

SVEU ILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATI KI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

**Utjecaj globalnog zatopljenja na ekosustav  
koraljnih grebena**  
**The impact of global warming on coral reef  
ecosystem**

SEMINARSKI RAD

Marta Srebo an

Preddiplomski studij biologije

Mentor: doc. dr. sc. Petar Kružić

Zagreb, 2011.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RAST KORALJNIH GREBENA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. EKOLOŠKI PROBLEMI KORALJNIH GREBENA .....</b>	<b>4</b>
<b>4. GLOBALNO ZATOPLJENJE I KORALJNI GREBENI.....</b>	<b>4</b>
4.1.    UZROCI GLOBALNOG ZATOPLJENJA.....	4
4.2.    POSLEDICE GLOBALNOG ZATOPLJENJA:.....	5
4.2.1.    Zakiseljavanje oceana .....	5
4.2.2.    Porast temperature oceana.....	6
4.2.3.    Jako UV-zra enje.....	11
4.2.4.    Podizanje razine mora.....	12
<b>5. OPRAVAK KORALJNIH GREBENA .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ZAKLJU AK.....</b>	<b>14</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>8. SAŽETAK.....</b>	<b>16</b>
<b>9. SUMMARY.....</b>	<b>17</b>

## 1. UVOD

Koraljni greben možda izgleda vrsto ali on je vrlo osjetljiv na promjene uzrokovane globalnim zatopljenjem. Ne razmišljamo da uništavanjem koraljnih grebena i njihovim propadanjem uništavamo i druge vrste koje o njima ovise, a time smanjujemo raznolikost vrsta u moru.

Mislim da se premalo zna o posljedicama globalnog zatopljenja na koralje pa sam u radu obradila one za koje smatram da su najbitnije. Naravno da koraljni grebeni postoje, ali budu i da nismo direktno povezani s njima, zaboravljamo na njihov veliki značaj u biljnom i životinjskom svijetu mora.

Svi jako dobro znamo da je globalno zatopljenje veliki problem. Nesreća je u tome što svi znaju za taj problem ali se presporo radi na rješavanju problema.

## 2. RAST KORALJNIH GREBENA

Prvi uvjet za aktivni rast i razvoj koraljnog grebena je svjetlost (Nybakken, 1993). Ako koralji nisu u mogućnosti dobiti dovoljnu količinu svjetlosti (da li zbog povećane zamućenosti vode ili zbog povećanog broja suspendiranih čestica u vodenom stupcu), oni prestaju rasti i na kraju odumiru (Nybakken, 1993). Svjetlost je neophodna za poticanje fotosinteze kod zooxantela, simbiotskim algama koje žive u simbiozi sa koraljima. Svjetlost također povećava proizvodnju kisika, koji stimulira metabolizam koralja i dovodi do povećanog taloženja kalcijevog karbonata, a s time i rast koraljnog grebena. Koralji zahtijevaju dubinu vode u kojoj intenzitet svjetla iznosi najmanje 1-2% površinskog intenziteta (Nybakken, 1993). Ova ovisnost o svjetlu ograničava dubinu vode u kojoj žive koralji. Nitijedna vrsta koralja nije pronađena na dubini većoj od 70 metara, dok najviše vrsta koralja nastanjuje dubine manje od 25 metara (Nybakken, 1993). Još je jedan čimbenik koji ograničava rast koralja. Koraljni grebeni dominiraju između 25° južne geografske širine i 25° sjeverne geografske širine gdje temperatura mora ostaje dovoljno visoka tokom cijele godine (Hoegh-Guldberg, 1999). Rastu koralja pogoduje srednja godišnja temperatura vode između 23-25°C, iako razne vrste koralja mogu preživjeti u temperaturnom rasponu od 18 - 30°C (Hoegh-Guldberg, 1999). Koraljni grebeni osiguravaju sklonište i život tisućama vrsta morskih organizama. Iako zauzimaju svega 1% površine svjetskog mora, na koraljnim grebenima živi ¼ svih morskih vrsta riba. Nije ni čudo da se koraljni grebeni nazivaju tropskim morskim šumama.

### **3. EKOLOŠKI PROBLEMI KORALJNIH GREBENA**

Koraljnim grebenima prijete mnogi prirodni procesi, ali isto tako i razorne ljudske aktivnosti. U mnogim dijelovima tropa sječa šuma uz obalu dovela je do toga da se velike količine tla ispiru u more, uništavaju i koraljne grebene i živi svijet na njima. Najveća prijetnja koraljima je proces globalnog zatopljenja. Koralji su vrlo osjetljivi na promjenu temperature mora. Povećanje od samo 1-2°C može uzrokovati njihovo izumiranje, zato što se koralji ne mogu u kratkom vremenu prilagoditi na te promjene. Sve to dovelo je do toga da je danas više od 10 % svih koraljnih grebena potpuno uništeno, 90% ugroženo, a samo 30% u potpuno zdravom stanju.

### **4. GLOBALNO ZATOPLJENJE I KORALJNI GREBENI**

#### ***4.1. Uzroci globalnog zatopljenja***

Smatra se da je glavni uzrok globalnog zatopljenja povećana količina ugljikovog dioksida i ostalih stakleničkih plinova koji se oslobađaju u atmosferu, a to oslobađanje plinova je posljedica spaljivanja fosilnih goriva (nafta, ugljen i plin), uništavanja šuma u korist poljoprivrede, i ostalih ljudskih aktivnosti. Prirodne klimatske promjene u sustavu atmosfera-mora posljedica su promjena na njihovim granicama: u dolaznom Sunčevom zračenju, evaporaciji i drugim toplinskim komponentama, promjena u režimu vjetrova i atmosferske cirkulacije itd. Pri tome važnu ulogu imaju staklenički plinovi, a najviše ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>). Razlog tome je njegov visoki koeficijent apsorpcije odlaznog Zemljinog zračenja, a uz to ga more može primiti mnogo više od atmosfere, ublažavajući njegov utjecaj na atmosferske klimatske promjene. Stoga je uloga ovog plina vrlo bitna u budućim projekcijama klimatskih promjena u moru i atmosferi. Da nema efekta staklenika prosječna temperatura na površini Zemlje bila bi oko -19°C, a ne oko 15°C koliko je sada.

## 4.2. Posljedice globalnog zatopljenja:

### 4.2.1. Zakiseljavanje oceana

Porastom koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi, sve se više tog spoja apsorbira u ocean. On se otapa u površinskom sloju mora i uzrokuje sniženje pH, odnosno zakiseljavanje morske vode, što je ozbiljan problem jer se negativno odraziti na itav niz živih vrsta u morima i oceanima, od riba i školjkaša pa sve do koraljnih grebena. Nakon ledenoga doba pH vrijednost oceana iznosila je 8,3, neposredno prije po etka industrijske ere i ispuštanja CO<sub>2</sub> pH je iznosio 8,2 a danas iznosi 8,1. Eksperimentima se pokazalo da e koli ina atmosferskog CO<sub>2</sub> posti i najve u vrijednost do 2300.god., i to pet puta ve u nego danas. Zbog toga e pH vrijednost površinskoga sloja mora pasti na 7,4 i ostat e na toj razini nekoliko stotina godina. Znanstvenici još ne znaju što bi takva dramati na promjena kiselosti mora zna ila za život u moru, no poznato je da kisela sredina uzrokuje razgradnju karbonata, pa bi najranjivije životinje bile one s ljušturum od kalcijeva karbonata ili egzoskeletom, a to su koralji i neke alge. Pokusi s udvostru enom koli inom CO<sub>2</sub> pokazali su da te životinje u takvim uvjetima stvaraju 40 % manje kalcijeva karbonata. "Globalno gledano, svake sekunde, mi izbacujemo više od 1000 tona uglji nog dioksida u atmosferu, a svake sekunde, oko 300 tona tog spoja završi u oceanima", rekao je koautor Ken Caldeira Instituta Carnegie Odjel za Global ekologiju. „Možemo re i sa velikom sigurnoš u da e sav ovaj CO<sub>2</sub> zakiseliti ocean.“ Znanstvenici su napravili studiju s ciljem utvr ivanja utjecaja zakiseljavanja mora na koraljne grebene. Istraživa ki tim, koji se sastoji od Jakova Silverman, Caldeira, i Long Cao Instituta Carnegie, kao i Boaz Lazar i Jonathan Erez iz Hebrejsko Sveu ilište u Jeruzalemu, koristio je podatke o koraljnim grebenima kako bi utvrdio u inke temperature i kemijskih svojstva morske vode na stopu kalcifikacije grebena. Naoružani s ovim informacijama, znanstvenici su unijeli podatke u ra unalni model koji izra unava globalne temperature i kemijska svojstva morske vode na razli itim razinama atmosferskog CO<sub>2</sub> u rasponu od predindustrijske vrijednosti od 280 ppm do vrijednosti od 750 ppm. Trenutna koncentracija atmosferskog CO<sub>2</sub> je više od 380 ppm, i ubrzano raste zbog ljudski-izazvane emisije, prvenstveno izgaranjem fosilnih goriva. Na temelju tog modela napravljenoga za više od 9.000 lokacija koraljnih grebena, istraživa i su utvrdili da na najvišoj promatranoj koncentraciji CO<sub>2</sub> od 750 ppm, zakiseljavanje morske vode bi smanjilo stopu kalcifikacije od tri etvrtine svjetskih grebena na manje od 20% pred-industrijske

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman

stope. Istraživanja pokazuju da pri takvim niskim stopama, rast koralja ne bi mogao održati korak s „rastvaranjem“ i sa drugim prirodnim, kao i ljudski uzrokovanim destruktivnim procesima koji napadaju koraljne grebene.

#### 4.2.2. Porast temperature oceana

U 12 godina nakon što je zagrijavanje mora prouzročilo najveći i rekord u izumiranju koralja, u Indijskom oceanu postoje koralji koje se ne mogu oporaviti. Mnogi su grebeni svedeni na ruševinu bez hrane i skrovišta za ribe. Kao rezultat toga, raznolikost riba se na nekim područjima upola smanjila. Primjer te katastrofe je koraljni greben blizu Afrike kod otoka Sejšela, koji je pretrpio velike gubitke 1998. godine. Znanstvenici smatraju da će takav izolirani ekosustav najviše patiti od posljedica globalnog zatopljenja.

Mali ali dugotrajni porast temperature prisiljava kolonije koraljnih grebena da izbace svoje simbiotske alge koje ih prehranjuju, a taj se proces zove „izbjeljivanje“. Dok odumiru, koraljni grebeni postaju bijeli i veina ih se ne može oporaviti. 1998. godine El Niño je uzrokovao najgore „izbjeljivanje“ koraljnih grebena ikada. Više od 16 % koraljnih grebena bilo je izgubljeno u toj godini. Znanstvenici su se 2005. god. vratili na Sejšele s podacima iz 1994. godine kako bi istražili „izbjeljivanje“, dugoročni utjecaj na koraljne grebene i riblje zajednice. Na izmjerjenih 50 000 kvadratnih metara koraljnog grebena znanstvenici su na 21 mjestu utvrdili smanjenje raznolikosti riba na dijelovima koji su pretrpjeli fizičku i biološku eroziju. Popisom vrsta ustanovilo se da su neke riblje vrste lokalno izumrle. To su Žuto-plavi demsel (*Chrysiptera hemicyanea*), Riba leptir (iz porodice *Chaetodontidae*), Klaunov Pešac (*Coris gaimard*). Kod šest vrsta riba utvrđen je ozbiljan pad u brojnosti. Greben je u procesu izumiranja i malo je vjerojatno da se može oporaviti, s obzirom da je previše izoliran od ostalih grebenskih sustava iz kojih bi mogli doći i mladi koralji i obnoviti ga.

### **Koraljni grebeni nestaju svuda u svijetu**

Stručnjaci kažu da je nestajanje koraljnih grebena postao previše poznat pojam. Čak su i veliki grebeni propali u samo tri desetljeća. Grebeni žive ozbiljno blizu svoje temperaturne granice. Kao rezultat toga, i najizoliraniji grebeni su osjetljivi na utjecaj globalnog zatopljenja. Lokalni i regionalni upravitelji resursa mogu ublažiti neke štete, ali potrebna je šira akcija da bi grebeni spasili. „Izbjeljivanje“ koraljnih grebena pod utjecajem globalnog zatopljenja je globalni problem. Teret je na svima nama. Moramo smanjiti emisiju stakleničkih plinova i ozbiljno shvatiti taj problem. Kako su ljetne temperature mora ostale 1.5 °C iznad temperature okoline tijekom posljednjih 10 godina, rast koralja *Diplosterae heliopora* smanjio se za 30% i mogao bi prestati rasti u potpunosti do 2070. godine ili ranije, kako izvješće uju znanstvenici. Zatopljenje u Crvenom moru i kao rezultat propadanje zdravlja ovog koralja jasno je vidljiv regionalni utjecaj globalnog zatopljenja, 1980-tih godina. Prosječne ljetne temperature vode bile su ispod 30°C. 2008. godine približili su se 31°C. Skupina znanstvenika koja je proučavala greben bila je iznenađena što vrsta koralja *D. heliopora* nije pokazala jedan od tipičnih znakova termičkog stresa: „izbjeljivanje“. Ovi koralji izgledali su zdravo. No CT skeniranje skeletne strukture koralja u laboratoriju otkrilo je tajne koje skrivaju kosturi. Pokazalo se da su ovi koralji zapravo bili pod kroničnim stresom posljednjih 10 godina i da su stope rasta bile najniže 2008. godine. CT skeniranjem dobivena je kompletna 3D rekonstrukcija kostura. Istraživači su skenirali šest skeletnih srži *D. heliopora* i mogli su istaknuti dva prstena rasta visoke gustoće, što označava jak termički stres 1998. i 2001. godine. To je povezano s iznenadnim padom rasta skeleta nakon 1998. koji se nastavio. Koralji grade kostur, odnosno kalcificiraju progresivno sporijom stopom zato što gube simbiotske alge koje žive u koraljnom tkivu. Vrše i fotosintezu, alge daju koraljima gorivo za izradu novog kostura. No, kad su koralji pod termičkim stresom, oni gube alge i mnogi će s vremenom gladovati i umrijeti. Kad koralji izgube dovoljno algi, zaista postaju bijeli što je nazvano „izbjeljivanje“. CT tehnika je omogućila rano uočenje problema. Koralji su izgledali zdravo, no promatranje unutrašnjosti kostura daje ideju o onom što će se tek dogoditi. To je poput osteoporoze. Isti koralji jednako su reagirali na „toplinski događaj“ od 1941. do 1942., no oporavili su se u tri godine kako se more ohladilo. Oporavak je bio moguć jer je toplinsku epizodu vjerojatno potaknuo El Niño, prirodna kratkoročna klimatska anomalija. Kao kontrast, sadašnji trend zatopljenja događa se zbog klimatske promjene koju je potaknuo uvijek i malo je vjerojatno da će se proces usporiti ili preokrenuti prije nego što



se zdravlje koralja dodatno pogorša. Klimatski model Me uvladine komisije za klimatsku promjenu (IPCC) predviđa da će ljetne temperature u središnjem dijelu Crvenog mora nastaviti s rastom kako bude rasla koncentracija atmosferskog CO<sub>2</sub> tijekom 21. stoljeća. Nema puno sumnje da se fenomen Crvenog mora može pripisati dugoročnoj klimatskoj promjeni. El Nino je pojava koja tipično traje jednu godinu, a u nekoliko rijetkih slučajeva potrajao je dvije godine. El Nino i njegova 'hladna' dvojica La Nina u proteklih nekoliko desetljeća pojavljivali su se nekoliko puta. Stoga nema sumnje da bi se El Nino moglo okriviti za 'trend' koji postoji već desetljeće ima. Oni su samo dodani na trend zatopljenja potaknut utjecajem ljudi i CO<sub>2</sub>. Dakle, u posljednjih nekoliko desetljeća temperatura Crvenog mora rasla je baš kao i srednja globalna temperatura, a koralji su shodno tomu trpili. IPCC modeli predviđaju još jedan porast temperature Crvenog mora za 2.5 do 3°C do kraja 21. stoljeća. Znanstvenici predviđaju da će *D. heliopera* prestati s kalcifikacijom do 2070. godine, za koju modeli predviđaju temperature 1.85°C više nego što su sad. Znanstvenici ističu da rezultati pokazuju da su, barem u ovom slučaju, krivac temperatura površinskog sloja mora, a ne zakiseljavanje mora, još jedan efekt ispuštanja CO<sub>2</sub> koji sve više zabrinjava znanstvenike. Ne treba donositi zaključke o drugim vrstama koralja na temelju ovih rezultata. Ova studija izvješćuje o utjecaju rasta njihove temperatura na jednu vrstu koralja. To je važan koralj koji formira grebene u Crvenom moru, no tamo ima još otprilike 250 vrsta kamenih koralja i ne zna se što se događa s ostalim vrstama. Potrebno je puno ovakvih istraživanja kako bi se moglo predvidjeti kako će koraljni grebeni izgledati tijekom sljedećih nekoliko desetljeća.



Slika 1. Ovi koralji, pokazali su da se mogu oporaviti od kratkotrajnih pojava visoke temperature kao što je bila pojava na početku 1940-ih. Međutim, ova vrsta nije se oporavila od globalnog zatopljenja u posljednjem desetljeću.



Slika 2. Dio koraljno grebena koji je „izbjeljedio”

#### VELIKI KORALJNI GREBEN U AUSTRALIJI

Australijski istraživači su korak bliže razumijevanju brzog smanjenja koraljnih grebena, zahvaljujući otkriću u istraživanjima koje povezuje imunitet koralja s njegovom osjetljivošću na „izbjeljivanje“ i bolest. Otkriće su ostvarili znanstvenici s *Australian Research Council Centre of Excellence for Coral Reef Studies*, *James Cook University* (Queensland) i *Newcastle University* (UK). Razumijevanje imunološkog sustava koralja koji grade grebene pomoći će u reduciranju uinku bolesti koralja i okolišnih stresova. Potencijalno, ovo će znanstvenicima omogućiti da predvide s većom preciznošću ranjivost koraljnih grebena na bolesti i „izbjeljivanje“, prije nego se jave otkriti znakovi stresa. Varijacije u razinama imunoloških funkcija među različitim vrstama vjerojatno ovise o energiji koju im dodjeljuju. Kako je energija vitalna za učinkovit imunološki odgovor, koralji koji koriste energiju za brzi rast i reprodukciju imaju manje u rezervi za svoj imunološki odgovor. Ti koralji, poput jelenskog roga, *Acropora*, kolonije su koje su najranjivije kada suočene s temperaturnim stresovima ili bolestima. Ključni je element imunološkog sustava koralja produkcija melanina. Melanin, klasični dio imunoloških odgovora pronađenih u beskralješnjaka, također pruža i obranu protiv organizama koji uzrokuju bolest u koralja. Može biti i korišten da spriječi i štetno UV

zračenje da dopre do simbiotskih algi i prouzroči „izbjeljivanje“. Istraživanje imuniteta koralja omogućilo je znanstvenicima da bolje usvoje i druge različite stresove na koralje. To je važno, jer s vremenom fizički simptomi postaju vidljivi i strategije za ublažavanje u inakom stresu onda postaju manje vrijedne. Razumijevanje imunološkog sustava koralja može se koristiti za imenovanje uzroka, a ne simptoma smanjenja koralja. Ovaj pristup neophodan je posebice zbog toga što je „izbjeljivanje“ koralja slabo stanje s vremenom - to je uobičajeni znak za mnoge različite stresove pa je često teško istaknuti jednog posebnog od tih uzroka. Dva od glavnih faktora koji uzrokuju „izbjeljivanje“ koralja su: napadi koji uzrokuju bolesti i temperaturni stresovi. Trenutno se procjenjuje da su između tri i šest posto koralja Velikog koraljnog grebena (u Koraljnom moru kod Australije) pogođeni s bolestima i do trećine koralja dane lokacije može biti pod utjecajem temperaturnih stresova u toploj godini. Istraživači i voditelji grebena trenutno rade na strategijama za zaštitu ranjivih koraljnih grebena. Preventivne mjere su zamišljene da uključe minimiziranje utjecaja čovjeka, koji bi dalje mogli naštetiti koraljima, kao što su jaružanje, građevinska konstrukcija, onečišćenje, otjecanje zemljišta ili oštećenje koralja aktivnostima broda ili ribolovom.



Slika 3. Veliki koraljni greben

#### 4.2.3. Jako UV-zračenje

Do Zemljine površine dopire samo manji (potrebni) dio od ukupnog UV-zračenja sa Sunca. Glavni dio tog opasnog zračenja na putu do Zemlje zaustavlja ozonski omotač. Ispuštanje štetnih plinova je dovelo do porasta temperature i nastanka efekata staklenika te posrednog uništavanja ozonskog omotača. Globalno zatopljenje usporava obnavljanje ozona i time zatvaranje ozonskih rupa pa sve više opasnog zračenja dolazi do površine Zemlje. Vjeruje se da je pojačana obojenost koralja, barem djelomično, odgovor na UV radijaciju. Naša iskustva ukazuju na to da neki koralji postaju zeleni pod utjecajem povećanog UV zračenja. Međutim, znanstvenici su proučavali velik broj koralja (posebno *Acroporids*, *Pocilloporids* i dr.) koji su pokazivali jako obojenje kada su bili godinama u uvjetima gdje gotovo i nema UV zračenja ( $\sim 1 \mu\text{W UV-A}$ ;  $< 1 \mu\text{W UV-B}$ ).



Slika 4. Dva uzorka *Acropora* koji su bili pod niskim razinama UV zračenja (Međutim, vidljiva svjetlost je bila vrlo visoka).

Odavno je poznato da UV zračenje prodire kroz površinu vode. Organizmi grebena koriste različite mehanizme kako bi se obranili od UV svjetlosti. To su: „izbjeljivanje“, zaštita i popravak. Veliki dio koralja kolonizira područja s relativno visokim UVZ, kako bi imali mjere za svoju zaštitu. Otkriveno je da neki koralji kao što su *Acropora* i *Pocillopora* posjeduju pigmente koji apsorbiraju UV svjetlost, a iste takve pigmente imaju i modrozeleni alge. Nagađa se da postoji sastojak koji apsorbira UV energiju svjetlosti oko valne duljine od 320 nm, i koji može zaštititi morske organizme od ultraljubičastog zračenja koje prodire u gornje slojeve vode. Iako su i ranije znanstvenici nagađali da neki pigmenti koraljima služe kao zaštita od jake sunčeve svjetlosti. Ultraljubičasto zračenje može igrati odlučujuću ulogu u opstanku koralja od samoga početka. UV-B zrake uništavaju gamete koralja vrste *Fungia scutaria* što može biti objašnjenje zašto se koralji često razmnožavaju u tami. Poznato je da UVZ inhibira fotosintezu. Znanstvenici su otkrili da kombinacija visoke temperature (31 °C) i visokog UV zračenja uzrokuje visoku stopu smrtnosti u uzorku *Acropora* (znatno veći broj *Pocillopora* uzoraka preživjelo je ovaj tretman). Istraživanja su pokazala da kod koralja *Clavularia* i *Fungia scutaria* dolazi do 50% smanjene fotosinteze kad je izložen visokim razinama UV-A i UV-B zračenja. Kod vrste kamenog koralja *Montipora verrucosa* dolazi do uništavanja zooksantela pod utjecajem jakoga UV zračenja, dok kod vrste *Montastrea annularis* dolazi do „izbjeljivanja“, odnosno gubitka zooksantela zbog istog razloga. Sve su to dokazi da je UV zračenje potencijalno štetno.



Slika 5. *Fungia scutaria*

Slika 6. *Clavularia sp.*

#### 4.2.4. Podizanje razine mora

Koralji su ovisni o svjetlosti **kako bi održali** svoje biološke procese. Porast razine mora utjecati će na ekosustav koraljnih grebena koji žive na dubinskoj granici rasta koralja, koji u uvjetima smanjenog osvjetljenja više ne može i održati rast, što će najvjerojatnije dovesti do smrti (Hoegh-Guldberg 1999). Očekuje se da će koralji koji trenutno žive na tim dubinama izumrijeti s podizanjem morske razine. U kombinaciji s drugim stresovima (povećanje temperature vode, a možda i smanjenje saliniteta), sposobnost koraljnih grebena da drže korak sa podizanjem morske razine će biti uvelike smanjena (NOAA). Na primjer, računalne simulacije su pokazale da koraljni grebeni na Karibima neće biti u stanju držati korak sa predviđenim stopama podizanja razine mora (Graus 1998.) Neki pak istraživači tvrde da porast razine mora zapravo može biti koristan, jer će novi uvjeti biti povoljni za vertikalni rast grebena. Rast grebena je bio uglavnom horizontalan u nedavnoj prošlosti, kao posljedica nižih razina mora (Wilkinson i Buddemeier, 1994).

## 5. Opravak koraljnih grebena

Koralji imaju brojne mehanizme za aklimatizaciju i prilagodbu raznim stresovima, uključujući i različite reproduktivne strategije, fleksibilan odnos simbioze, fiziološku aklimatizaciju, toleranciju staništa te niz interakcija zajednice. Međutim, kad su oslabljeni, njihovi sustavi postaju sve ranjiviji kako se stres povećava. Stresovi se, uglavnom uvijek, kad se radi o prirodnim sustavima, događaju istovremeno. Koralji su sporo rastući organizmi, a

kada se unište, potrebno je više od 25 godina za popravak i obnovu čak i najmanjih koraljnih kolonija (Nybakken 1993). Na primjer, procijenjeno je da oporavak od El Nino južne oscilacije traje više od 100 godina. Kako će se El Nino pojavljivati sve češće, kao što je predviđeno u budućnosti zbog klimatskih promjena, postoji dobar razlog za zabrinutost. Koralji neće imati vremena za oporavak između 2 El Nino-a, a kao rezultat toga populacija će dramatično pasti. Oporavak koralja od štetnih događaja ovisi o opsegu uništenja, blizini izvora za rekolonizaciju i povoljnim uvjetima staništa, uključujući i temperaturu, svjetlost, morske struje i slanost (Nybakken 1993).

## 6. Zaključak

Ako uskoro ne promijenimo naš način života, u sljedećih nekoliko desetljeća ćemo uništiti ono što se stvaralo milijunima godina. Ostali bitni dijelovi našeg planeta mogu na isti način biti ugroženi jer koristimo atmosferu i oceane kao odlagališta za naše CO<sub>2</sub>. Možemo spasiti koraljne grebene, ako odlučimo postupati prema našem planetu s pažnjom koju on zaslužuje. Moramo obogatiti naše gospodarstvo s tehnologijama koje ne odlažu ugljikov dioksid u atmosferu ili oceane.



## 7. Literatura

1. [www.znanost.com](http://www.znanost.com)
2. <http://www.znanost.com/clanak/globalno-zatopljenje-usporava-rast-koralja-u-crvenom-moru#ixzz11rQ5fbq>
3. <http://www.znanost.com/clanak/novo-istrazivanje-osvjetljava-problem-osjetljivosti-koralja-na-stresove-u-okolisu#ixzz11b3VIpag>
4. <http://www.znanost.com/clanak/kako-koralji-uzvracaju-udarac#ixzz11b3q17tO>
5. <http://www.fasebj.org>
6. ARC Centre of Excellence in Coral Reef Studies
7. Coral Reefs May Start Dissolving When Atmospheric Carbon Dioxide Doubles  
ScienceDaily (Mar. 10, 2009)
8. <http://www.biology.duke.edu/bio217/2001/sealevel/page2.html>

## 8. Sažetak

Najveća prijetnja koraljima je proces globalnog zatopljenja jer povećanje temperature mora od samo 1-2°C može uzrokovati njihovo izumiranje.

Jedna od posljedica globalnog zatopljenja je zakiseljavanje oceana do čega dolazi zbog porasta koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi, a time i u oceanima. Kisela sredina uzrokuje razgradnju karbonata pa bi najranjiviji bili koralji i neke alge. Koncentracija atmosferskog CO<sub>2</sub> ubrzano raste zbog ljudski-izazvane emisije, prvenstveno izgaranjem fosilnih goriva.

Porast temperature oceana, jako UV-zračenje i podizanje razine mora još su neke od posljedica globalnog zatopljenja koje utječu na koralje.

Prije 12 godina, zbog porasta temperature oceana došlo je do rekordnog izumiranja koralja. Zbog toga se smanjila raznolikost riba, a na nekim područjima je došlo i do lokalnog izumiranja ribljih vrsta te do pada u brojnosti vrsta.

Simbiotske alge koje žive s koraljima, vrše i fotosintezu daju koraljima gorivo za izradu novog kostura. No kad su koralji pod jakim stresom, oni gube alge i polako odumiru. Kad koralji izgube dovoljno algi, postaju bijeli što je nazvano „izbjeljivanje“.

Koralji, poput jelenskog roga, *Acropora*, kolonije su koje su najranjivije kada su suočene s temperaturnim stresovima ili bolestima jer energiju koriste za brzi rast i reprodukciju i imaju manje u rezervi za svoj imunološki odgovor. Ključni je element imunološkog sustava koralja produkcija melanina koji pruža obranu protiv organizama koji uzrokuju bolest u koralja.

Glavni faktori koji uzrokuju „izbjeljivanje“ koralja su: napadi koji uzrokuju bolesti i temperaturni stresovi.

Globalno zatopljenje usporava obnavljanje ozona i time zatvaranje ozonskih rupa pa sve više opasnog zračenja dolazi do površine Zemlje. Organizmi grebena koriste različite mehanizme kako bi se obranili od UV svjetlosti. To su: „izbjeljivanje“, zaštita i popravak. Neki koralji kao što su *Acropora* i *Pocillopora* posjeduju pigmente koji apsorbiraju UV svjetlost. Koralji se moraju zaštititi od UV-zračenja jer ono inhibira fotosintezu.

Porast razine mora utjecati i na ekosustav koraljnih grebena koji žive na dubinskoj granici rasta koralja, koji u uvjetima smanjenog osvjetljenja više ne mogu održati rast, što će najvjerojatnije dovesti do smrti. Neki pak istraživači tvrde da porast razine mora zapravo može biti korisno, jer će novi uvjeti biti povoljni za vertikalni rast grebena.

Koralji imaju mnoge mehanizme kako bi se prilagodili na stresove. Međutim, kad su oslabljeni, njihovi sustavi postaju ranjivi. Kada se unište, potrebno je više od 25 godina za popravak i obnovu čak i najmanjih koraljnih kolonija. Oporavak koralja od štetnih događaja ovisi o opsegu uništenja, blizini izvora za rekolonizaciju i povoljnim uvjetima staništa.

## 9. Summary

The biggest threat to corals is the process of global warming because the increase in sea temperature of only 1-2 °C can lead to their extinction.

One of the consequences of global warming, acidification of the oceans which occurs due to increased concentrations of carbon dioxide in the atmosphere, and consequently in the oceans. Acidic environment causes a breakdown of carbonates and the most vulnerable organisms would be corals and some algae. The concentration of atmospheric CO<sub>2</sub> is growing rapidly due to human-caused emissions, primarily the burning of fossil fuels.

The increase in ocean temperatures, strong UV-radiation and sea level rise are some of the consequences of global warming affecting coral.

12 years ago, due to rising ocean temperatures there was an unprecedented extinction of corals. Because of that, the diversity of fish has reduced, and in some areas has led to local extinction of fish species and a decrease in the number of species.

Symbiotic algae that live with corals, carrying out photosynthesis in corals provide fuel for a new skeleton. But when the corals are under thermal stress, they lose their algae and slowly die. When corals lose enough algae, they become white, and that is called "bleaching".

Corals, like a deer horn, *Acropora*, colonies are most vulnerable when confronted with the temperature stress and diseases, because they use energy for rapid growth and reproduction and have less in reserve for their immune response.

A key element of the immune system of coral production of melanin, which provides defense against organisms that cause disease in corals. The main factors that cause "bleaching" of corals are attacks that cause disease and temperature stress.

Global warming slows the recovery of ozone and thereby close the ozone hole and all the

more dangerous radiation coming to the Earth. Reef organisms use different mechanisms to defend themselves from UV- light. These are "bleaching", the protection and repair. Some corals such as *Acropora* and *Pocillopora* have pigments that absorb UV- light. Corals should be protected from UV- radiation because it inhibits photosynthesis.

Sea level rise will affect the ecosystem of coral reefs that live on the depth limit of coral growth, which in low light conditions will no longer be able to maintain growth, which will likely lead to death. However, some researchers argue that rising sea levels can actually be beneficial, because the new conditions will be favorable for the vertical growth of reefs.

Corals have many mechanisms to adapt to stress. However, when they are weakened, their systems become vulnerable. When destroyed, it takes more than 25 years for repair and reconstruction of even the smallest of coral colonies. Coral recovery from the adverse event depends on the extent of destruction, sources close to recolonization and favorable conditions of habitat.