnje novih nuklearnih elektrana. To se ne odnosi na specifične rizike zbog toga što elektrana radi na nuklearni pogon, kao što su nesreće u kojima bi, eventualno, došlo do zračnja, nego su to dobro poznati rizici vezani uz izgradnju. Glavni izvori rizika su moguća kašnjenja radova, što uvećava troškove i može doći do prekoračenja predračuna. Primjer za to su novi propisi i dopunski zahtjevi za sigurnošću kada se radi o nuklearnom postrojenju, a posebice ako se traže dozvole od zakonodavnih ili vladinih tijela.

Procijenjeno je da bi rizici povezani s izgradnjom nove nuklearne elektrane povećali stopu povrata temeljnog kapitala koju zahtijevaju ulagači i do 15 %, u odnosu na 12 % za druge vrste postrojenja, da bi se troškovi dugovanja povećali od 7 % na 10 %.

Potraživanja za takvim premijama također se mogu svesti na minimum. U studiji se uzima sedam godina kao karakteristično vrijeme potrebno za izgradnju – i vrlo je vjerojatno da će tako i biti, prema zapažanjima ulagača, a temeljeno je i na prethodnim iskustvima vezanima uz izgradnju nuklearnih elektrana i na novim informacijama. Ako se pokaže da bi stvarno vrijeme potrebno za izgradnju bilo pet godina, ulagači će, prema tome, za naredna postrojenja preinačiti svoja očekivanja, tj. smanjiti ih. Jasno je da su troškovi ulaganja najvažniji, no razlika od 2 godine za izgradnju elektrane gotovo da je isto tako važna. Da se ulagače uvjeri u to da postoji vjerojatnost da se elektrana izgradi u roku npr. od 5 godina, oni bi izradili proračune tako da troškovi za elektranu od 1800 US dolara po kWe (kW električne energije) budu jednaki onima za elektranu čiji bi troškovi bili 1500 US dolara po kW sagrađenu kroz sedam godina.

U izvještaju se navodi da trajanje iskorištenja energetskog postrojenja značajno utječe na troškove proizvodnje. U fazi ulaganja manje su važni neki drugi faktori, kao što je dulji vijek trajanja elektrane, jer će se od toga imati koristi tek u daljoj budućnosti, pa se oni uzimaju s rezervom. Uvidjelo se da su i troškovi goriva isto tako manje važni: oni predstavljaju manje od 10 % od tekućih troškova, a za cijenu urana se očekuje da će ostati relativno stabilna.

Spomenuta je studija uzela u obzir i brojne moguće subvencije koje bi smanjile izdatke prvih novih postrojenja. Tako kreditno jamstvo, ubrzana amortizacija, porezni kredit za ulaganje i porezni kredit za proizvodnju mogu sniziti cijenu energije od početnih 53 US dolara po MWh na 38 US dolara po MWh.

Navedeno je istraživanje pokazalo da bi većina individualnih financijskih politika bila nedovoljna da se omo-

gući ulazak nuklearne energije na tržište, da bude konkurentna, ali je ovaj financijski model pokazao da bi se to moglo učiniti kombiniranjem politika na prihvatljivim razinama. Porezni kredit za proizvodnju uz 18 US dolara po MWh za razdoblje od osam godina, zajedno s poreznim kreditom za ulaganje od 20 % mogli bi dovesti cijenu kod reaktora s nižim troškovima (1200 US dolara i 1500 US dolara po kWe) u okvire konkurentnosti uz predviđeno vrijeme izgradnje od sedam godina.

U kombinaciji s »optimističnim pretpostavkama« o »učenu kroz posao«, znanstvena je studija ustvrdila da je cijena za petu elektranu, do kada se uspijeva najviše naučiti, 44 US dolara po MWh kod nuklearnog reaktora s najnižim troškovima, pod pretpostavkom da za prvu elektranu poslovni krugovi predviđaju razdoblje izgradnje od sedam godina i barataju s premijom rizika od 3 %. Nuklearni reaktori s najnižim troškovima imaju cijenu od oko 35 US dolara po MWh, čak i uz najpesimističniji do-prinos učenja.

Izvještaj je razmatrao dva energenta za proizvodnju temeljne energije: ugljen i plin. U SAD-u najčešći je izvor energije izgaranje ugljena pretvorenog u prah. Studija je uzela u obzir predviđanje da će cijene ugljena ostati stabilne ili da će pokazati lagano smanjivanje. Kombinirani ciklus proizvodnje plina dobivenog destilacijom ugljena vjerojatno će biti preskup za ulazak na tržište SAD-a u dogleđno vrijeme, bez obzira što je istodobno atraktivan, gledano iz perspektive toplinske učinkovitosti i emisija.

Troškovi goriva važniji su za energiju koju stvara plin – uglavnom je to dvije trećine troškova – tako da mala promjena u cijeni goriva ili učinkovitosti postrojenja može značajno smanjiti, odnosno povećati troškove proizvodnje.

I kod ugljena i kod plina razmatranja vezana uz okoliš mogla bi znatno uvećati troškove proizvodnje, jer oba emitiraju zagađivače i ugljični dioksid.

U studiji se navodi da, ako se tehnologije generacije III, koje su sada na raspolaganju, preraspodijele na nekoliko godina, počevši od 2015. pa sve do 2025. i dalje, mogu se nastaviti značajna smanjenja troškova zbog toga što će se one replicirati. Očekuje se da će kasnijih godina istraživanja i razvijanje projekata generacija III i IV omogućiti komercijalizaciju reaktora s nižim troškovima.

Nadalje se navodi slijedeće: »što je vremenski horizont dulji, sve je veća vjerojatnost da će SAD staviti globalno zagrijavanje na više mjesto na listi prioriteta, što će dovesti do hitne potrebe da se proizvodnja električne energije pomoću ugljena i plina napusti.« S obzirom na vrijeme koje je potrebno da nuklearna industrija postigne veći zamah, izgledi što se tiče ove potrebe su jedan od razloga za što nacija treba biti zainteresirana, a da se održe mogućnosti nuklearne energije. Ako politika brige za okoliš znatno ograniči emisije ugljika u razdoblju nakon 2025., cijena koja se dobiva fosilnim gorivima mogla bi porasti za 50–100 % iznad sadašnjih vrijednosti. Nuklearna bi energija tada imala neupitnu prednost što se tiče troškova u odnosu na njezine takmace – plin i ugljen.

NEI, October 2004

## Mobilni telefoni povezani s tumorima na mozgu?

**Dobra je vijest da su dobroćudni; loša je da ih ima**

Na milijune dolara utrošeno je širom svijeta na istraživanja kojima bi se utvrdilo izazivaju li mobilni telefoni tumore na mozgu. Sada je jedno takvo dobro vođeno znanstveno istraživanje, kakvo stručnjaci s područja zdravstva nazivaju opsežnim, dalo uvjerljive dokaze o povezanosti navedenoga do sada.

Znanstvenici pri Karolinskom institutu za ekološku medicinu u Stockholmu, Švedska, naišli su na povezanost između dugotrajne uporabe mobilnih telefona i jednog rijetkog dobroćudnog tumora, što je izazvalo zabrinutost kod specijalista za radiologiju i epidemiologa, iako naglašavaju da rezultati još nisu ponovljeni. Znanstvenici s velikim nestrpljenjem očekuju rezultate ostalih znanstvenih istraživanja koja se provode širom svijeta.

Znanstveno istraživanje provedeno u Švedskoj, predvođeno Stefanom Loennom s Karolinskog instituta, objavljeno u časopisu *Epidemiology* u broju iz mjeseca studenoga 2004. godine promatralo je 148 ljudi koji su imali akustični neurom te ih uspoređivalo sa 604 zdravih ljudi. Utvrdilo se da je kod osoba koje su koristile mobitele dulje od 10 godina udvostručen rizik od pojave tumora, jednog dobroćudnog stanja koje pogada jednu na 100 000 osoba. Akustični neurom raste na živcu koji spaja mozak i unutarnje uho i tako uzrokuje gubitak sluha. Rizik je bio četiri puta veći na strani glave gdje se mobitel obično držao.

Nije ustanovljena veza između tumora i uporabe mobilnih telefona kroz razdoblje kraće od 10 godina, što je ishod kojega je provedeno znanstveno istraživanje i dokumentiralo. Stoga, budući da se sve više ljudi približava tom razdoblju od 10 godina, trebaju li oni biti zabrinuti? I trebaju li oni, isto tako, biti zabrinuti i zbog drugih, zloćudnih tumora? Stručnjaci nisu sigurni.

»Stupanj zabrinutosti kojim se ušlo u ovo znanstveno istraživanje čini to vrijednim pažnje«, kaže James C. Lin koji izučava biološke učinke elektromagnetskog zračenja pri Sveučilištu u Illinoisu, Chicago. No, on upozorava, »biološke su reakcije toliko kompleksne da se prosuđivanje ne može temeljiti samo na jednoj opservaciji.«

Općenito govoreći, većina znanstvenih istraživanja na životinjama i pojavama epidemija nije pronašla nikakve povezanosti između tumora i uporabe mobilnih telefona, primjećuje Kenneth R. Foster, koji izučava rizike neionizirajućeg elektromagnetskog zračenja za zdravlje, pri Sveučilištu u Pennsylvaniji, Philadelphia. Budući da je akustični neurom neuobičajen, Foster osobno nije mnogo uznemiren Loennovim otkrićima. »Rizik da dobijem takav rijetki oblik dobroćudnog tumora nije nešto zbog čega ne bih mogao noću spavati,« kaže on. On isto tako ne vjeruje da će dobiveni rezultati odmah uvelike utjecati na tijela u vladi SAD-a nadležna za zdravstvo, kao ni na sudske parnice podignute protiv proizvođača mobilnih telefona koje su tužile osobe oboljele od raka na mozgu, što je drugačija bolest.

No, stručnjaci kažu da spomenuta situacija zahtijeva pozornost. Loennov izvještaj drugi je u seriji znanstvenih

istraživanja koja promatraju vezu između uporabe mobilnih telefona i rizika od raznih tumora na mozgu, glavi i vratu. U ovom suradničkom nastojanju kojega koordinira Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC) u Lyonu, Francuska, sudjeluje 13 zemalja (bez SAD-a). Prvi znanstveni rad iz Danske nije pokazao vezu između akustičnog neuroma i uporabe mobilnih telefona, ali zato sadrži manji broj sadržaja koje će još dugo vremena trebati razotkrivati. IARC predviđa izvršiti analizu podataka o tom pitanju iz izvještaja dobivenih iz svake pojedine zemlje te očekuje da će raspolagati sa skupnim rezultatima početkom sljedeće godine. Ti bi izvještaji trebali obuhvatiti 1000 slučajeva akustičnih neuroma, kao i mnoge slučajeve drugih vrsta tumora, i dobroćudnih i zloćudnih.

Linda Erdreich, viša znanstvenica na rukovodećem položaju, specijalizirana za procjenu rizika po zdravlje i epidemiologiju pri gradskom uredu u New Yorku, tvrtki koja se bavi znanstvenim i tehničkim konzultiranjem, uvjeren je da su znanstvenici iz Švedske obavili »dobar posao«, no ima nekakve zadržke oko njihovih pronalazaka. Jedna od njih je mogućnost da se radi o nečemu što se naziva predrasudom pri otkrivanju nečega. Naime, više je vjerojatno da će se dijagnosticirati tumori na onoj strani glave gdje osobe obično drže telefon jer oni mogu lakše primijetiti poremećaj sluha na toj strani pa potom zatražiti liječenje. Nadalje, Loenn sa svojim suradnicima nije pronašao uzajamnu zavisnost između pojavljivanja tumora i broja sati uporabe telefona. Da su mobilni telefoni krivci, dulja bi uporaba telefona prouzročila više tumora.

Ukoliko korisnici mobilnih telefona žele biti oprezni, Foster savjetuje da smanje sate koje provode kada nazivaju hodajući ili da koriste slušalice. Zaboravite na RF-štitnike i uređaje za smanjivanje zračenja, kaže Foster. Oni, prema njemu, ne djeluju.

IEEE Spec. Dec. 2004

## Sedam mora upija CO<sub>2</sub>

### Balansiranje zalihama pH iza leđa školjkaša i koralja

Sredinom 2004. godine časopis *Science* objavio je dva značajna rada koji izvještavaju o 15-godišnjim istraživanjima o ulozi ugljičnog dioksida u oceanima na Zemlji. Glavna otkrića su, prvo, da su gotovo polovicu ugljičnog dioksida kojega su ljudi ispuštali u atmosferu u proteklih 200 godina apsorbirali oceani, a drugo, da bi rastuće koncentracije CO<sub>2</sub> mogle imati nepovoljne učinke na neke morske oblike života.

Pozadina je ovih izvještaja uglavnom ovo: od 1957. do 1958., kada su na vulkan Mauna Loa na Havajima postavljeni mjerni instrumenti (te je godine bila Međunarodna godina geofizike), precizna su mjerenja potvrdila da se CO<sub>2</sub> brzo i stalno diže u atmosferu. Ali, pojavila se i jedna anomalija. U atmosferi se otkrila samo polovica CO<sub>2</sub> za kojeg se procijenilo da će proizaći od izgaranja fosilnog pogonskog goriva. Oceanografi i znanstvenici koji se bave izučavanjem atmosfere bili su prilično sigurni da veći dio CO<sub>2</sub> koji nedostaje apsorbiraju oceani, no tek je dovršenje ove najnovije studije potvrdilo ovo mišljenje uz čvrste empirijske dokaze.

»Ono što nam kažu i nije neka novost«, objašnjava Inez Y. Fung, direktor Centra Berkeley za atmosferske znanosti pri Sveučilištu u Kaliforniji u Berkeleyu, »to je prije njihova postavka o tome, do koje su došli pomoću globalnih, preciznih opservacija.« S informacijama prikupljenima sa zaista velikog broja lokacija i analiziranim pomoću mnogo boljih instrumenata »sada imamo vrlo precizne podatke koji omogućavaju nadopunjavanje (tj. identificiranje) antropogenog CO<sub>2</sub> u oceanima«, govori ona.

Prema Christopheru L. Sabineu, oceanografu pri Laboratoriju za izučavanje podmorja Pacifika u Seattleu i glavnom autoru prvospomenutog članka u časopisu *Science*, zadnje je globalno procjenjivanje CO<sub>2</sub> u oceanima izvršeno 70-ih godina dvadesetog stoljeća. U to vrijeme izvršena je analiza oko 6000 uzoraka ugljika, pri čemu su se znanstvenici trebali boriti s apsurdno velikim nizom pogrešaka. U novoj procjeni, temeljenoj na 72000 uzoraka širom svijeta, stupčasto iskazane pogreške bile su srezane faktorom 10. Još punih 10 godina bilo je potrebno da se izradi stvarna procjena te daljnjih pet da se svi podaci srede.

Temeljni zaključak koji empirijski popunjava vezu u općem modelu o tome odakle CO<sub>2</sub> potječe i gdje skraćava jest taj da su između 1800. i 1994. oceani apsorbirali 48 % ukupnih emisija CO<sub>2</sub>. Hvaleći se da im njihova studija »omogućava, po prvi puta, da ograničenja vezana uz opservacije antropogenog CO<sub>2</sub> dođu konačno na državni proračun« za dobrobit čovječanstva, Sabine je sa svojim suradnicima zaključio da su »u proteklih 200 godina oceani predstavljali jedini pravi umreženi 'slivnik'« za antropogeni CO<sub>2</sub>.

I dok se razina CO<sub>2</sub> u atmosferi povećava eksponencijalno, zadnjih su desetljeća, međutim, otkrili da je zemaljska biosfera još i više nalik na »slivnik« te da konzumira čak 20 % emisija CO<sub>2</sub>, a oceani 30 %.

Gledajući desetljeća i stoljeća unaprijed, oni nagadaju da je vjerojatnije da će povratne veze između oceana i atmosfere biti nepovoljne, a ne povoljne, tako da bi oceani mogli postati manje učinkoviti »slivnici« za CO<sub>2</sub>. Ukoliko to bude točno, stabiliziranje razina CO<sub>2</sub> u atmosferi, koje su se već gotovo udvostručile u odnosu na razine na samom početku industrijske revolucije, bit će sve teže.

No čak i više uznemiravajuće, što se može i osporiti, jest mogući učinak sve veće razine CO<sub>2</sub> na život podmorja. U ovom drugom izvještaju u časopisu *Science*, čiji je glavni autor Richard A. Feely, kemičar za podmorje pri Laboratoriju za istraživanje podmorja Pacifika, vrlo precizno istražuje kako se štetno djeluje na kemiju oceana. Temeljno načelo, dobro poznato još iz srednje škole, jest to da, kada je neka kemijska reakcija uravnotežena – a to znači kada se smirila – ona će težiti vratiti se u ravnotežu ako se ponovno uznemiri.

S oceanima je slučaj takav da povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> povećava kiselost koja se neutralizira kada CO<sub>2</sub> reagira s kalcijevim karbonatom i vodom te stvara ione HCO<sub>3</sub> i kalcija. I obrnuto je također točno, a to je da ion reagiraju i stvaraju CO<sub>2</sub>, vodu i kalcijev karbonat.

S obzirom na povećanu kiselost zbog sve većih razina CO<sub>2</sub>, oceani pokušavaju održati svoju ravnotežu pove-

ćavanjem broja reakcija u smjeru stvaranja većeg broja iona. No, to podrazumijeva veće trošenje kalcijevog karbonata, koji, na žalost, za život u oceanima predstavlja građu za školjke i koralje.

Ovi utjecaji variraju na različitim dubinama, što pridonosi kompleksnosti slike, ali neto učinak nije dobar za život podmorja. I, kao što primjećuje znanstvenica Fung s Berkeleya, to je isto kao da »umaćete bića u sok od limuna.«

IEEE Spec. Sept. 2004.