

GEOKEMIJSKI SUSTAV OCEANA

ELN PROHIC

UVOD



**DALE CARNEGIE®
TRAINING**

Copyright 1996-98 © Dale Carnegie & Associates, Inc.

6/18/2007

1

Opening

- Da bi se stvorio okvir za diskusiju o fizikalnim, kemijskim i biološkim procesima u oceanu, potrebno je prvo opisati prirodu same vode, uzimajući u obzir njena temeljna svojstva, a zatim definirati mehanizme cirkulacije koji ju održavaju u kretanju. Cirkulacijom se obavlja fizički transport vodenih masa, zajedno sa njihovim otopljenim i čestičnim suspendiranim sastojcima, iz jednog u drugi dio oceana u obliku konzervativnih signala. Pored toga postoje nekonzervativni signali koji proizlaze iz uloge sastojaka glavnih biogeokemijskih ciklusa unutar oceana. Komponente su uključuju u sedimente dna uglavnom taloženjem čestičnog materijala, te postoji stalno kretanje čestičnih suspendiranih sastojaka kroz

Point #1

- **SASTAV OCEANA**
- **Klasifikacija otopljenih konstituenata**

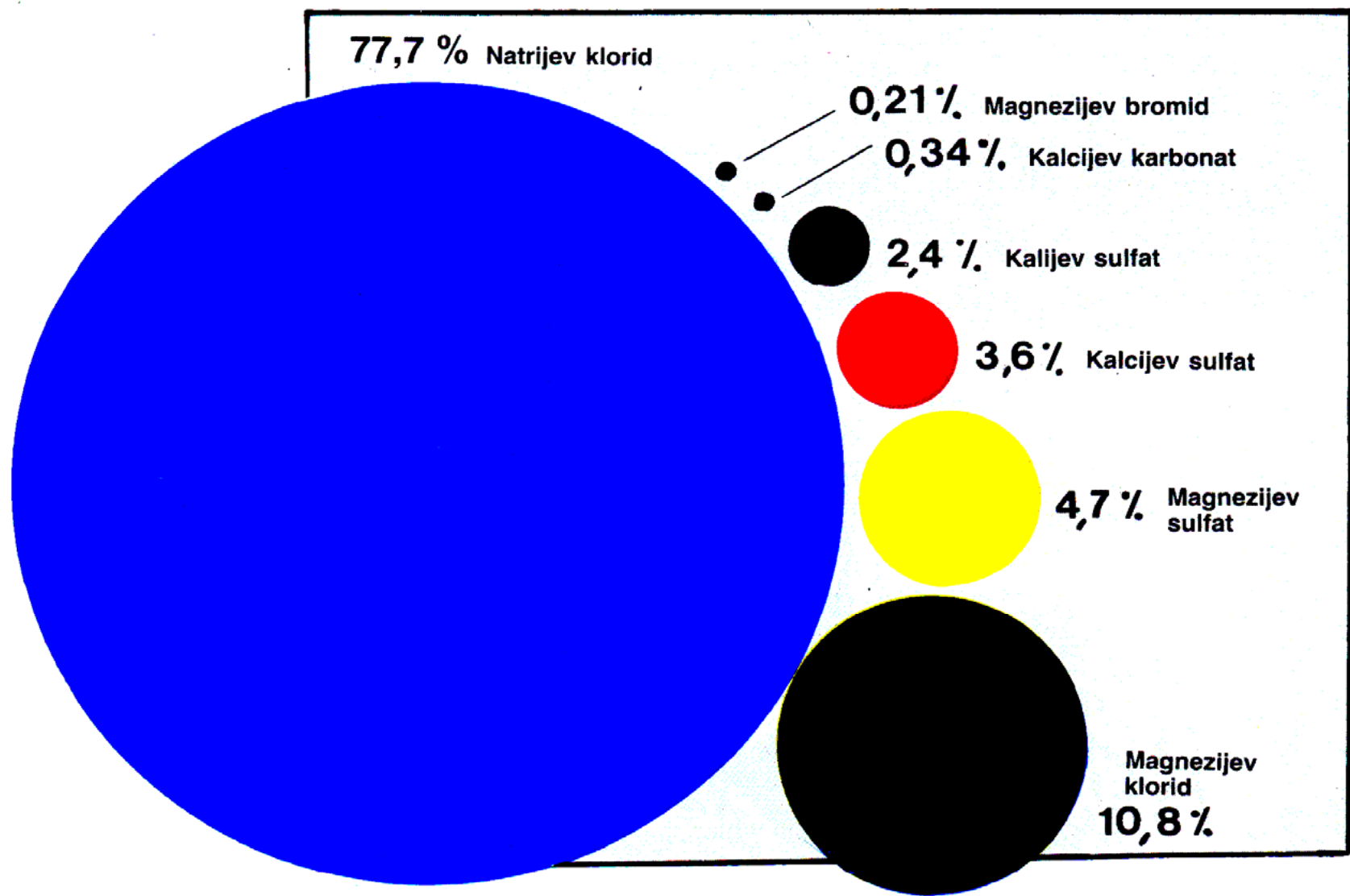
- Oceani predstavljaju za geokemičare ogroman laboratorij kemije elektrolitnih otopina. U određenom smislu, ovaj je laboratorij dosadno jednoličan: *u njegovom sastavu dominira šest glavnih elemenata (Na, Mg, Ca, K, Cl i S), čije su količine u odnosu jedna na drugu gotovo konstantne*, unatoč činjenici da ukupno otopljeni sadržaj soli (salinitet) otvorenog oceana varira od 35-38%. Od ovih elemenata jedino kalcij pokazuje promjene u svojim omjerima u odnosu na drugih pet za malen ali mjerljiv iznos. **Sastojci čije relativne koncentracija ostaju konstantne u morskoj vodi, nazivaju se konzervativnim.** Varijacije u njihovim apsolutnim količinama mogu biti prepisane isključivo dodavanju ili oduzimanju čiste vode u oceanima.

Pozornost je usmjerena najuobičajnije na manje zastupljene sastojke morske vode. Neki od njih (poput bora, litija, antimona, uranija i broma) su također konzervativni, no mnogi dramatično variraju u odnosu na lokalni salinitet. Ove otopljene vrste su stoga **nekonzervativne**. Mnoge od ovih varijacija su povezane s glavnom ulogom mora kao doma za žive organizme. Marinski su organizmi imali veliki utjecaj na kemijsku evoluciju ovog planeta. Proizvodnjom organske tvari pomoću fotosintetskih organizama stvorena je Zemljina atmosfera bogata kisikom. Marinske biljke također su bile odgovorne za vezivanje ogromnih količina ugljika u marinskim sedimentima. Biljke žive jedino u vodama blizu površine, gdje mogu dobiti dovoljno sunčevog svjetla, kako bi bila moguća fotosinteza. One i životinje koje se njima hrane osiromašuju ove vode s nutrijentima, poput fosfata, nitrata, otopljenog SiO_2 , i u otopljenom ukupnom anorganskom ugljiku ($\Sigma\text{CO}_2 = \text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), koji se pretvara u organsku

Kako se ovi sastojci talože pri morskom dnu u mrtvim organizmima ili fekalnoj tvari, čvrsti dijelovi tijela se ponovno otapaju te su tkiva brzo konzumirana od bakterija, uzrokujući relativno obogaćenje nutrijenata u pridnenim vodama. Od elementa povezanih s oceanskim životom, jedina značajna iznimka u ovom mehanizmu je kisik, koji se otpušta u fotosintezi na površini te se troši respiracijom u dubokim vodama. Od sredine '70-tih godina postupno je postalo jasno da mnogi elementi u tragovima, poput stroncija, kadmija, barija i kroma, također slijede procese koji su povezani s prehranom, premda, u mnogim slučajevima, nije jasno kako

su ovi elementi uključeni u oceanske biokemijske

■ *Shematski prikaz koncentracija glavnih soli u morskoj vodi*



Od elemenata koji su navedeni kao nutrijenti ili kao oni koji su povezani s prehranom, pet njih je osobito vrijedno pozornosti. Fosfor (u formi fosfata), dušik (u formi nitrata), silicij (u formi SiO_2), cink i kadmij su gotovo odsutni u površinskim vodama, te se često označavaju kao biolimitirajući sastojci morske vode, budući su vrlo učinkovito "potrošeni" od mikroorganizama. Kada su osiromašeni, ovi elementi ograničavaju biomasu površinskih voda. Opskrba sa SiO_2 ograničava jedino populaciju organizama (dijatomeje i radiolarije) koje tvore čvrste dijelove tijela od SiO_2 , no ne i široku populaciju onih organizama koji grade skelete od kalcijevog karbonata. Nitrati su limitirajući nutrijent za veliki broj vrsta, no ne za veliku obitelj modrozelenih algi, koje mogu vezati dušik direktno iz otopljenog N_2 . Fosfor (kao fosfat) je potreban u metaboličkim ciklusima svih organizama te je stoga krajnji biolimitirajući element. Kadmij i cink su očito drastično osiromašeni u površinskim vodama jedino zbog toga što ih biljke "zabunom" inkorporiraju kao fosfor.

Jedan element koji je očito odsutan iz popisa biolimitirajućih konstituenata je **ugljik**. Uočite da, premda površinske vode imaju nižu koncentraciju ukupno otopljenih ugljikovih vrsta negoli duboke vode, osiromašenje je samo tek oko oko 10%. Organizmi koji žive na površini, stoga ostavljaju oko 90% otopljenog ugljika oko sebe netaknutog.

Jedan način potpunijeg shvaćanja nelimitirajuće prirode ugljika je uspoređivanje njegove količine s elementima koji su biolimitirajući. Kako se stvara organsko tkivo u površinskim vodama, njegov atomski **omjer fosfora prema dušiku te prema ugljiku je gotovo konstantan oko 1:15:105**. Ovaj omjer se naziva **Redfieldov omjer (odnosno, rjeđe Redfield-Richardsov omjer)**, prema Alfredu C. REDFIELDU, oceanskom geokemičaru koji ga je prvi odredio. Kako se organska tvar obara na dno oceana, gotovo je potpuno konzumirana i vraćena u otopinu kao otopljene vrste. Nije iznenađujuće stoga da je **atomski odnos P:N u dubokim**

vodama 1:15. Odnos P:C je pak oko 1:1.000

Približno 90% otopljenog ugljika u dubokim vodama, stoga, ne može biti nošen prema dnu u organskoj tvari. Jedan dio je nošen prema dnu kao djelomični karbonat, no to je prilično malen udio. Za svaka četiri atoma ugljika vezana u organskoj tvari, približno jedan je kombiniran s kalcijevim ionom i biokemijski pretaložen kao karbonat. (Ovaj proces kvalitativno objašnjava dijelom nekonzervativno ponašanje kalcija).

Mora se konačno zaključiti, da većina otopljenog ugljika u dubokom oceanu nije tamo kao direktan rezultat obaranja na dno mrtvih organizama. Na svaki atom fosfora u oceanu, dolazi, ugrubo, 870 ugljikovih atoma u suvišku broja potrebnog da zadovolji zahtjeve biomase za rastom. Dok smo prije bili skeptični, sada bi trebalo biti jasno da ugljik nikako

6/18/2007