



Prof. PETAR MILAT  
Zagreb

## *Ocean - izvor bogatstva*

Često se govori i piše o oceanima, o njihovim bogatstvima koja se iskorištavaju, ili su još uvijek netaknuta, ali i pored toga potpuno je umjesno upitati se da li eksploatacija oceanskih bogatstava raste ili opada. Bilo da su biološkog, kemijskog ili energetskog karaktera, potencijalni izvori bogatstava oceana veoma su značajni, kako oni koje pruža samo more, tako i oni koji su pokriveni zemljinom korom, možda čak jako duboko ispod morskog dna. Jer nafta ispod morskog dna predstavlja potencijalni izvor samo zbog toga što je more spriječavalo čovjeka da dođe do nje i iskorištava je.

Iako na ocene otpada 98% vodene površine čitave zemaljske kugle, izgleda da tih 1.400 milijuna kubičnih metara vode nije mnogo zanimalo čovjeka koji je bio orijentiran jedino na morsku sol, jer mu je ona bila nužna za održavanje golog života. Na ostale minerale koji su otopljeni u morskoj vodi kao da nije ni mislio. Uzgred spomenuvši, porazna je činjenica da se situacija u našem stoljeću nije mnogo izmijenila, jer sol još i danas predstavlja osnovni mineralni proizvod iskorištavanja morske vode. S druge strane, ulov od 46 milijuna tona ribe u 1963., prema nekih 32,6 milijuna

tona u 1958. godini, nedvosmisleno pokazuje da je iskorištavanje živih morskih bića jedna od osnovnih čovjekovih »istraživačkih« preokupacija. Iskorištavanje kemijskih ili energetskih bogatstava morske vode neznatno je i ograničeno u oblasti kemije na dobijanje broma i magnezija u SAD, a na polju energetike na korištenje morskih mijena za rad električne centrale u Ranceu u Francuskoj. Međutim, u posljednje vrijeme počelo se intenzivnije razmišljati o iskorištavanju ostalih mineralnih sirovina, jer na to prisiljava nestašica na kopnu. Trenutak kada će se pristupiti dobijanju pojedinih sirovina iz morske vode u prvom redu ovisit će o zalihama na Zemlji, o ekonomičnosti tehnološkog procesa dobijanja itd. Naime, mora se uporediti troškove dobijanja tih sirovina iz utrobe zemlje sa troškovima koje bi iziskivalo dobijanje iz mora.

Već je odavno nauka dokazala da je odnos različitih sastojaka u morskoj vodi stalan, pa zbog toga more kao izvor sirovina ponešto se razlikuje od zemlje. U morskoj vodi nema debelih naslaga ili povlaštenih područja, a po pitanju otopljenih kemijskih elemenata nauka je rekla svoje. Sve zemlje koje izlaze na more imaju, dakle, na raspolaganju isto bogatstvo. Koja će od njih u procesu iskorištavanja dalje odmaknuti, ovisit će o metodama rada, o sredstvima koje će moći uložiti, o stupnju razvitka primijenjenih nauka i o mnogim drugim faktorima.

Da vidimo kojih sve elemenata ima u morskoj vodi i u kojim količinama. Kemijski elementi u morskoj vodi su veoma brojni, no štogod bi ih više nabrajali vidjeli bismo da njihova količina vrtoglavo pada. Evo nekoliko elemenata sa oznakom količine u jednom kilogramu morske vode: klor 19 g; natrija 10 g; magnezija 1.25 g, i time se završava lista elemenata čija se količina može mjeriti gramima. Ostali elementi su zastupljeni u miligramima: sumpora 884; kalcija 400; kalija 380; broma 65; ugljika 28; stroncija 13; bora 4; silicija od 0,02 — 4; fluora 1,4; aluminija 0,5; rubidija 0,2; litija 0,1; fosfora 0,001 — 0,1; barija 0,05; joda 0,05; arsena 0,02 — 0,1; željeza 0,002 — 0,2; mangana 0,001 — 0,01; bakra 0,001 — 0,01; cinka 0,005; urana 0,0015; srebra 0,003; nikla 0,0001; zlata 0,000006; radija 0,000002.

Iako i najmanje količine ovih sastojaka mogu i te kako biti zanimljive, naprosto je neshvatljivo da bi se započelo sa eksploatacijom dok još postoje resursi na kopnu iz kojih se vade rudače koje, u odnosu na more, sadrže spomenute elemente u daleko većim količinama. Mac Lead Chapman iz Van Camp Sea Food Co. obilvio je 1965. jednu studiju u kojoj je iznio da bi obrada 600 milijuna galona morske vode dala 93 milijuna tona kemijskih elemenata, odnosno tri puta više soli od količine koja je potrebna u SAD, pet puta više magnezija, dva puta više broma, pokrila bi sve potrebe SAD za manganom, 40% potreba sumpora, 56% potreba kalcija, 58% potreba kalija. Drugo je pitanje, ističe autor, koliko bi sam proces dobijanja tih elemenata bio rentabilan. Neki već sada govore o nestašici, tj. o nedovoljnim količinama urana, pa će to najvjerojatnije utjecati na početak iskorištavanja morske vode. Unatoč svega, izgleda da je najveće bogatstvo, koje se iz morske vode može dobiti, slatka voda čija bi nestašica dovela u pitanje život na Zemlji, pa s pravom to predstavlja jedan od najtežih problema suvremenog čovjeka. Danas je proces dobijanja pitke vode iz mora u toku intenzivnih izučavanja o čemu će biti riječi kasnije.

Na početku smo spomenuli da more predstavlja izvor energetike. No odmah moramo istaći da se u tom pravcu nije daleko odmaklo. Osim nekih ostvarenja i pokušaja (francuska elektrana u Ranceu i američki plan koji bi trebao biti izveden u Passamaquoddy Bay), čovjek još uvijek nije u stanju da iskoristi ogromnu mehaničku energiju mora. Međutim, da bi on tu snagu iskoristio, potrebno je naći veoma dobro razvedene obale gdje su morske mijene česte i jake. Mnogo je, međutim, više oblasti gdje su plima i oseka tako slabe da ne postoji nikakva nada u mogućnost iskorištavanja.

Toplinska energija mora također nije iskorištavana, jer je i taj proces manje-više vezan za obalu. A za korištenje toplinske energije mora potrebne su veće dubine. Tu iskrsva problem cjevovoda za dovod hladne vode sa dubine, koji moraju biti položeni na dno na velikim udaljenostima. Za izgradnju sistema za korištenje toplinske energije mora pogodna su ona mjesta gdje se obala gotovo vertikalno spušta u more tako da su velike dubine na malim udaljenostima od obale. U blizini Abidjana bio je izgrađen jedan takav sistem, no on se pokazao veoma nerentabilan, jer je za proizvodnju

7.000 kW električne energije trošio ništa manje nego 4.250 kW i to samo za pogon sisaljki za odzračivanje tj. odstranjivanje zraka iz morske vode.

Profesor Ernst Bayer sa Univerziteta u Tubingenu izučavao je sposobnosti nekih morskih živih bića da u sebi koncentriraju neke rijetke metale koji postoje u morskoj vodi. U krvi *Phallusia mamillatae* vanadij se koncentrirala hiljade puta više nego što ga ima u morskoj vodi. Krv hobotnice sadrži sto puta veću koncentraciju bakra u odnosu na njegovu koncentraciju u morskoj vodi. Njemu je pošlo za rukom da iz krvi hobotnice izdvoji jednu proteinsku materiju koja privlači bakar. S obzirom da je s proteinima veoma teško rukovati, Bayer je nakon dugog istraživanja uspio stvoriti materiju u obliku štapića koja privlači samo bakar i uran. Pokušaj je praktično izveo u Napuljskom zaljevu gdje je tu materiju postavio u staklenu cijev kroz koju je protreklo sto litara morske vode. Nakon obrade sa solnom kiselinom, ustanovio je da se na štapiću uhvatilo 450 miligrama bakra i 50 miligrama urana.

Problem desalinizacije morske vode, makar za industrijsku upotrebu, do danas se je rješavao manje-više djelomično, i to uglavnom za one krajeve koji oskudijevaju izvorima slatke vode, kao npr. Kuvajt, ili pak za brodove. Međutim, posebno u SAD, stanje sa slatkom vodom je više nego zabrinjavajuće, čak bi se moglo reći da se radi o nestašici. Dnevna potrošnja slatke vode od 150 milijuna kubnih metara u 1900., popela se na 350 milijuna m<sup>3</sup> u 1930., a u 1960. ravno na 1.200 milijuna m<sup>3</sup> (od toga 90% je namijenjeno industrijskim i poljoprivrednim potrošačima). Procjenjuje se da će 1975. dnevna potrošnja iznositi 1.700 milijuna m<sup>3</sup>, dok se normalno raspoložive količine cijene na 2.000 milijuna m<sup>3</sup>. Dakle, jedini izlaz je u korištenju morske vode. Upravo zbog toga u SAD je osnovana institucija za izučavanje sredstava i načina desalinizacije mora (Office of Saline Water), čiji budžet veoma brzo raste, od 4 milijuna dolara u 1961. na 10 milijuna dolara u 1964.

Do sada postoji ili je opisano, odnosno ispitano u laboratoriju oko deset postupaka za desalinizaciju mora, no sve te postupke može se razvrstati u tri kategorije:

a) *fizikalni postupci*: radi se o raznim oblicima destilacije i zamrzavanja;

b) *kemijski postupci*: predviđena je upotreba organskih otopina, odakle se slatka voda izdvaja zagrijavanjem, te ugljikohidrata, kao npr. propana, koji formiraju kristale hidrata;

c) *fizikalno-kemijski postupci*, gdje se koristi: elektrodializa, ultra-filtriranje kroz polupropusnu membranu, zatim membrane izmjenjivače iona itd.

Što se tiče izvora energije, pored klasičnih i neuklearnih, razmišlja se o korištenju sunčeve energije i energije stvorene podzemnim nuklearnim eksplozijama. Instalacije za dobijanje slatke vode iz mora raznim gore spomenutim postupcima postoje u Kuvajtu, Freeportu (SAD), Qataru (Arabija), Elathu (Izrael), San Diegu (SAD), Rosaellu (SAD), Welcomu (Juž. Afrika) itd.

U svim zemljama Srednjeg Istoka pokrenute su akcije čiji je cilj dobijanje slatke vode iz mora. Za taj su problem, kao i za njegovo uspješno rješavanje, zainteresirani i Ujedinjeni narodi koji su dostavili nekim zemljama projekte za podizanje postrojenja za desalinizaciju morske vode. S tim u vezi koncem prošle godine 2500 eksperata iz 55 zemalja raspravljalo je u Washingtonu o najefikasnijim načinima prerade morske u pitku vodu.

U gradu Elathu, iznad zaljeva Akaba, postoje čitava postrojenja kapaciteta 240.000 galona na dan, kojim se dobiva slatka iz morske vode. Ova instalacija upotrebljava proces »vakuum smrzavanja — kompresija pare«, razvijen po firmi Desalination Plants Ltd. Proces se zasniva na jedinstvenim principima, npr. da se vrelište vode mijenja neposredno s pritiskom, ali da je tačka smrzavanja u biti neovisna o pritisku.

Za posljednjih pet godina razvoj oceanografije je progutao velika novčana sredstva, ali zato rezultati imaju ogroman značaj za mornaricu, trgovinu i nauku. Vršena su brojna kartografiranja, mjerenja temperature, saliniteta i dr. Počelo se je sa iskorištavanjem naslaga nafte, što je danas već poprimilo velike razmjere upravo zbog ekonomskog razloga.

Neosporno je da poznavanje mora ima više aspekata. Prije svega predviđanja pokreta valova, odnosno olujnih zona

što je od ogromnog značaja za navigaciju, jer će omogućiti zapovjednicima brodova da izbjegavaju opasne zone. Daljnji momenat jeste utjecaj oceana na klimatologiju. More, naime, apsorpira veliku količinu sunčeve topline, dok se količine koje apsorpira atmosfera mogu praktički zanemariti. Još uvijek nije pošlo za rukom napraviti mehanizam koji bi preraspodjeljivao akumuliranu toplinu u oceanu pomoću vjetra a u korist atmosfere. U cilju boljeg izučavanja mora pored brojnih sredstava za oceanografska istraživanja, postavljaju se stanice. Jedna od takvih je i oceanografska stanica NOMAD (Navy Oceanographic Meteorological Automatic Device), koja treba

da radi uspješno 10 godina bez punjenja gorivom, jer radi na atomski pogon. Cilj joj je da prenosi temperaturu zraka, barometarski pritisak, brzinu i pravac vjetra, temperaturu mora. Podatke šalje svaka tri sata, a pri lošem vremenu svaki sat.

I na kraju, industrija ulova i prerade ribe danas je toliko razvijena da iz dana u dan, primjenom novih metoda i načina ribarenja, proučavanjem morske faune, čovjek, može se reći, nemilice eksploatira živo bogatstvo mora. A zar nije umjesno priupitati da li netko i pomišlja na organiziranu akciju uzgajanja morskih živih bića, na svjetskom nivou, u umjetnom, ali prije svega u autentičnom ambijentu?