

Putovi razvoja današnje oceanografije

U naglom napretku nauke posljednjih decenija oceanografija zauzima jedno od vidnih mjesta. Najnovija preokupacija za svemirskim letovima nije poremetila rad naučnih institucija na drugom polju i oceanografija doista napreduje.

Ako rađanje fizikalne oceanografije vežemo uz djelo Matthewa Fontainea Maurya »Physical Geography of the Sea« (1855), a biološke oceanografije uz rad Edwarda Forbesa (1843) vidjet ćemo da su te dvije nauke tek stotinjak godina stare. Zahvaljujući ekspediciji »CHALLENGER« (1872—1876) koja je te dvije nauke sjedinila termin »oceanografija« ih od tada povezuje.

Nagli napredak ove nauke nije slučajna. On je u prvom redu uvjetovan velikim porastom stanovništva¹ koji pred ovu relativno mladu nauku kao najaktuelniji problem postavlja pitanje prehrane podrazumijevajući tu i rezerve slatke vode koje se danomice troše, zatim zahtjev za boljim vremenskim prognoziranjem, razvoj geofizičkih znanja, potrebe ratnih mornarica, želja za zaradom i iznad svega radoznalost uzrokovali su današnja ulaganja u podvodna istraživanja.

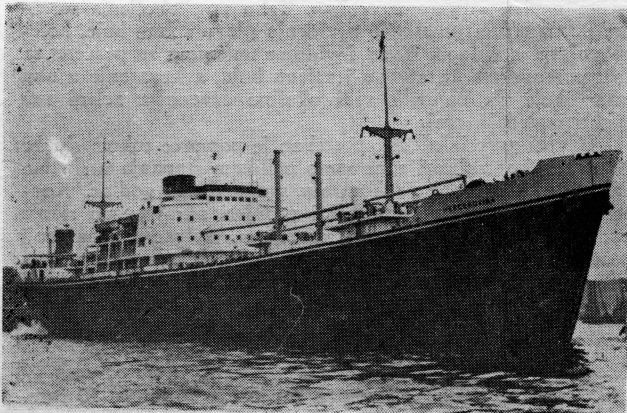
Svjedoci smo velikih nastojanja mnogih država da se naslućena bogatstva koja to ogromno prostranstvo sadrži iskoriste za napredak čovječanstva.

Čovjek je vezan uz kopno i mali dio ljudskog roda je okrenut moru. Usprkos porijeklu riječ geografija se obično tumači kao proučavanje kopna. To je konačno i tačno jer su metode i ciljevi oceanografije i geografije različiti. Težnja da se oceanografija tretira kao dio geografije nije se održala. Oceanografija nije, poput geografije, vezana za društvene nauke već se temelji više na osnovnim prirodnim naukama.

Od osnivanja Conseil Permanent International pour Exploration de la Mer (ICES) 1902. godine te Prvog međunarodnog oceanografskog kongresa (New York, 1959) do danas u svijetu postoje mnoge međunarodne ustanove kao UNESCO, FAO, SCOR, IOC, IGY, ICNAF i dr. koje okupljaju najeminentnije oceanografe i druge eksperte te svojim djelovanjem propagiraju i podstiču naučne radnike cijelog svijeta na naučni i istraživački rad kako bi se njihovi eventualni plodovi iskoristili za dobrobit svjetskog stanovništva. No uza sav napor tih i takvih pregalaca dosadašnji rezultati u izučavanju svjetskih oceana i mora daleko su od onih koje njihove kolege postižu na drugoj strani — u kozmosu. Stoga su opravdane primjedbe nekih oceanografa da smo se već tako daleko otisnuli u svemir a malo znamo o vlastitoj planeti, osobito o njenom vodenom dijelu koji zauzima 361 milijun i 159 hiljada kvadratnih kilometara, naime 7/10 njene ukupne površine.² Ono što znamo o ovom ogromnom vodenom prostanstvu je zaista neznatno prema nepoznanici koju u sebi krije tako da i dosadašnja vrlo intenzivna istraživanja na ovom polju nisu dala odgovor na mnoga pitanja za koja je zainteresirano čovječanstvo.

Vrlo se malo zna o morfologiji ovog prostranstva, o kemijsko-fizičkim procesima podvodnog svijeta, njegovom rudnom, biološkom i životinjskom bogatstvu.

Mlb »Hercegovina«



U svrhu rješavanja ovih nepoznanica a time i rješavanja egzistentnih potreba čovječanstva pred suvremenom oceanografijom postavljaju se vrlo važni i obimni istraživački zadaci čiji osnovni ciljevi moraju biti:

- usvajanje ekonomičnih procesa desalinizacije morske vode kako bi se osigurale zalihe slatke vode,
- upoznavanje životinjskog i biljnog svijeta mora u svrhu što racionalnijeg korištenja kao izvora ishrane,
- traženje svih izvora energije uključujući nalazišta rudnog blaga,
- bolje poznavanje fizičkih, kemijskih, bioloških, morfoloških i geoloških znanja o podvodnom svijetu, prvenstveno u svrhu podvodne plovidbe i upotrebe navigacijskih instrumenata.

Problem desalinizacije morske vode predstavlja davni predmet zanimanja čovjeka. Voda predstavlja osnovni i prijeko potrebni elementar ljudskog, životinjskog i biljnog svijeta i kako se njena potrošnja povećava uporedo s porastom broja stanovnika, opravdana su nastojanja da se ovaj problem konačno riješi.

Dosadašnje analize za osiguranje vodenih rezervi na Zemlji upućuju nas na zaključak da je desalinizacija morske vode definitivno rješenje ovog pitanja. Jedan od glavnih razloga koji nas nagoni na ovakav zaključak je ogromna i neiscrpna zaliha koju predstavlja more. Realizacijom ovog fantastičnog nauma ne samo da bi se definitivno osigurale zalihe pitke vode, već bi bilo omogućeno natapanje ogromnih dosad neiskorištenih neplodnih površina zemljine kore. Dosadašnja ispitivanja dala su u tehničkom pogledu pozitivne rezultate i može se smatrati da su prvi koraci napravljeni. Jedina ozbiljna poteškoća je visoka cijena procesa desalinizacije te su naporu usmjereni na pronalaženju ekonomičnijeg tehničkog procesa desalinizacije.

Podrobnije upoznavanje životinjskog i biljnog svijeta mora kao izvora ishrane daljnji je cilj oceanografskih ispitivanja. Ako se vratimo u daleku prošlost, ustanovit ćemo da je nastanak drevnih grčkih i rimskih kolonija na obalama Crnog i Azovskog mora u tijesnoj vezi s pojavom ribolova. Riba obalnih voda i rijeka koje su se tu slivale bila je predmetom izvoza u zemlje antičkog svijeta. Do kraja 15. vijeka ona je bila glavni predmet trgovine Hanse s Norveškom i ostalim skandinavskim zemljama te je na toj osnovi i nastala ogromna trgovačka moć saveza Hansa. Nakon otkrića Amerike zajedno s tragačima zlata cijela internacionalna flota ribolovaca uputila se prema nepoznatim obalama Amerike (kasnije Newfoundlanda) za ribom. Ribolov je u kasnijim vjekovima odigrao značajnu ulogu u razvoju moći mnogih pomorskih zemalja (Norveška, Engleska, Nizozemska). Nije stoga čudno što su početkom 20. vijeka prihodi od ribolova predstavljali važnu stavku u budžetu mnogih zemalja.

Razvoj svjetskog ribolova na otvorenom moru i oceanima započeo je sredinom prošlog vijeka (oko 1850). Prosječni svjetski ulov ribe tih godina iznosio je 1,5—2 milijuna tona. Već 1900. on se povećao na 4 milijuna, a 1913. dostigao je 10 milijuna tona. U periodu od 1938. do 1962. svjetski ulov ribe i ostalih morskih produkata povećao se od 23,68 milijuna na 47,29 milijuna tona, skoro dvostruko.

Devedeset posto svjetskog ulova ostvareno je lovom na moru, a tek 10% lovom u slatkim vodama.

Dva svjetska rata prekinula su razvoj ribarstva na otvorenom moru jer su najvažnija ribolovna područja na sjevernom dijelu Atlantika i Tihog oceana te Sjevernog mora postala poprištem najvećih ratnih sukoba. Međutim, već u periodu 1948—1958. godišnji prirast ulova iznosio je 1,315.000 tona, a 1958—1962. popeo se na 3,065.000 tona.³

Najbogatiji ulov ostvaren je u sjevernim zonama na koje otpada 61% svjetskog ulova ribe, za njim slijedi tropska zona (33%) i na kraju zona s najmanjim ulovom — južna (6%).

Suvremena srednja godišnja količina ulovljene ribe u svijetu iznosi 40,05 milijuna tona. Više od 10 milijuna tona ulovi se u sjeverozapadnom dijelu Tihog oceana, 5-10 milijuna tona u sjeveroistočnom dijelu tropske zone Tihog oceana, 2-5 milijuna tona u sjeverozapadnom dijelu Atlantskog oceana, Sjevernom ledenom moru i istočnom dijelu Indijskog oceana,

1-2 milijuna tona u Sredozemnom i Crnom moru, u zapadnom rajonu tropske zone Tihog i Atlantskog oceana i jugoistočnom dijelu Atlantskog oceana.

U 1962. od ukupnog ulova ribe u iznosu od 40,39 milijuna tona na morski ulov otpada 35,72 milijuna tona ili 88%. Prvo mjesto u udjelu svjetskog ulova te godine zauzima srdela (20%) na obalama Perua i Čilea što je utjecalo na ukupni porast ulova posljednjih godina. Za srdelom slijedi haringa (18%), bakalar (16%), list (4%), tunj (2%), skuša (2%), lososi (1%), ajkula (1%) itd.

Prema mjestima kretanja sve ribe možemo podijeliti na one koje stalno žive i množe se na kontinentalnom šelfu, na ribe koje stalno žive i množe se u otvorenom moru i one koje žive u otvorenom moru i oceanima, ali se množe na šelfu ili u rijekama.

Zanimljivo je napomenuti da je glavina od 86% svjetskog ulova ostvarena na predjelu kontinentalnog šelfa, dok je u ostalom području ostvaren ulov od svega 14%.⁴

Ta se pojava objašnjava u prvom redu time što predio šelfa obiluje složenim sistemom struja koje izazivaju intenzivnu cirkulaciju voda koja se u umjerenim i sjevernim širinama može protezati do dna i donosi na površinu velike količine biogenih elemenata koje omogućavaju visoku biološku produkciju. Time se olakšavaju uvjeti života ribe i ona se kupi na šelfu zbog dobre hrane. Značaj ribe u ishrani stanovništva ogleda se i u količini proteina koju ona u sebi ima, a čiji nedostatak u uobičajenoj ishrani osjeća dvije trećine svjetskog stanovništva. Oskudica proteina naročito pogađa djecu jer ometa njihov fizički i mentalni razvoj, a posljedice mogu imati i odrasli slabljenjem fizičke i psihičke vitalnosti.

Prema podacima sovjetske statistike današnji nivo ulova ribe ne podmiruje fiziološke potrebe za ribljim bjelančevinama (proteinom) ni za 2/3. Ako od toga izdvojimo 20—25% od ulova ribe koja se koristi za proizvodnju ribljeg brašna i ulja, potrošnja ribe po glavi stanovnika umanjuje se za 9-10 kg godišnje, tj. približno 50% od fiziološke norme proteinskih potreba.

Usporedimo li tempo porasta ulova ribe i ostalih morskih životinja (osim sisavaca) s tempom porasta svjetskog stanovništva, ustanovit ćemo da je od 1950. do 1962. ulov ribe porastao za 4%, a stanovništvo za 1,8%. To nas sve upućuje na zaključak da će svjetska mora i oceani osiguravati čovječanstvu dovoljne količine ribljih proizvoda koji će zadovoljavati njegove fiziološke potrebe.

Prije nego što se potpuno iskoristavanje ribljih i drugih bioloških bogatstava mora i oceana što će se postići prijelazom od ekstenzivnog ka intenzivnom sistemu ribolovne privrede, orijentacijom na lov pelagične ribe, racionalnom organizacijom ribarenja na kontinentalnom šelfu i provođenjem kompleksnog pothvata usvajanja novih koncepcija o flori i fauni mora.

Po mišljenju velikog broja eksperata FAO, zalihe ribe u morima i oceanima nisu sasvim iskorištene, te je daljnji cilj (koji je istovremeno u skladu s rastaćim svjetskim potrebama) oceanografskih radova usmjeren k tome da se današnja količina ulova od 41 milijun tona godišnje podigne na 60-80 milijuna tona.

U vezi s naglim razvojem drugih privrednih grana i prehrambene industrije u najnovije vrijeme značaj ribolova je nešto opao tako da u zemljama, u kojima je ribolov razvijeni, predstavlja tek 1-3% nacionalnog dohotka.

Zanimljivo je napomenuti da su bogatstva hrane koja pruža more znatno veća od kopnenih. K tome se zalihe života u moru stalno obnavljaju prirodnom putem, dok je na kopnu uloga čovjeka u tome dominantna.

Teoretski privredni razvoj svjetskih mora trebalo bi da bude mnogo veći s obzirom na mogućnosti koje taj ogromni vodeni bazen pruža. Tako od 200 hiljada KGES (1 KGES = 10 milijuna kilovat-sati) Sunčeve energije, koliko godišnje pripada biljnom svijetu na Zemlji, 160 hiljada KGES ili 80% otpada na mora i oceana, a samo 20% na kopno. Nadalje, debljina plodonosnog sloja na kopnu iznosi 0,5—1 m, dok je u morima taj sloj debeo 100—200 m. Volumen produktivne mase vode svjetskih oceana i mora najmanje je 1000 puta veći od volumena cjelokupnog kopna na kojem rastu biljke (ZENKEVIĆ, L. A.). Ako sada uporedimo iste površine tla i morske vode, ustanovit ćemo da je produktivnost morske vode tri puta veća od kopna.

Kako se onda, nakon ovako iznijetih primjera, objašnjava relativno mali udio morskih bogatstava u svjetskoj ishrani? Samo 15% površine svjetskih mora, i to uglavnom perifer-

nih, koja spadaju u zonu šelfa, iskorištena je za proizvodnju. Prema tome daljnji rast ribolova mora biti usmjeren na lov u otvorenom moru.

Na Zenevskoj konferenciji za ribarstvo i zaštitu životinjskog bogatstva otvorenog mora (1958) zaključeno je da su neka bogatstva svjetskih mora izložena uništenju zbog prekomjerne eksploatacije. Najbolji pokazatelj ovog stanja je arktički bakalar kojeg 4/5 do 5/6 lovi čovjek, a samo 15—20% ugiha prirodnom smrću ili od grabežljivih životinja (podatak radne grupe Međunarodnog savjeta za izučavanje mora). Osim toga morsku faunu treba zaštititi od trovanja radioaktivnih supstancija što danas postaje sve zabrinjavajuće, posebno za zatvorena mora kao što je Sredozemno.

Ogromna dobit koju nam nudi more je i neograničena mogućnost iskorištavanja podmorske flore kao sredstva ishrane. Osobito bujna podmorska vegetacija zahvata pojas između obalne linije i batimetrije 50-80 m zahvaljujući izuzetno pogodnim uvjetima (temperatura, prozirnost, lagane struje). Alge predstavljaju neiscrpan izvor organske materije koja se može primjenjivati u raznim sektorima uključujući i prehranu. U tome su zabilježeni već i neki rezultati (SAD, Japan) za ekstrakciju brašna iz algi posebne vrste (Chlorella).

Podvodna flora je osobito važna za suvremenu farmaceutiku. To nije ni nova stvar. Već davno su ljudi ustanovili medicinsko djelovanje nekih morskih algi. Tako u kineskoj medicinskoj literaturi spominje se upotreba nekih algi protiv bolesti grla i bolova izazvanih slabim radom tiroidne žlijezde (VIII vijek prije naše ere). Poznato je također da su Indijanci iz Perua žvakali neke alge da bi suzbili gušu. U najnovije vrijeme pronađeno je da u nekim algama i mekušcima postoje antibiotske supstancije.

Uloga algi u sutrašnjoj medicini znatno će porasti i nije isključeno da će se njima postići uspjeh protiv raznih bolesti koje još uvijek ugrožavaju čovječanstvo.

U posljednje vrijeme najprivlačniji cilj oceanografije je iskoristavanje svih izvora energije i rudnog blaga koje pruža morski akvatorij. Dosadašnja dobit iz mora bila je relativno neznatna. Ona se uglavnom svodila na dobivanje soli, koja se koristila u ishrani i u neke tehničke svrhe, željezne rude, kamenog uglja, sumora i sl. Vrijednost od 7 milijuna tona soli koja se godišnje dobije od morske vode, prema podacima i cijenama SSSR, iznosi 9,8 milijuna rubalja; vrijednost od 300 hiljada tona magnezija dobivenog iz svjetskih oceana godišnje iznosi 4,2 milijuna rubalja; 100 hiljada tona broma košta 10 milijuna rubalja. Ako još ovome dodamo cifre za dobiveni jod iz morske faune u količini od 100 tona godišnje, dobit ćemo iznos od 630 hiljada rubalja.

Međutim, današnji tehnički napredak istraživanja mora ustanovio je da je morsko područje poput kontinentalnog dijela bogato nalazište raznolikog rudnog i energetskog blaga. Najpoznatiji energetske izvori u moru svakako su nalazišta nafte i plina koja postoje na kontinentalnom šelfu mnogih zemalja.

Moderna potrošnja goriva (dakle naftinih derivata) posljednjih 10 godina začuđujuće je porasla. Od 1945. svjetska potrošnja se gotovo učestorostručila, a svakodnevna potrošnja raste. Predviđa se da će se u 2000. godini trošiti oko 5 milijardi tona, dakle neki ekstremiti misle da će taj broj iznositi čak 8-10 milijardi tona godišnje.

Kako nas do tog vremena dijeli svega 30 godina, opravdano je pitanje da li postoje tolike količine rezervi goriva? Prema nekim proračunima smatra se da bi svjetske rezerve mogle iznositi oko 180 milijardi tona, dok se provjerene rezerve kreću oko 45 milijardi.

Zbog tako naglog porasta potrošnje čovjek se okrenuo moru i podvodnom istraživanju koje je otvorilo nove perspektive.

Učvršćene platforme koje se na svojim željeznim nogama nalaze smještene na morskim dubinama do 30 metara već su instalirane na morima i odatle se prave bušotine kao i na kopnenim sondama do nekoliko hiljada metara ispod morskog dna u potrazi za naftom.

Efektivi tih nalazišta u nekim zemljama (npr. Nizozemskoj) nekoliko puta su veći od površinskih.

Prema podacima iz SSSR-a godišnji prinos nafte iz oceana iznosi 95 milijuna tona.

Naši susjedi Talijani, osim pokušaja u južnom Jadranu, rade u koprodukciji s Iranom na 7 izvora u Perzijskom zalivu. Ukupna proizvodnja tih izvora u 1965. godini iznosila je 1,131.000 tona goriva. Pretpostavlja se da bi izvori s današnjim tempom iskorištavanja mogli trajati još 15-20 godina.

I ostale zemlje poklanjaju veliku pažnju nalazištima nafte u moru. Tako su Englezi u Belfastu izgradili ploveću bušaću platformu »Sea Quest« od 15.000 tona, najveću dosad u Evropi. Ona stoji 24 metra iznad morske površine, a dubina bušenja doseže čak 6440 metara.

Koja će od pronađenih nalazišta biti najkonvenijentnija ovisit će o sadržaju samog nalazišta, dubini na kojoj se nalazi, blizini luka i meteorološkim uvjetima tog područja. Izgledi za pronalaženje daljnjih izvora u moru izvanredni su jer površina svjetskog kontinentalnog šelfa odgovara površini cjelokupnog kontinenta Azije. Znači postoji jedan novi svijet koji u sebi skriva ogroman potencijal mineralnog bogatstva.

Osim nafte postoje mnoga nalazišta uglja, željezne rude, srebra, zlata i ostalog rudnog blaga smještenog iznad ili ispod morskog dna. Spominju se nalazišta dijamanta u južnoafričku obalu, kositra kod Malezije i Tajlanda, magnetita u Japanu, željeza i kroma na Aljasci, titanija kod Floride, Cejlona i Australije itd.

Osim nešto skuplje tehničke opreme i uređaja za vadenje nafte iz mora, pored činjenice da se ne plaća vlasništvo, ono je rentabilno i stoga što se obavlja jednostavnim hidrauličnim crpkama ili bagerovanjem. Dno oceana, koje se nalazi na znatno većim dubinama od kontinentalnog šelfa, još je bogatije mineralima jer se tu nalaze naslage taložene milenijama i potječu od nanosa rijeka s produktima nastalim razaranjem kore vulkanskih erozijama.

Nema sumnje da će nakon što se iscrpe neka nalazišta nafte na kopnu i šelfu premještanje industrije nafte preći u rajon oceana. Da bi se to postiglo, u prvom redu treba usavršiti eksploataciju napuštajući današnji »zanatlijski« način vadenja.

Da bi se predviđanja oceanografskih futurista o naglom razvoju *podvodnog prometa* mogle realizirati, potrebne su mnoge predradnje koje se uglavnom moraju odnositi na što tačnije i svestranije poznavanje svega onoga što sačinjava podvodni ambijent. U prvom redu treba detaljno istražiti morsko dno na dubinama većim od 300 metara koja je do sada smatrana graničnom za područja zanimljiva za podvodnu navigaciju. Da podvodno kretanje bude što brže i neometanije, treba dobro upoznati morfologiju tog područja.

Instrumenti nisu dovoljni, kao za krstarenja na površini, trebat će imati i karte podvodnog reljefa koje će osiguravati nesmetano kretanje jer će se na njima ocrtavati sve podvodne prepreke i »zamke«.

Morfologija podvodnog područja vrlo je heterogena. Tu postoje brda i doline, zalivi i pećine ogromnih dimenzija kao i na kopnu. Zbog svega toga bit će potrebno izraditi nautičke karte koje će sve više ličiti na topografske zemaljske karte. S tim u vezi postavlja se pred naučnike pokretanje nove grane nauke — podvodne kartografije.

U moru postoje slojevi raznih gustoća, struje raznih pravaca kretanja i neistraženi životinjski i biljni svijet. Posebno su morfološki i fizički elementi važni za akustiku koja u podvodnom kretanju ima dominantnu ulogu i značaj. Postoje tu razni fenomeni refleksije, refrakcije i apsorpcije koje treba potpunije izučiti.

Dakle, problem zahtijeva mnogo studioznosti i još više sredstava.

Ohrabrujući je podatak da su se već danas u ovaj fantastični rad upustile neke zemlje s većom pomorskom tehnikom, a to već predstavlja korak koji obećava napredak u integralnom poznavanju morskog ambijenta.

Razvoj oceanografije je preokupacija mnogih pomorskih zemalja. Gotovo sve one teže pronalaženju novih mogućnosti čovjekova blagostanja i konačnom rješenju problema gladi na Zemlji.

¹ Prema postojećim podacima broj stanovništva je u posljednjih 60 godina porastao od 1,6 milijardi na 3,1 milijarde stanovnika, a predviđa se da će za idućih 50 godina taj broj iznositi oko 6 milijardi.

² Di Paola, L.: Aspetti della ricerca oceanografica contemporanea, Bollettino di geofisica, vol. VII, 1965.

³ Mihailov, S. V.: Ekonomičeskoe značenie mirovogo okeana, Okeanologija 3, 1964, Moskva.

⁴ Martinsen, G. V.: Sovremeno sostojanie mirovogo ribolovstva, Okeanologija 6/1964.