

## *Duboke vodene mase istočnog bazena Sredozemnog mora*

Razvedena obalna linija Sredozemnog mora zahtijeva, da se na početku ovog izlaganja precizira izvjesna geografska terminologija. Naime, istočnim bazenom Sredozemnog mora često smatraju čitav prostor istočno od Sicilskog prolaza. Znači, tu se uključuje Jadransko, Jonsko i Egejsko more. Ovim imenom nekad se označava bazen Levanta u užem smislu. Ali, pridržavajmo se danas uobičajene terminologije. Dakle, u istočni bazen Sredozemnog mora ulazi prostor Levanta (počevši od rta Kretskoafričkog moreuza na zapadu) i Egejsko more.

Problem formiranja vodenih masa u dubini posebno u istočnom bazenu Sredozemnog mora, zaslužuje posebnu pažnju.

Ovim pitanjem u prošlosti su se bavili mnogi istraživači. Osobito su interesantni zaključci poznatog danskog oceanografa s početka našeg stoljeća Nielsena. Koristeći se materijalima dobijenim sa ekspedicije broda »Tór« (1908—1910), Nielsen je iznio da se vodena masa u dubini istočnog bazena formira od dubokih voda, koje izlaze slabim tokom iz Kritskog mora kroz jugozapadni prolaz između Krete i Andikithira (1).

U znatno kasnijem radu Pollaka (2) taj se problem svestrano i detaljno promatra. Oslanjajući se na materijale dobivene promatranjem 1948. g. Pollak dolazi do zaključka da je Jadransko more glavno područje formiranja dubokih vodenih masa Jonskog mora i bazena Levanta.

Naime klimatski uslovi sjevernog i središnjeg dijela Jadranskog mora dozvoljavaju zimi vertikalnu cirkulaciju vode do samog dna. Pri dnu kroz Otrantska vrata izlazi ta duboka voda Jadranskog mora i odlazi u Jonsko more i dalje u bazen Levanta. Pollak znači poriče učešće voda iz Kritskog mora na formiranje dubokih vodenih masa Levanta.

Poslije Pollaka tom pitanju su se posvetili francuski oceanografi Lacombe i Tchernia. Hidrološka analiza dovela ih je do zaključka, da se vodene mase u dubini bazena Levanta javljaju kao posljedica miješanja zimskih voda Jadranskog i jugoistočnog dijela Egejskog mora u odnosu 7/8 prema 1/8 (3).

Takav je uglavnom historijat ovoga problema. Treba napomenuti da su se zaključci svih istraživača bazirali na rezultatima hidroloških analiza. Međutim, dokazivati glavne pravce rasprostranjenja dubinskih vodenih masa i pronaći izmjenu vode među bazenima isključivo ovim metodama vrlo je teško.

Noviji radovi u Sredozemnom moru dozvoljavaju da se unese nešto više svijetla u razradi toga interesantnog pitanja.

## A. METEOROLOŠKI USLOVI PROSTORA

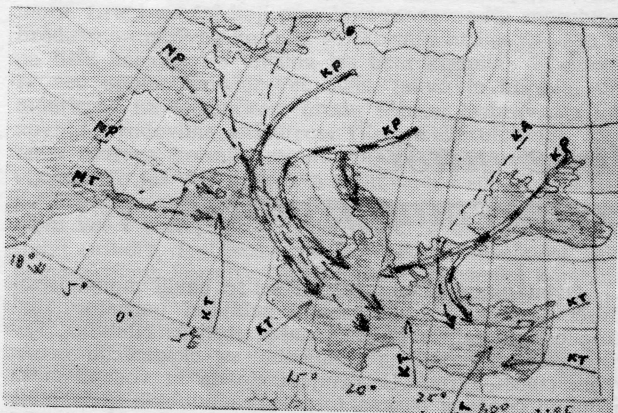
Vremenske prilike istočnog bazena Sredozemnog mora u znatnoj mjeri su određene razmještajem osnovnih barometarskih tvorevina i putovima prodora zračnih masa.

Nad jako zagrijanom oblašću poluotoka Male Azije ljeti se formira ciklonalno stanje. Režim vjetrova ljeti skoro potpuno zavisi od položaja maloazijske depresije. Zato nad prostorom istočnog bazena od sredine maja do septembra konstantno se opažaju stalni vjetrovi sa sjeverozapada, poznati pod nazivom etezije.

Suho i toplo vrijeme u bazenu Levanta traje čitavo ljeto. Zimi sinoptičke prilike nad morem imaju niz specifičnosti. Nepostojanje stalnih barometarskih tvorevina i nestabilna stratifikacija zračnih masa nad toplim morem oblikuju promjenljivi tip vremena s čestim prolaznim olujama.

Interesantne su krivulje prodora zračnih masa nad ovim prostorom. Na šemi koju je dao Berenger (4) (slika 1) dobro se izdvajaju tri oblasti konvergencije hladnih zračnih masa. Hladna zračna masa došavši na toplu površinu mora poprima nestalnu stratifikaciju, a to izaziva konvektivne procese u prizemnom sloju zraka, povećano ispravanje i hlađenje površine mora.

Sličan prizor zimskog prodiranja hladnih zračnih masa dobro se poklapa s firografskim kartama koje pokazuju rasprostranjenost gustoće površinskih voda (5).



TUMAČ: KA — kontinentalna arktička  
 KP — kontinentalna polarna  
 KT — kontinentalna topla  
 MP — morska polarna  
 MT — morska topla

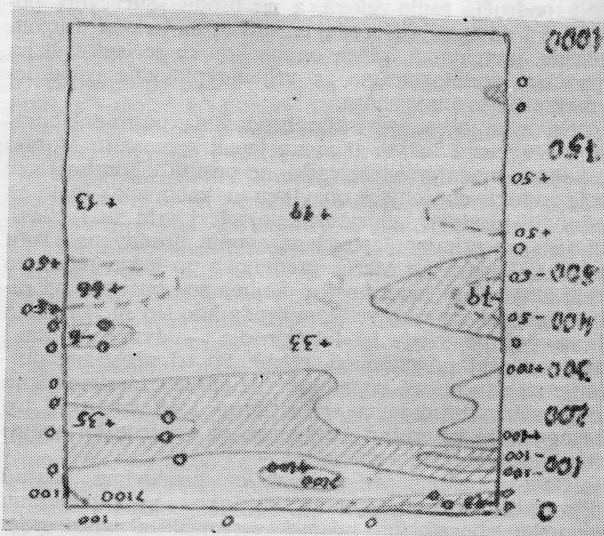
## B. PROBLEM FORMIRANJA I RASPROSTRANJENOSTI DUBOKIH VODENIH MASA SREDOZEMNOG MORA

Gornja kratka analiza meteoroloških uslova za ovaj nama interesantan rajon bila je nužna da bi se potpunije razumio mehanizam postanka procesa zimske vertikalne cirkulacije. Ovaj članak nema zadatak da detaljno analizira sve hidrološke stanice i profile, koje su ovdje posljednjih godina izvršile razne ekspedicije. Tih promatranja u zadnje vrijeme bilo je više, pa se zato u principu može preispitati postojeće gledište o formiranju dubokih vodenih masa istočnog bazena Sredozemnog mora.

Dakle, istočni dio Egejskog mora podvrgnut je zimi prodorima hladnih zračnih masa (kontinentalna arktička i kontinentalna polarna).

Uzme li se u obzir da je u istočnom dijelu Sredozemnog mora salinitet površinskog sloja velik (više od 39‰), to čak i neznatno zahlađenje površine mora može izazvati početak vertikalnih cirkulacija, koje u Egejskom moru dopiru do dna.

U zapadnom dijelu Egejskog mora ovakva pojava moguća zbog slabog saliniteta površine mora. Ovdje naime struji površinska voda iz Crnog mora, slabe slanosti, duž obala Grčkog arhipelaga. Te vode mogu se pratiti na kartama rasporeda saliniteta. Slanost naime prema jugu dosta brzo raste i na izlazu iz Egejskog zaljeva dostiže vrijednost od oko 37,52‰.



U prostoru između Rodhosa i Cipra hidrološka struktura morske vode također je povoljna za početak procesa miješanja. Poslije ljetnog zagrijavanja jako raste slanost površinskog sloja, pa oko Cipra dostiže do 39,5‰. Zato samo malo snižavanje temperature morske površine može dovesti do toga da površinski sloj mora dobije veću specifičnu težinu od nižih slojeva, te da dođe do okomite cirkulacije morske vode. Na temelju ovakvih meteoroloških uslova, koji ovdje vladaju može se pretpostaviti da se takva situacija ne može pojaviti zimi. Interesantno je pogledati kartu vertikalnog rasporeda morske vode, koja je napravljena za jugoistočni dio Egejskog mora, a na temelju podataka ekspedicije iz 1948. g. (slika 2).

Površinski sloj mora od 100 m zapremaju vode negativne stabilnosti (na zapadu) i vode s pozitivnom stabilnošću na istoku profila. Dalje se nastavlja dosta veliki sloj vode u indiferentnoj ravnoteži ili s malim negativnim značenjem. Dublji djelovi mora od 300 m pa do dna, sastavljeni su od vode koja se nalazi praktički u indiferentnoj ravnoteži. Ovakva slika sastava vode u aprilu, kada već počinje intenzivno zagrijavanje površine mora, govori da procesi zimske vertikalne cirkulacije mogu ovdje doprijeti do dna.

Ovakvo gledište potvrđuje i slika horizontalnog rasporeda kisika kod dubokih voda. Na primjer u Kritskom moru na dubini od 1.000 m zasićenost vode kisikom do-

seže do 4,95 ml/l, u bazenu Khios 4,93, sjevernije od Cipra 4,12—4,14 ml/l itd. Različita hidrokemijska promatranja u istočnom bazenu pokazuju dobru aeraciju vode pri samom dnu.

Iz ove meteorološke i hidrološke analize mogu se izvući slijedeći zaključci:

1. Povoljni hidrometeorološki uslovi u istočnim regijama Egejskog mora i istočnom dijelu Levanta doprinose početku zimske vertikalne cirkulacije.

2. Analiza vertikalnog rasporeda stabilnosti voda i količina kisika dubokih voda dozvoljavaju pretpostavku, da u Egejskom moru i bazenu Levanta, pri spomenutim hidrološkim uslovima, zimska vertikalna cirkulacija se može protegnuti do dna.

#### C. IZMJENA VODE U DUBOKIM SLOJEVIMA ISTOČNOG BAZENA

Pitanja izmjene vode u dubokim slojevima istočnog bazena u biti su ostala otvorena sve do nedavno. Raniji radovi Nielsena, Pollaka, Lacombea i Tchernia dali su mnogo podataka o horizontalnom i vertikalnom rasporedu temperature, slanosti i gustoći vode. Na temelju toga izrađene su karte i profili, te je detaljno proučen raspored kisika. Međutim, promatranja struja do nedavno se nisu proširila. Zato novija takva promatranja u istočnom bazenu Sredozemnog mora znatno su pomogla razjasniti neke važne momente izmjene vode kod dubokih masa mora, jer samo karte rasporeda hidrofizičkih i hidrokemijskih karakteristika u Sredozemnom moru ne mogu dati pravi odgovor na to pitanje.

Na sjevernom i južnom dijelu profila duž linije Kreta—Afrika od površine do dna ide struja sa zapada. U središnjem dijelu profila struja ima istočni pravac s brzinom od oko 10—15 cm u jezgri levantinske vodene mase.

U dubokom žlijebu tjesnaca Kasosa zabilježene su povećane vrijednosti temperature i saliniteta:

Dubina promatranja	Tjesnac Kasos	
	Temperatura u C	Salinitet u ‰
750 m	13,70	38,82
1.000 m	13,76	38,81
1.235 m	14,01	38,89

Ovo upućuje na to, da u dubinskim slojevima tjesnaca postoji slabo strujanje voda iz Egejskog mora.

Ranije iznesenim zaključcima mogu se dodati slijedeći:  
3. Dubinska vodena masa istočnog bazena Sredozemnog mora formira se u samome bazenu zahvaljujući zimskoj vertikalnoj cirkulaciji vode.

Analiza rasporeda brzina struja, pokazala je da u bazenu Levanta na dubinama ispod 500 m strujanje ili ne postoji ili je vrlo slabo i po pravilu usmjereno prema zapadu. Dakle uvriježeno mišljenje da se dubinska vodena masa bazena Levanta formira u biti na račun voda, koje su došle iz Jadranskog mora, teško da imaju kakvog osnova.

4. U formiranju dubokomorske vodene mase učestvuju vode Kritskog mora, koje dopiru u bazen Levanta dubokim i vodom bogatim žljebovima u zonama tjesnaca Kasos i Karpathos.

Buduća sve šira i savršenija promatranja struja pomoći će da se dade konačni odgovor na to interesantno pitanje hidrologije Sredozemnog morskog bazena.

#### LITERATURA:

- Nielsen J. N., Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. Copenhagen, 1912.
- Pollak M. J., The sources of the deep waters of the Eastern Mediterranean sea. »Journal of Marine Researches«, USA, 1951, vol. 10, N 1.
- Lacombe H., Tchernia P., Qucigues traits generaux de l'Hydrologie mediterraneuee. »Cahiers Oceanographiques du COEC«, 1960, 12, N 8.
- Berenger M., Essai d'etude meteorologique du bassin mediterranean. »Memorial de la Meteorologie Nationale«, 1955, N 40.
- Atlas fiziko-geografičkih daunih Sredizemnovog morja, Upravljenje načelnika hidrolagičke službi Voenno-Morskovo Flota.