

Acta Geographica Croatica	Volumen 36 (2001.–2004.)	37 - 61	Zagreb, 2010.
---------------------------	--------------------------	---------	---------------

UDK 551.463.6(497.58)(262.3.02)"321/324"

Prethodno priopćenje
Preliminary communication

SREDNJOJADRANSKI PRAG

Sezonski raspored vrijednosti termalnih jedinica

ZLATIMIR BIČANIĆ i JOSIP KASUM

Izvadak:

Termalne vrijednosti morske vode, njihov raspored, kolebanja, krajnosti itd., znanstveno je područje kojemu se pridaje dužno značenje i trajno zanimanje u fizičkoj oceanografiji. Važnost poznavanja ovog parametra velika je zbog potreba što potpunijih saznanja o utjecaju temperature na druge fizikalne, kemijske, biološke i geološke parametre, te o njihovoj međuovisnosti. U ovom radu analizira se termalno stanje u području, osobito važnom za odvijanje brojnih procesa u cijelom jadranskom bazenu, a posredno i u Sredozemlju. Procjenjuju se termalne značajke vodenih masa, tipična i netipična stanja, vodena dinamika, te utjecaj klimatskih čimbenika na termalnu strukturu vodenog stupca. Analiza je polučila vrlo važne zaključke, od kojih jednomu valja obratiti osobitu pozornost, jer se takovu pojavu do sada nije uočilo. Radi se o uzdužnim termalnim valovima, odnosno o stanovitim zaprekama u vodenom stupcu. Istraživano područje povremeno presjecaju na vjerojatno šest, ili manje termalnih kanala. U slučajima duljeg trajanja, ova bi pojava morala prouzročiti određene posljedice na živi svijet u moru, osobito planktonske organizme.

Ključne riječi:

temperature mora, termalna analiza vode, sezonske vrijednosti temperature, Srednjojadranski prag

THE MID-ADRIATIC SILL

The Seasonal Distribution of the Thermal Values

Abstract:

The thermal values of the seawater, their distribution, oscillations, extremes etc., belong to the scientific field that has due importance and permanent interest in physical oceanography. The importance of understanding of this parameter is great, because of the need to complete the information about the influence of temperature to other physical, chemical, biological and geological parameters and their interdependence. This paper analyses the thermal state of the area, especially important for the course of numerous processes in the Adriatic, and indirectly in the Mediterranean. It estimates the thermal characteristics of water masses, typical and untypical state, water dynamics,

and the influence of climatic actors to the thermal structure of water column. The analysis resulted in important conclusions, one of which has to be carefully considered, because such occurrence has not been observed yet. It refers to longitudinal thermal waves, or certain barriers in the water column. The researched area is occasionally cut to six or fewer thermal channels. In case of longer duration, this phenomenon should cause certain effects to sea organisms, especially to plankton organisms.

Key words:

sea temperatures; thermal analysis; seasonal temperature values; Mid-Adriatic sill

UVOD

Područje srednjojadranskog praga do sada se nije odvojeno istraživalo, niti mu se posvećivala odgovarajuća pozornost, unatoč svoje velike važnosti. Njegovo značenje ogleđa se u tomu što predstavlja izravnu vezu između duboke Južnojadranske i Jabučke kotline, odnosno, plitkog sjevernog Jadrana. Geomorfologija ovog dijela jadranskog bazena nedvojbeno neposredno utječe na odvijanje dinamike vodenih masa, što je u povratnoj spregi s vrijednostima termohalinskih parametara.

Vrlo je važan utjecaj vrijednosti klimatskih elemenata na temperaturu morske vode. U različitim se područjima drugačije ogleđa (plitki sjeverni Jadran, priobalje, međuotočno i kanalsko područje, otvoreno more, duboke vode itd.), pa valja razlučiti intenzitete u neposrednom i posrednom djelovanju te znakovite sezonske učinke. Cijeli je Jadran pod intenzivnim utjecajem kontinentske klime, ali je to u sjevernijim dijelovima najizraženije. Tomu još pogoduju male dubine i zatvoreni prostor u kojemu do izražaja dolazi i hidrološki element. U relativno malu vodenu masu ulijevaju se velike količine slatke vode koja u različitim godišnjim sezonama katkad presudno utječe na dinamiku morske vode.

U radu se analiziraju podaci o temperaturi morske vode dobiveni iz pet sezonskih istraživanja. To je primjereni fundus, temeljem kojeg se već dulje vrijeme (od svršetka MOHO programa) dolazi do izvanrednih nalaza i zaključaka o moru. Ovaj je rad također polučio stanovite rezultate, osobito otkriće o povremenom oblikovanju uzdužnih termalnih kanala. Još je zanimljiv nalaz prema kojemu se odvijanje svih sezonskih procesa u vodenom stupcu na području Srednjojadranskog praga, počinje odvijati od juga prema sjeveru i od istočne prema zapadnoj obali. Te početke na pragu bilježi se na postaji 20 (sl. 1).

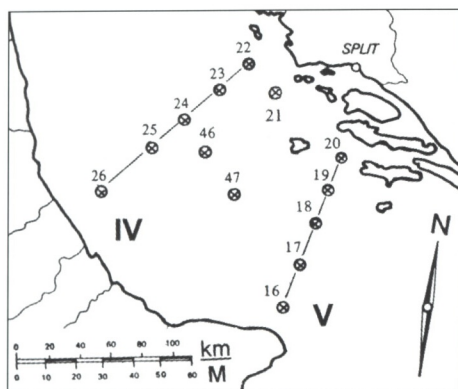
Autori kane napraviti više metodološki sličnih zahvata, a analiza termalnih jedinica predstavlja prvi korak u tom nastojanju. Daljnji bi bile analize halinskih vrijednosti, gustoće morske vode, dinamike vodenih masa, klimatskih značajka područja itd. Postojeći se metodološki pristup drži prihvatljivim pa je za očekivati da će polučiti dobre rezultate, u skladu s hrvatskom znanstvenom orijentacijom prema moru.

ISTRAŽIVANO PODRUČJE

Srednjojadranski je prag u dijelu srednjeg Jadrana. To je pozitivna morfostruktura između izobata 200 m na sjeverozapadu i

jugoistoku (BATIMERIJSKA KARTA, 1994.). To je široko i zaravnjeno podmorsko uzvišenje, koje se proteže smjerom sjeveroistok – jugozapad i povezuje poluotok Monte Gargano s hrvatskom obalom (JAŠIĆ, BIČANIĆ, 2002.). Srednjojadranski prag odvaja duboku Južnojadransku od pliće Jabučke kotline. Prema jugu se dubine naglo povećavaju, od 100 do 200m i dalje sve do preko 200 m (JAŠIĆ, 1999.).

Morfostrukturno i geotektonski, prag se može podijeliti u tri cjeline, uvjetno nazvane: hvarski blok (manje od 150m dubine), blok Monte Gargano (manje od 150m dubine) i žljebasto udubljenje koje povezuje Jabučku s južnojadranskom kotlinom s dubinama između 150 i 200m (BOGNAR, 1996.). Duljina praga je oko 80, a srednja širina oko 70 nautičkih milja (1M=1852m).



Sl. 1: Istraživano područje
Fig. 1: Research area

Područje pokriva dva dogovorena okomita poprečna presjeka. Označuju se oznakama IV i V. Na prvom, sjevernijem presjeku (Ortona – otok Žirje) pet je postaja (dogovorene pozicije), koje se označuju brojevima od 26 do 22. Na južnijem je presjeku (V; Vieste; Monte Gargano – otok Vis, sl. 1) također pet postaja, od 16 do 20. Između

ova dva presjeka pomoćne su postaje 21, 46 i 47. Orijentacijske dubine na postajama su:

postaja	26	25	24	23	22	21
dubina (m)	95	250	270	217	200	135

postaja	46	47	16	17	18	19	20
dubina (m)	180	166	130	130	170	155	100

PODACI I METODOLOŠKI PRISTUP

Istraživanje se obavljalo od 1974. do 1976., pod radnim nazivom MOHO program. U tom se razdoblju napravilo pet znanstvenoistraživačkih krstarenja koja su obuhvaćala cijeli jadranski bazen. Mjerilo se, uzorkovalo i prikupljalo podatke o dubini, temperaturi, slanosti, gustoći morske vode (PROCESSING OCEANOGRAPHIC DATA, 1951.), dinamičkoj dubini, brzini zvuka (TABLES OF SOUND SPEED IN SEA WATER, 1962.), parametrima morskih struja, valovitosti, stanju mora, boji mora i prozirnosti, recentnom nanosu na morskom dnu itd. Još se prikupljalo i klimatske podatke o temperaturi i relativnoj vlazi zraka, atmosferskom tlaku, smjeru i brzini vjetra, oblačnosti, vidljivosti i drugom (KLIMATOLOŠKI ATLAS, 1979.). Osim ovih, prikupilo se uzorke i podatke o vrijednostima brojnih kemijsko i biološko-oceanografskih parametara.

Samo za temperaturu morske vode prikupilo se više od 500 podataka. Mjerilo se na standardnim oceanografskim dubinama.

Određivanje značajka morskih struja obavljalo se mjerenjem vrijednosti parametara brzine i smjera, u programski mogućem razdoblju i na metodološki najpovoljnijim postajama o određenoj sezoni. Podaci su omogućili analizu raslojavanja vodenih masa u stupcu te njihovog premještanja. Mjerenja se obavljalo samostalnim

strujomjernim stanicama ili strujomjerima s usidrenog broda. Osim izravnih mjerenja podatke se dobivalo i proračunima gradijent-skih struja iz rasporeda vrijednosti temeljnih oceanografskih jedinica: temperature, slanosti i gustoće morske vode.

Rasprava je rezultat obrade podataka utemeljene na analizama termalnih vrijednosti površinske morske vode, rasporeda temperature na okomitim poprečnim jadranskim presjecima (prema A. M., 1982.) te okomitog rasporeda na pojedinačnim postajama (Bičanić, 1986.). U raspravi se često govori o srednjem Jadranu ili cijelom jadranskom bazenu. To je nužno, jer se u sklopu cijelog dinamičkog mehanizma ne može isključiti jedna manja cjelina, pogotovo ako je ona u zemljopisnom središtu velikog akvatorija.

Potpuniji pregled dobiva se analizom okomitog rasporeda vrijednosti. U neograničenom prostoru analiziraju se okomiti rasporedi temperature u vodenom stupcu na svakoj postaji ili pak samo na okomitim presjecima. U ovom se radu napravilo termalnu analizu na poprečnim okomitim presjecima IV i V (sl. 1).

Slike koje prikazuju rasporede temperatura na površini morske vode i na okomitim presjecima napravilo se temeljem podataka koje se dobilo u istraživačkim krstarenjima (A.M.1982. i Bičanić, 1986). U ovom se pak radu prilažu tablice srednjih vrijednosti temperatura za karakteristične dijelove vodenog stupca. Takav je tablični prikaz osobito vrijedan pri analizama raslojenosti vodenog stupca i određivanja položaja pojedinih slojeva, temeljem termalnih mjerila. Osim ovih, koriste se i halinska, a najbolji podaci dobivaju se tzv. T-S analizom.

Pregledom rokova u kojima su se istraživanja obavljala, nameće se pitanje je li ih se vremenski moglo organizirati u samim sredinama pojedinih sezona. U tom bi slu-

čaju podaci koje se prikupilo svakako bili reprezentativniji. Prvo se napravilo od 25. 9. do 15. 10. 1974. (kraj ljeta i početak jeseni), drugo je bilo krajem zime (2. 3. do 16. 3. 1975.), treće ubrzo nakon drugog, od 20. 4. do 11. 5. 1975. Četvrti je rok idealan (5. 2. do 20. 2. 1976.), jer se istraživanje poduzelo upravo polovicom zime. Sredina ljeta je polovicom kolovoza, a posljednje se krstarenje napravilo od 8. 7. do 23. 7. 1976. Dakle, u prvoj četvrtini oceanografskog ljeta.

RASPRAVA

U raspravi se obuhvaćaju analize meteoroloških stanja koja su vladala za svih pet krstarenja (Brožinčević, 1976., Bičanić, 1986). To su vrlo važni elementi za raspravu o termalnim odnosima u vodenom stupcu, a osobito za raspored termalnih vrijednosti na morskoj površini. Utjecaj temperature zraka na površinsku temperaturu morske vode može uvjetovati dvije situacije: termalno stabilizirati vodeni stupac ili uvjetovati termohalinsku konvekciju, odnosno izazvati okomita strujanja i miješanje vodenih masa. Još se predstavilo vladajuće strujne sustave koji neposredno utječu na raspored termalnih vrijednosti u vodenom stupcu i u raznim područjima, zbog prenošenja vodenih masa različitih temperatura. Temeljni dio rasprave analiza je termalnih vrijednosti u području Srednjojadranskog praga.

1. METEOROLOŠKA SITUACIJA U VRIJEME ISTRAŽIVANJA

Za prvog je krstarenja (25. 9. do 15. 10. 1974.), krajem rujna u području Srednjojadranskog praga vrijeme bilo nestabilno, s obilnim oborinama i jačim udarima vjetra, uz osjetno zahladnjenje. Uz obalu je puhala bura, a na otvorenom moru vjetrovi sa

sjevera i sjeverozapada. More je bilo jače valovito. Najniže temperature snizile su se na 8°C.

U listopadu je vrijeme također nestabilno, promjenljivo i svježije, s promjenljivim vjetrovima (mijenjali su se u anticiklonskom smjeru) i obilnim oborinama. Stanje je uvjetovala prostrana jezgra vlažnog zraka od Sjevernog pola do Jadrana. Vrlo je sporo odmicala prema istoku. Iznad Srednjojadranskog praga je ciklona 1000 hPa. U Senju je izmjerena brzina vjetra (bure) 40čv.

U drugom krstarenju (2. 3. do 16. 3. 1975.) prestao je dotok arktičkog zraka sa sjevera i sjeveroistoka, a visoka jugozapadna zračna struja sa Sredozemlja gibala se preko Jadrana prema istočnoj Europi. Anticiklonsko je polje iznad srednje Europe oslabilo i premjestilo se prema jugu, a iznad zapadnog Sredozemlja i Jadrana prostirala se dolina sa zapada, uz uzastopne nailaske hladnih fronta. U ovom je razdoblju vladala promjenljiva oblačnost s čestim kišama. Prevladavali su vjetrovi iz južnih kvadranta. Povremeno je puhalo jako jugo, koje je pratila jaka kiša. Povisile su se temperature zraka do 18°C

U travnju 1975. (20. 4. do 11. 5.) prevladavalo je promjenljivo vrijeme s velikim količinama oborina. Česti frontalni poremećaji uvjetovali su čestu smjenu puhanja juga i bure (prevladavalo je jugo). Stanovito stabiliziranje vremena nastupa tek krajem mjeseca. Početkom treće mjesecne dekade, najniže temperature zraka bile su od 8 do 12°C, a najviše od 18 do 22°C. Iznad zapadne i srednje Europe ojačao je greben visokog tlaka, a iznad Tunisa stvorila se plitka ciklona. Iznad Jadrana je stabilno i suho vrijeme, uz povećanu oblačnost. Hladna fronta s Alpa lagano se spustila na Jadran, a iza nje je ojačao greben visokog tlaka. Nailazak fronte uvjetoval je zahladnjenje i oborine. Odmicanjem fronte

na istok, srednjoeuropska se anticiklona širi iznad Jadrana. Na srednjem dijelu je stabilno i toplije. Najniže temperature su 9, a najviše između 14 i 15°C.

U svibnju 1975. također je promjenljivo, s čestim grmljavinama i kišama. Vjetar često skreće s bure na jugo i obratno, a između smjene smjerova bilo je magle i sumaglice. Izrazitijeg prodora hladnog zraka nije bilo. Udari jače bure uz obalu imali su snagu od 7 do 8 prema Beaufortu. Najniža temperatura zraka izmjerena je u Zadru, 5°C, a najviša u Rabu i Šibeniku, od 19 do 24°C. Krajem istraživanog razdoblja, popunjavanjem Genovske ciklone (1008 hPa) prestaju oborine. Najviše temperature na srednjem Jadranu su od 19 do 21°C.

U tijeku četvrtog istraživačkog krstarenja (od 5. do 20. veljače 1976.), u početku prve mjesecne dekade na srednjem Jadranu vladao je tip toplog kišovitog i vjetrovitog vremena. Sredinom dekade došlo je do razvedranja i zahladnjenja, s kratkotrajnom burom. U drugoj je dekadi vrijeme bilo promjenljivo i nestabilno, s čestim kišama i povremenim jačim grmljavinama. U ovoj dekadi zabilježene su i više temperature zraka od prosječnih vrijednosti za tekuće doba godine. Puhalo je jako jugo i prouzročilo visoke valove.

U prvom dijelu istraživanog razdoblja, najniže temperature zraka bile su od 4 do 8, a najviše od 12 do 14°C. Kasnije je snažna anticiklona s europskog kopna ojačala prema Jadranu, donoseći hladan polarni zrak sa sjeveroistoka, uz zahladnjenje i mjestimice jaku buru. Depresija iznad Jadrana i Sredozemlja se naglo popunjava, bura prestaje, ali se zadržava hladno vrijeme s najnižim temperaturama 0 do 1 i najvišima od 5 do 10°C. Utjecaj visokog tlaka se i dalje pojačava, a temperatura zraka se i dalje snizuje, na obali od 0 do -4, a na otocima do +3°C.

U drugoj je dekadi vrijeme mirno uz lagani porast temperature zraka i oblačnosti. Utjecajem Genovske ciklone polovicom dekade, nastupa oborinsko vrijeme s jakim jugom. Polje visokoga tlaka iznad europskog kopna krajem dekade ponovno ojačava, a spajanje s Azorskom anticiklonom rezultira brzim razvedravanjem i poboljšanjem vremena (Bićanić, 1986.).

Početak posljednjeg sezonskog krstarenja (8. 7. do 23. 7. 1976.), puhao je umjereni maestral, a zračna je konvekcija ojačala. Uz obalu su bile rijetke grmljavine, ali se vrijeme brzo stabiliziralo u vedro i toplo. Početkom druge dekade u područje srednjeg Jadrana iz sjeverozapadne Europe prodire svježi polarni zrak. Prouzročio je oborinsko vrijeme s grmljavinom. S Jadrana se povukla dolina atmosferskog tlaka, a sa zapada je ojačala topla advekcija pa se vrijeme stabiliziralo. Najviše temperature zraka su do 30°C. Temperatura se i dalje povisuje, a uz obalu se još povremeno javljaju lokalne oluje. Najviše temperature zraka do 34°C, slabi burin i maestral, more mirno, jutarnje sumaglice i vrućine.

Pred kraj krstarenja, temperatura zraka smanjuje se za oko 6°C, ponovno nastupa oborinsko vrijeme (65 mm kiše/dan) s grmljavinama. U srednjem Jadranu jaka oluja. Vjetar sa zapada-sjeverozapada, do 100 km/h. Pad dnevne temperature zraka za oko 10°C.

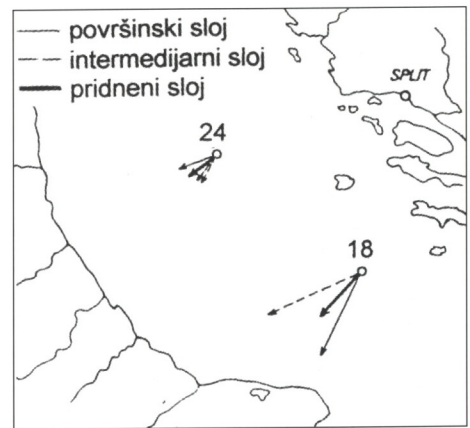
2. ANALIZA STRUJNIH POLJA

Na prelasku sezona ljeto – jesen (prvo krstarenje u području Srednjojadranskog praga), prevladavajuće strujanje morske vode u cijelom vodenom stupcu ima smjer od istočnojadranske obale prema zapadnoj (Vučak, 1974.). Srednja brzina poprečne (transverzalne) struje na postaji 18 (presjek

V, Palagruški prag), na 3m dubine je 0,76čv, a na 50, 100 i 145m dubine, brzine su 0,55, 0,37 i 0,41čv (sl. 2, tab. 1).

Rezultantne su brzine znatno manje zbog utjecaja morskih mijena i drugih periodičnih strujanja (Vučak, 1974.).

Slično je stanje i u Jabučkoj kotlini, na presjeku IV, odnosno postaji 24. Brzina morske struje na 3m dubine je 0,76čv, na



Sl. 2: Srednji smjerovi (°) i brzine struja (čv) u rujnu/listopadu 1974.

Fig. 2: Mean directions (°) and current speeds (knots) in September-October 1974

45m 0,15čv, a na 145 i 240m dubine 0,07 i 0,14čv (tab. 1). I ovdje su rezultantne struje sporije. Vrijednosti su im u granicama od 0,04 do 0,15čv. Utjecaj je morskih mijena na ovom presjeku intenzivniji negoli na presjeku Vieste – otok Vis.

Ulazna sjeverozapadna jadranska struja uz istočnu obalu ima srednju brzinu u pridnenom sloju i na 30m dubine trostruko veću od brzine površinske struje. Za izlaznu jugoistočnu struju uz zapadnu obalu, znakovita je velika brzina u površinskom sloju (Vučak, 1974.)

Tab. 1: Pregled smjerova i brzina morskih struja na postajama 24 i 18 u rujnu/listopadu 1974.

Tab. 1: Presentation of directions and current speeds in the stations 24 and 18 in September-October 1974

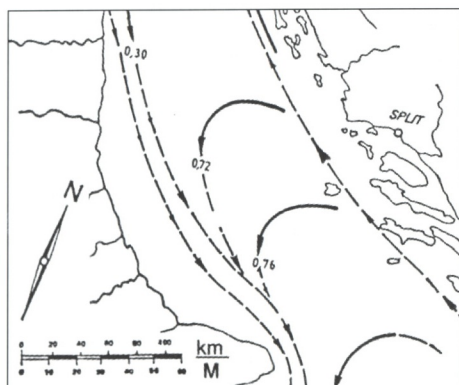
Postaja	Dubina (m)	Rezultirajuća struja		Brzina (čv)		
		smjer (°)	brzina (čv)	max.	min.	srednja
24	3	214	0,05	1,09	0,47	0,76
	45	242	0,15	0,93	0,41	0,33
	145	207	0,07	0,82	0,02	0,34
	240	214	0,14	0,80	0,04	0,39
18	3	119	0,36	0,91	0,64	0,76
	50	237	0,37	0,74	0,45	0,55
	100	217	0,01	0,64	0,08	0,37
	145	158	0,11	0,78	0,16	0,41

U drugom krstarenju (2. 3. do 16. 3. 1975.) obavilo se opsežne radove na mjerenju vrijednosti morskih struja u području srednjojadranskog praga. Napravilo se mjerenja na šest postaja (16, 18, 20, 24, 26 i 18-A; sl. 4).

Iz podataka srednjih vrijednosti uočava se činjenica o velikim brzinama. Smjerovi strujanja na mjernim dubinama su približni

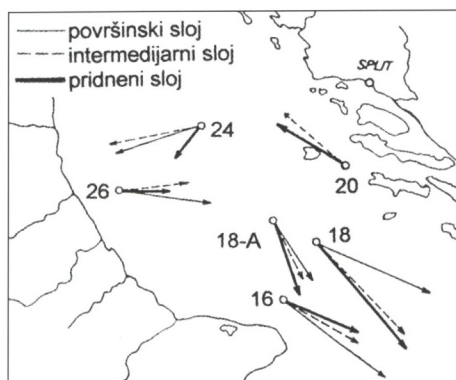
(tab. 2). To upućuje na zaključak o postojanju strujanja vodene mase u cijelom vodenom stupcu. O tomu se dobiva potvrda i iz analiza termalnih vrijednosti u istraživanom području.

Ulazna istočnojadranska struja na postaji 20 ima sjeverozapadni smjer u cijelom vodenom stupcu. Na 50m dubine smjer joj je 300° i brzina 0,48čv, a na 90m dubine



Sl. 3: Shematski prikaz smjerova (°) i srednjih brzina (čv) površinskih struja u srednjem Jadranu u rujnu/listopadu 1974.

Fig. 3: Schematic presentation of directions (°) and current speeds (knots) of surface currents in Mid-Adriatic in September-October 1974



Sl. 4: Srednji smjerovi (°) i brzine struja (čv) u ožujku 1975.

Fig. 4: Mean directions (°) and current speeds (knots) in March 1975

292° i brzina 0,43čv. Na ovoj se postaji nije zabilježilo jugozapadno strujanje. Dakle, u području Palagruškog praga u ožujku, 1975. nije bilo ciklonskog skretanja od ulazne sjeverozapadne jadranske struje. Ovo se skretanje vjerojatno odvija u širem području postaje 22 (sl. 1), budući se na postaji 24 na svim mjernim dubinama izmjerilo strujanje u jugozapadnim smjerovima. Na ovoj je postaji do 100m dubine srednja brzina struje više od 0,3čv, a na dubinama većima od 200m do dna od 0,16 do 0,17čv (tab. 2).

Vrlo je zanimljiva situacija na postaji 26 (sl. 3), na kojoj se obavilo mjerenje površinske struje (1,5 m) i mjerenja na 50 i 100 m dubine. Morska struja na toj postaji

nema očekivani jugoistočni smjer, već na svim trima mjernim dubinama smjerove između 077 i 085°. Za zaključiti je da na presjeku IV postoji ciklonski strujni ogranač, ali se vodena masa ne giba uobičajenim izlaznim smjerom, već teče prema postaji 18-A i dalje prema postajama 16 i 17. Na postajama 16 i 18 zabilježilo se izlazni smjer strujanja u cijelom vodenom stupcu.

U trećem krstarenju (20. 4. do 11. 5. 1975.) vrijednosti parametara morskih struja mjerilo se samo na postaji 18, središnjoj postaji V presjeka (sl. 1). Stoga što se nije pokrilo veće područje, mjerenja su polučila premalo podataka za opis strujnog polja na srednjojadranskom pragu. Ipak,

Tab. 2: Pregled smjerova i brzina morskih struja na postajama 24, 26, 20, 18-A, 18 i 16 u ožujku 1975.
Tab. 2: Presentation of directions and current speeds in the stations 24, 26, 20, 18-A and 16 in March 1975

Postaja	Dubina (m)	Rezultirajuća struja		Brzina (čv)		
		smjer (°)	brzina (čv)	max.	min.	srednja
24	5	243	0,36	0,58	0,29	0,39
	50	260	0,35	0,47	0,29	0,35
	100	248	0,38	0,56	0,27	0,38
	200	234	0,17	0,27	0,06	0,16
	260	207	0,16	0,21	0,06	0,14
26	15	085	0,38	0,51	0,28	0,39
	50	077	0,27	0,35	0,16	0,23
	100	080	0,20	0,27	0,12	0,18
20	50	300	0,32	0,71	0,33	0,48
	90	229	0,32	0,54	0,31	0,43
18-A	1,5	140	0,25	0,76	0,39	0,58
	10	144	0,22	0,68	0,25	0,43
	45	145	0,29	0,66	0,25	0,43
18	5	104	0,49	0,74	0,43	0,57
	75	126	0,49	0,60	0,45	0,52
	130	127	0,55	0,78	0,51	0,59
16	1,5	118	0,50	0,84	0,46	0,60
	50	111	0,33	0,56	0,25	0,37
	110	107	0,31	0,52	0,19	0,33

uočilo se da je vrijednost srednje brzine površinske struje (10 m dubine) puno viša od brzina dubljih slojeva, 0,34čv. Brzine struja na 30, 60 i 110m dubine su 0,17, 0,21 i 0,08čv. Površinska struja ima rezultirajući smjer 175° . Ovi se smjerovi prema dnu smanjuju do 115 i 122° .

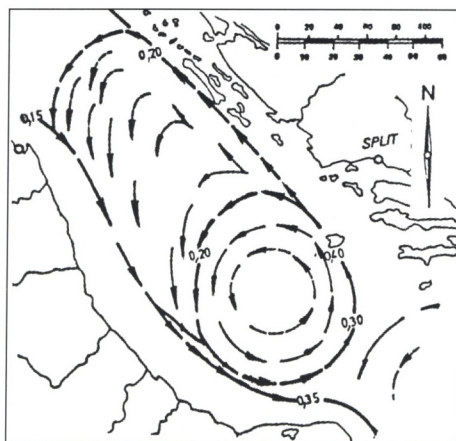
U krstarenju od 5. 2. do 20. 2. 1976., vrijednosti parametara morskih struja mjerilo se, kao i u prethodnom, samo na postaji 18. Ovo istraživanje poduzelo se točno polovicom zime pa je za očekivati da strujno polje ima drugačije značajke od stanja u prvoj polovici proljeća. Mjerilo se na 5, 75 i 150m dubine. Površinska je struja imala smjer 065° , na 75m dubine 123 , a pridnena 126° . Smjer površinske struje (srednja brzina 0,43čv) nije uobičajen za ovu postaju. Naime, očekivao bi se smjer svakako veći od 120° . Velika je šteta da se u ovom krstarenju struje nije mjerilo na više postaja u području Srednjojadranskog praga, jer je nedvojbeno da bi se došlo do vrlo zanimljivih zaključaka o zimskom strujnom sustavu koji prevladava u ovom dijelu jadranskog bazena.

Tijekom posljednjeg MOHO krstarenja (8. 7. do 23. 7. 1976.) obavilo se mjerenje morskih struja na šest postaja u srednjem Jadranu, odnosno na četiri postaje u području Srednjojadranskog praga (24, 19, 18-A i 16-A). Iz bogatog fundusa podataka zaključuje se da površinska morska voda u području srednjeg Jadrana ima naglašen kružni (ciklonski) smjer u strujanju. Također se jasno uočava ulazna i izlazna površinska struja uz jadranske obale (sl. 5). Brzina poprečnog strujnog toka je 0,2 i 0,1čv. Brzine rezultirajućih površinskih struja su relativno male. Srednje vrijednosti brzina struja su znatno više. To navodi na zaključak o postojanju relativno jakih struja morskih mijena u ovom području (Vučak, 1976.) Najviše brzine izmjerilo se na postaji

24 (Jabučka kotlina) 1,2 i 1,1čv. Znači, u srpnju u površinskom sloju prevladavaju poprečne struje. Na Srednjojadranskom je pragu naglašen ciklonski strujni smjer. Ulazna i izlazna jadranska struja su osobito intenzivne.

Na presjeku IV mjerilo se struje na postaji 24, na pet razina (5, 25, 100, 200 i 250m). Od površine do 200m dubine smjerovi se jako mijenjaju, a promjene do dna imale su anticiklonski smjer, od 177 do 284° . Najveća je brzina na površini, 0,72čv, a prema dnu se postupno smanjuje do vrijednosti 0,17čv.

Na presjeku V, mjerilo se na postaji 19 i međupostajama 16-A i 18-A. Na potonjoj zabilježilo se anticiklonski smjer strujanja, od 290 do 055° , dok se na 16-A bilježi ciklonsko skretanje do 50m dubine, a zatim se smjer ponovno povećava ($136^\circ - 074^\circ - 080^\circ$). Na postaji 19 površinski i pridnjeni sloj imaju približan smjer, oko 326° . Na 50 m dubine smjer je 203° . Najveća srednja brzina na presjeku V bila je 0,58, a najmanja 0,06 čv.

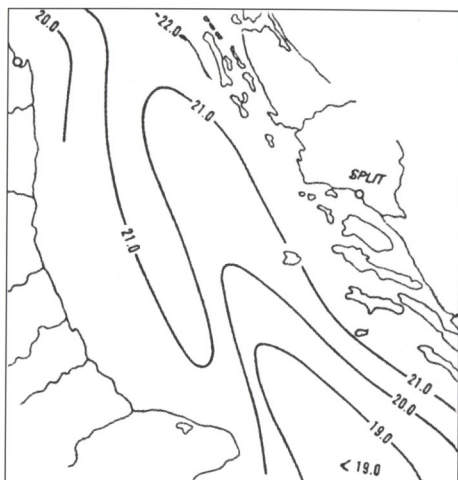


Sl. 5: Sustav površinskog strujanja u srednjem Jadranu u srpnju 1976. (prema Vučak, 1976.)

Fig. 5: The system of surface currents in Mid-Adriatic in July 1976 (Vučak, 1976)

3. TEMPERATURA MORSKE VODE

Vrijednosti površinske temperature morske vode koje se izmjerilo na prelasku sezona ljeto – jesen (prvo krstarenje u MOHO-programu), pokazuju vrlo ujednačeno termalno stanje u području Srednjojadranskog praga (sl. 6). Nema velikih razlika u vrijednostima, naglih skokova, niti ekstremnih vrijednosti.



Sl. 6: Površinske temperature morske vode (°C) u području srednjojadranskog praga u rujnu/listopadu 1974. (prema A.M., 1982.)

Fig. 6: Surface temperatures of seawater (°C) in the area of Mid-Adriatic sill in September-October 1974 (A.M., 1982)

Uz srednjojadranske obale i kroz uzdužnicu bazena proteže se izoterma vrijednosti 21°C. Ispred luke Ancona izmjerilo se površinsku temperaturu 20°C. Porijeklo ove, nešto hladnije vode, može se objasniti hidrološkim utjecajem hladnijih riječnih dotoka sa zapadne obale (kraj rujna obilovao je oborinama, prevladavali su vjetrovi sa sjevera i sjeverozapada; najniže temperature zraka bile su 8°C, a naglo je zahladnjenje bilo znakovito i za početak listopada). Na

suprotnoj obali, u širem području otoka Premude, temperature su više, 22°C.

To je zbog neznatnog slatkovodnog dotoka, a ne zbog utjecaja toplije ulazne istočnojadranske struje. Ulazna struja nije toplija, već hladnija, što nije uobičajeno. Temperature se prema jugoistoku s 21 smanjuju na 20, 19°C i niže. Dakle, u termalnim odnosima srednji – južni Jadran, postoji stanovita vodoravna inverzija površinskih vrijednosti. Uzroke valja tražiti samo u klimatskim utjecajima. Isključujući potonje, termalno je stanje stabilno i približno ujednačeno.

Potpuniji pregled dobiva se analizom okomitog rasporeda vrijednosti. U prvom se krstarenju mjerenja obavilo na četiri postaje presjeka IV. Izostavilo se krajnju zapadnu (26, tab. 3, sl. 7). Na presjeku V obradilo se svih pet postaja.

Sam raspored izoterma na presjeku IV govori o termalno stabilnom stanju. Temperature više od 21°C su na površini uz istočnu obalu i na postaji 25, a niže na postajama 24 i 23. U području ovih dvaju postaja izoterme su blago iskrivljene prema površini. U Jabučkoj kotlini, temperatura morske vode niža je od 12°C.

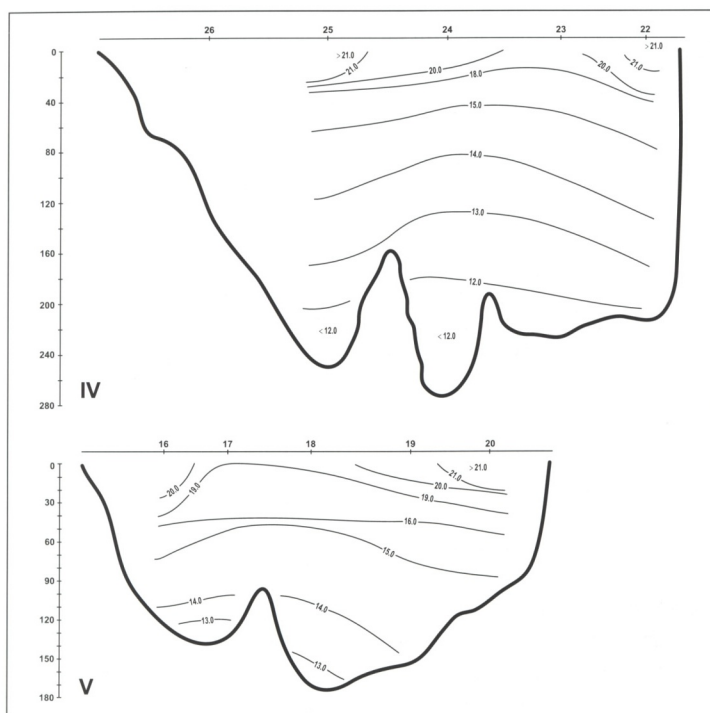
Na postaji 25 postoji slaba površinska termoklina. Na 24 termoklina je također slaba, ali je na dubini između 20 i 30 m. Na susjednoj je opet slaba površinska, a na postaji 22 je slaba, između 30 i 50 m dubine (BIČANIĆ, 1986.). Zanimljivo je da je svaka druga površinska, a svaka druga ispodpovršinska.

Položaj termokline u vodenom stupcu određuje raspored izoterma (sl. 7). Slabi intenzitet termoklina je tipičan za ovo razdoblje, jer početkom jeseni termoklina u vodenom stupcu gubi intenzitet i krajem jeseni potpuno nestaje (BULJAN, ZORE-ARMANDA, 1971.).

Tab. 3: Okomiti raspored srednjih vrijednosti temperature ($T^{\circ}\text{C}$) u vodenom stupcu (D; m) na postajama presjeka IV i V u rujnu/listopadu 1974.

Tab. 3: Vertical distribution of mean temperature values ($T^{\circ}\text{C}$) in water column (D; m) in the stations of the sections 4 and 5 in September–October 1974

Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u $^{\circ}\text{C}$)				
25	24	23	22	
0-25/21,0	0-25/19,1	0-15/19,2	0-40/20,2	
25-150/15,5	25-100/14,9	15-60/16,1	40-150/15,4	
150-235/12,4	100-260/12,3	60-125/14,0	150-195/12,8	
		125-210/12,4		
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u $^{\circ}\text{C}$)				
16	17	18	19	20
0-30/20,6	0-40/18,0	0-25/18,7	0-25/20,0	0-40/20,8
30-100/16,2	40-100/14,8	25-125/15,2	25-75/16,4	40-95/16,3
100-115/14,1	100-125/13,5	125-163/13,4	75-150/14,8	



Sl. 7: Raspored vrijednosti temperature ($^{\circ}\text{C}$) u vodenim stupcima na presjecima IV i V u rujnu/listopadu 1974. (prema A.M., 1982.)

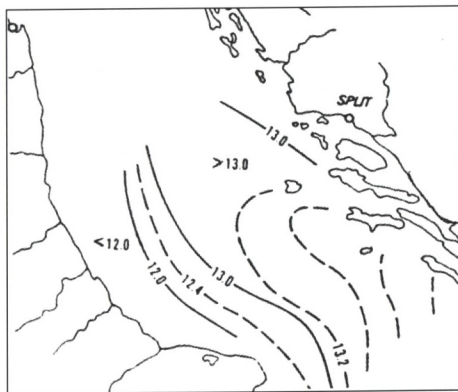
Fig. 7: Distribution of temperature values ($^{\circ}\text{C}$) in water columns in the sections 4 and 5 in September–October 1974 (A.M., 1982)

Istovremeno se na presjeku V, termalno stanje vodenog stupca malo razlikuje. Nešto više površinske temperature su uz zapadnu obalu. Dubinom oko 45 m vlada izoterma 16 °C. Izoterma 19 °C najviše površini približava se na postajama 17 i 18. Pridnene su temperature 13 °C, dakle više već na sjevernijem presjeku. Sve su termokline na presjeku V slabe, osim krajnje istočne (20). Međutim, od ove je činjenice važnije da je, kao i na presjeku IV, svaka druga površinska, a svaka druga na dubini između 25 i 50 m. U takovim okolnostima, morska površina u području Srednjojadranskog praga, do dubine 50m uzdužno je ispresjecana termalnim međama, termoklinama različitih značajka. Isti tipovi termoklina spajaju postaje 25-17, 24-18, 23-19 i 22-20 i na taj način tvore termalne valove. Na postaji 26 nije se obavljalo mjerenja, ali se opravdano može pretpostaviti da je na njoj termoklina bila dubinska te da je i u tom području postojala stanovita termalna (termalni kanal) veza između postaja 26-16 (sl. 1).

Ovo bi moglo biti vrijedno otkriće i moglo bi predstavljati posebnu temu za temeljita istraživanja ovakove pojave. Valjalo bi ustanoviti uzroke takovim rasporedima vrijednosti površinske temperature, trajnost pojave, način i uvjete njezinog nestanka te moguće međutjecaje (interakciju) s drugim parametrima fizikalne, kemijske i biološke oceanografije.

U ožujku 1975. mjerilo se na svim postajama presjeka IV i V. Ovo je kasnozimsko razdoblje. Analiza površinskih vrijednosti temperature pokazala je da se uz istočnu obalu proteže izoterma 13 °C i da se površinska temperatura prema zapadu povećava, a bliže obali ponovno snižuje na ispod 12 °C (sl. 8). Oblik izoterma podudara se sa značajkama strujnog polja u tom području. Na presjeku IV uočilo se poprečno površinsko strujanje,

a na presjeku V ulaznu i izlaznu površinsku jadransku struju. Još se zamjećuje da se temperatura snižuje od otvorenog mora prema obalama. Razlog tomu je povećan dotok hladnije vode s obala (razdoblje početka otapanja snijega i oborinsko vrijeme; visoki riječni vodostaji). Izoterma 13 °C od obale je daleko upravo toliko da nije pod izravnim hidrološkim utjecajem.



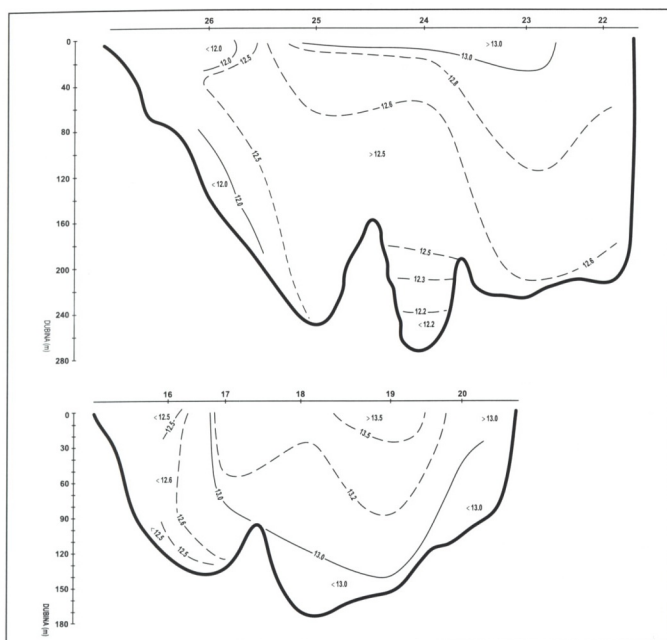
Sl. 8: Površinske temperature morske vode (°C) u području srednjojadranskog praga u ožujku 1975. (prema A.M., 1982.)

Fig. 8: Surface temperatures of seawater (°C) in water columns in the area of Mid-Adriatic sill in March 1975 (A.M., 1982)

Na presjeku IV nešto toplija voda je u istočnom dijelu bazena (tab. 4), od 12,6 do oko 13 °C. U zapadnom dijelu temperature su niže od 12,5, a uz obalu niže od 12 °C. Na samom dnu Jabučke kotline, temperatura je nešto niža od 12,2 °C. Raspored vrijednosti temperatura je na svim postajama gotovo ujednačen od površine do dna, s blagim odstupanjima. Ova odstupanja nagovještaju prestanak termalne homogenije u vodenom stupcu, koji je još uvijek dobro izmješšan. Dakle, na kraju zimskog razdoblja termalno stanje na presjeku IV približno je homotermiji.

Vrlo slično je stanje i na južnijem presjeku. Na svim su postajama površinske temperature gotovo izjednačene s pridnenima. Također postoje mala odstupanja

(površinske su vrijednosti neznatno više). Na ovom su presjeku više vrijednosti bliže istočnoj obali (13,0, 13,5 i više od 13,5 °C). Uz zapadnu su manje od 12,5 °C (sl. 9).



Sl. 9: Raspored vrijednosti temperature (°C) u vodenim stupcima na presjecima IV i V u ožujku 1975. (prema A.M., 1982.)

Fig. 9: Distribution of temperature values (°C) in the sections 4 and 5 in March 1975 (A.M., 1982)

Tab. 4: Okomiti raspored srednjih vrijednosti temperature (T°C) u vodenom stupcu (D; m) na postajama presjeka IV i V u ožujku 1975.

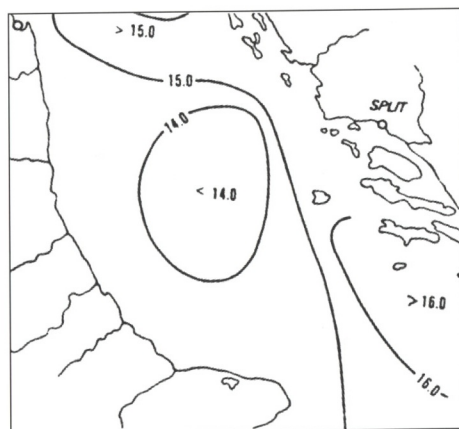
Tab. 4: Vertical distribution of mean temperature values (T°C) in water column (D; m) in the stations of the sections 4 and 5 in March 1975

Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
26	25	24	23	22
0-5/11,9	0-50/12,7	0-30/12,8	0-30/13,0	0-30/12,8
5-30/12,0	50-150/12,6	30-150/12,6	30-150/12,8	30-180/12,7
30-100/12,2	150-245/12,5	150-260/12,3	150-177/12,6	
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
16	17	18	19	20
0-20/12,4	0-20/13,3	0-30/13,2	0-30/13,5	0-30/13,1
20-50/12,5	20-50/13,3	30-75/13,2	30-143/13,3	30-100/12,8
50-155/12,5	50-125/12,9	75-150/13,0		

U trećem istraživačkom krstarenju (travnja/svibnja 1975.) obavilo se mjerenja na svim postajama (sl. 1). Pregledom podataka ustanovilo se da je površinski termalni raspored na Srednjojadranskom pragu tipičan za prvu polovicu proljeća. Termalno polje površinske morske vode određuju tri izoterme (sl. 10). Izoterma 16 °C pokriva jugoistočni dio praga. Površinska se temperatura prema zapadu smanjuje (izoterma 15 °C), a najhladnija je voda, s temperaturom nižom od 14 °C, u sjevernom dijelu istraživanog područja. Potpuno ju okružuje izoterma 14 °C. Za ovako stabilno stanje vjerojatno je zaslužno mijenjanje značajka strujnog polja u cijelom jadranskom bazenu. Naime, približno u ovo vrijeme (ovisno o klimatskim prilikama u Jadranu te Sredozemlju, kao i o značajkama strujnog sustava sredozemnih vodenih masa) nastupa promjena u smjeru strujanja površinske morske vode. Zimsko uzdužno (longitudinalno) površinsko strujanje mijenja smjer u proljetno poprečno (transverzalno). Prema izgledu izoterma, uočava se da u srednjem Jadranu još traje

sustav uzdužnog strujanja, ili je prestao, a novi se sustav još nije uspostavio.

U vodenom stupcu na IV presjeku toplija je voda uz istočnu obalu. U središtu presjeka (sl. 11), od površine do dubine oko 70 m, velika je enklava najmanje tople



Sl. 10: Površinske temperature morske vode (°C) u području srednjojadranskog praga u travnju/svibnju 1975. (prema A.M., 1982.)

Fig. 10: Surface temperatures of seawater (°C) in the area of Mid-Adriatic sill in April-May 1975 (A.M., 1982)

Tab. 5: Okomiti raspored srednjih vrijednosti temperature (T°C) u vodenom stupcu (D; m) na postajama presjeka IV i V u travnju/svibnju 1975.

Tab. 5: Vertical distribution of mean temperature values (T°C) in water column (D; m) in the stations of the sections 4 and 5 in April-May 1975

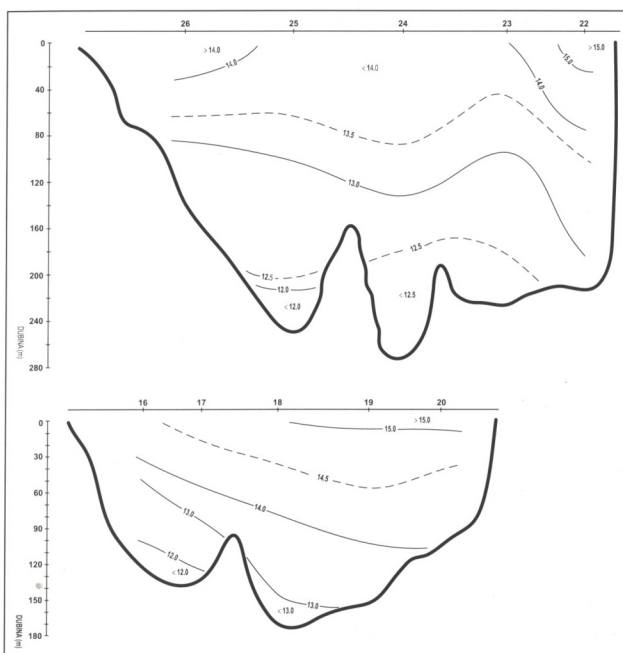
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
26	25	24	23	22
0-30/14,2	0-50/13,8	0-75/13,6	0-30/13,8	0-30/14,9
30-75/13,6	50-200/13,1	75-150/13,2	30-100/13,2	30-75/14,1
75-90/12,6	200-244/12,0	150-200/12,5	100-185/12,5	75-195/13,3
		200-260/12,2	185-191/12,3	
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
16	17	18	19	20
0-30/14,4	0-50/14,5	0-75/14,6	0-10/15,3	0-10/15,1
30-100/13,1	50-100/13,5	75-100/13,9	10-100/14,6	10-97/14,5
100-125/11,9	100-124/12,4	100-150/13,3	100-145/13,9	
		150-170/13,0		

vode na presjeku (manje od 14 °C). Prema dnu se temperatura postupno smanjuje do manje od 12,0, odnosno 12,5 °C u Jabučkoj kotlini. Raspored izoterma potvrđuje nalaz (sl. 10) o stabilnom termalnom stanju u cijelom vodenom stupcu. Glede stanja iz ožujka iste godine (2. krstarenje), razlike površinskih i pridnenih temperatura su veće, a to govori o samom početku raslojavanja vodenog stupca.

Raspored termalnih vrijednosti na presjeku V nešto je drugačiji (sl. 11). Nagib izoterma pokazuje stanje prema kojemu višu temperaturu ima znatno veća vodena masa u istočnoj polovici presjeka. I na ovim su postajama površinske temperature više

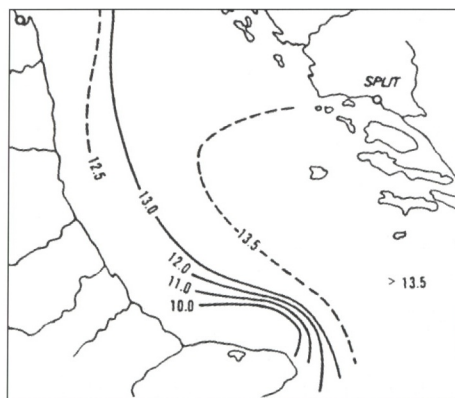
od pridnenih, ali se na najbližoj postaji istočnoj obali (20, sl. 1) opaža slaba površinska termoklina. Za zaključiti je da proces raslojavanja vodenog stupca u području Srednjojadranskog praga, prvo počinje u jugoistočnom dijelu ovog područja.

Sredinom veljače 1976. napravilo se četvrto krstarenje u nizu. To je najpovoljniji rok za dobivanje najboljih zimskih podataka. Obradilo se svih deset postaja na presjecima IV i V. Raspored površinske temperature (sl. 12) na najbolji mogući način pokazuje izgled strujnog polja. Površinsko strujanje ima tipične zimske značajke, odnosno, strujanje u površinskom sloju odvija se uzduž jadranskog bazena. Budući se u bazen prenosi toplija voda iz područja Levanta, veliki dio površine srednjojadranskog praga



Sl. 11: Raspored vrijednosti temperature (°C) u vodenim stupcima na presjecima IV i V u travnju/svibnju 1975. (prema A.M., 1982.)

Fig. 11: Distribution of temperature values (°C) in the water columns in the sections 4 and 5 in April-May 1975 (A.M., 1982)



Sl. 12: Površinske temperature morske vode (°C) u području srednjojadranskog praga u veljači 1976. (prema A.M., 1982.)

Fig. 12: Surface temperatures of seawater (°C) in the area of Mid-Adriatic sill in February 1976 (A.M., 1982)

pokriveno je slojem čije su temperature više od 13,5 °C. Temperature se prema sjeveroistoku blago, a prema zapadnoj obali naglo snizuju. Uz zapadnu obalu u površinskom sloju iz bazena istječe manje slana i hladnija sjeverojadranska voda. U taj se trak, iako zimi oskudne, ulijevaju i stanovite količine slatke vode iz talijanskih rijeka.

U analizi termalnog stanja na poprečnim okomitim presjecima uočava se da veći dio vodene mase ima temperaturu oko 13,4 °C (sl. 13). Ta masa obuhvaća veći dio presjeka uz istočnojadransku obalu. Valja zaključiti da se ulazna sjeverozapadna jadranska struja ne giba samo u površinskom sloju, već u cijelom vodenom stupcu, osim tankog pridnenog sloja. Pri dnu i u Jabučkoj kotlini voda ima temperature ispod 13 °C. U zapadnom dijelu presjeka temperature u cijelom vodenom stupcu snizuju do 11,5 °C (sl. 13). U ovom uskom stupcu voda istječe iz Jadrana. Inače, a to pokazuje i položaj izoterma, na svim postajama presjeka vlada homotermija. U cijelom vodenom stupcu temperature su gotovo izjednačene. To je tipično stanje zimi, kad je voda potpuno izmješana.

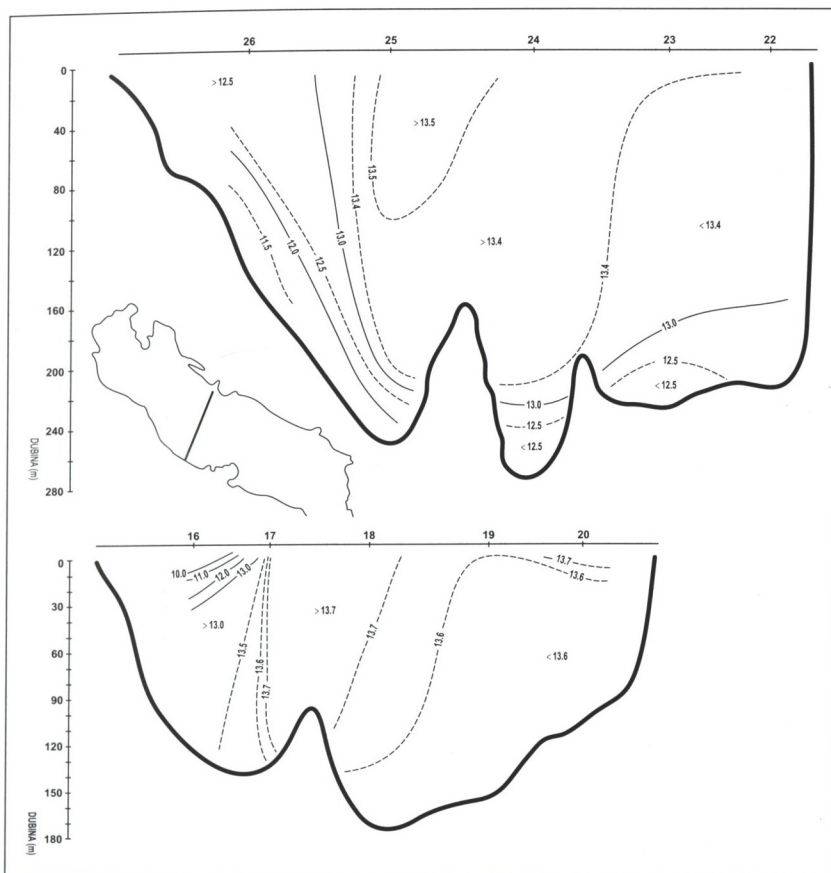
Na južnijem presjeku (Vieste – Vis), vodena je masa u većem (istočnom) dijelu presjeka nešto toplija od te iste mase na sjevernijem presjeku. Prema zapadnoj obali temperatura vodenog stupca snizuje se do oko 13 °C (sl. 13). Na svim postajama vlada izotermija osim na 16, gdje se zabilježilo inverzno termalno stanje, odnosno, više pridnene vrijednosti temperature od površinskih. Iako netipično, može se objasniti činjenicom koju se već spomenulo, da u površinskom sloju iz Jadrana uz talijansku obalu istječe slada i hladnija sjeverojadranska voda.

U posljednjem sezonskom krstarenju u srpnju 1976., obavilo se mjerenja i druge istraživačke radove na svih 10 postaja te na dvije pomoćne postaje (46 i 47, sl. 1). Prikupilo se značajnu količinu podataka koji omogućuju primjerene analize i donošenje potpuno prihvatljivih zaključaka o termalnim vrijednostima morske vode u području srednjojadranskog praga. Od juga prema sjeveru smanjuje se temperatura u cijelom jadranskom bazenu, pa tako i na pragu. Na površini središnjeg dijela presjeka V je viša

Tab. 6: Okomiti raspored srednjih vrijednosti temperature (T°C) u vodenom stupcu (D; m) na postajama presjeka IV i V u veljači 1976.

Tab. 6: Vertical distribution of mean temperature values (T°C) in water column (D; m) in the stations of the sections 4 and 5 in February 1976

Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
26	25	24	23	22
0-50/12,6	0-50/13,5	0-50/13,5	0-50/13,4	0-0/13,4
50-75/12,1	50-200/13,5	50-200/13,4	50-150/13,4	50-150/13,4
75-85/11,5	200-250/12,8	200-260/12,9	150-210/12,6	150-190/13,0
	250/12,1	260/12,4		
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
16	17	18	19	20
0-10/9,9	0-50/13,8	0-50/13,7	0-50/13,6	0-50/13,6
10-30/12,0	50-120/13,8	50-150/13,6	50-140/13,5	50-100/13,5
30-100/13,2				
100-110/12,3				



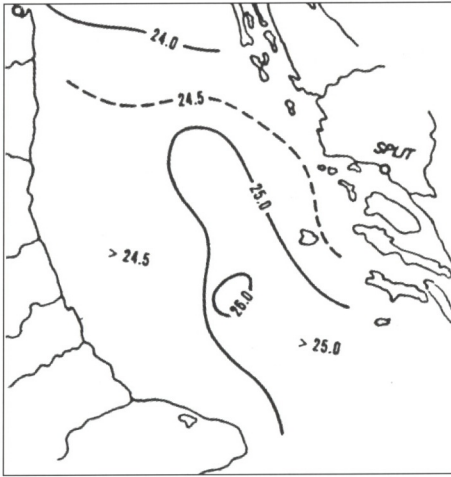
Sl. 13: Raspored vrijednosti temperature ($^{\circ}\text{C}$) u vodenim stupcima na presjecima IV i V u veljači 1976. (prema A.M., 1982.)

Fig. 13: Distribution of temperature values ($^{\circ}\text{C}$) in the water columns in the sections 4 and 5 in February 1976 (A.M., 1982)

od 25°C . Prema sjeveru snizuje se na 25, a u središtu područja enklava je najtoplije vode, $26,0^{\circ}\text{C}$ (sl. 14). Manje topla površinska voda je uz zapadnu obalu, više od $24,5^{\circ}\text{C}$. Raspored termalnih vrijednosti i izgled izoterma jasno pokazuje postojanje intenzivnog ulaznog i izlaznog jadranskog strujanja. Na poprečnom presjeku IV izoterme su položene gotovo vodoravno. To govori o visokom stupnju raslojenosti (stratifikacije) vodenog stupca. Stanovito odstupanje od vodoravnog

položaja zamjećuje se na dubinama ispod 40m (sl. 15), u istočnoj polovici presjeka, gdje se izoterma 14°C s oko 45 m spušta prema istoku do oko 100m dubine pa tako u stupcu postoji sloj s temperaturom između 15 i 14°C , oko 60 m debel. Prati ju izoterma 13°C , a do dna se stanje stabilizira.

U Jabučkoj su kotlini temperature niže od $11,5^{\circ}\text{C}$. Na svim postajama (26, 25, 24, 23 i 22, sl. 1) vladaju intenzivne površinske termokline, kao i na međupostajama 46 i 47.



Sl. 14: Površinske temperature morske vode (°C) u području Srednjojadranskog praga u srpnju 1976. (prema A.M., 1982.)

Fig. 14: Surface temperatures of seawater (°C) in the area of Mid-Adriatic sill in July 1976 (A.M., 1982)

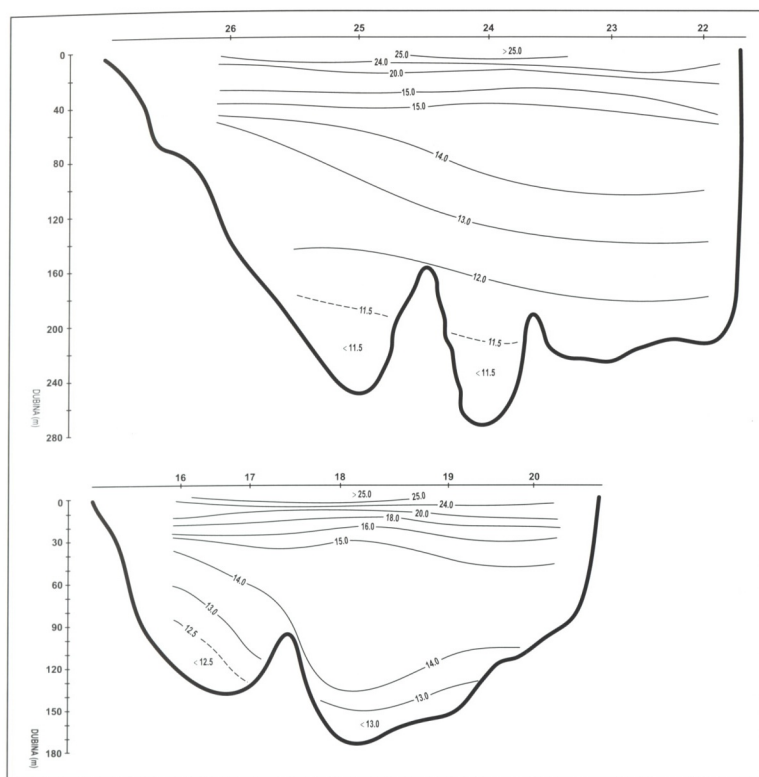
Na presjeku V u površinskom sloju oko 40m debelom, vlada pravilna raslojenost. U dubljim slojevima opažaju se stanovite nepravilnosti, osobito u većem, istočnom dijelu presjeka. Kao i na sjevernijem presjeku i ovdje se spustila izoterma 14 °C i s izotermom 15 °C omeđuje vodeni sloj debel oko 80 m. Pridnene su temperature niže od 13,0 °C. U usporedbi sa sjevernijim presjekom, više za oko 1,5 °C.

I na ovom je presjeku intenzivna površinska termoklina, osim na najistočnijoj postaji, 20. Na toj se postaji spustila do oko 10 m dubine. Isto će se dogoditi i u sjevernijem te u području prema zapadnoj obali, ali valja zapaziti da je također na ovoj postaji započeo i proces raslojavanja morske vode u travnju/svibnju 1975. Do oko polovice ljeta (kolovoz) termoklina se spušta i dostiže najviši intenzitet (BULJAN, ZORE-ARMANDA,

Tab. 7: Okomiti raspored srednjih vrijednosti temperature (T°C) u vodenom stupcu (D; m) na postajama presjeka IV i V u srpnju 1976.

Tab. 7: Vertical distribution of mean temperature values (T°C) in water column (D; m) in the stations of the sections 4 and 5 in July 1976

Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
26	25	24	23	22
0-10/22,9	0-10/23,2	0-10/23,4	0-10/23,3	0-10/23,3
10-30/17,4	10-30/17,5	10-30/17,0	10-30/17,4	10-30/18,9
30-100/13,2	30-150/13,5	30-100/14,3	30-150/14,1	30-100/14,7
	150-250/11,5	100-265/12,2	150-225/11,8	100-200/12,7
Pomoćna postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
46	47			
0-10/23,2	0-10/23,8			
10-30/17,3	10-30/17,6			
30-100/14,0	30-100/14,2			
100-175/12,2	100-165/12,2			
Postaja; D (dubina u m) / T (temp. u °C)				
16	17	18	19	20
0-10/23,9	0-10/23,1	0-10/22,8	0-10/23,2	0-10/23,5
10-30/17,9	10-30/17,3	10-20/17,0	10-30/17,9	10-30/18,3
30-75/13,5	30-75/14,4	20-150/14,7	30-100/14,9	30-100/14,8
75-125/12,4	75-125/13,3	150-175/13,2	100-150/13,5	



Sl. 15: Raspored vrijednosti temperature ($^{\circ}\text{C}$) u vodenim stupcima na presjecima IV i V u srpnju 1976. (prema A.M., 1982.)

Fig. 15: Distribution of temperature values ($^{\circ}\text{C}$) in the water columns in the sections 4 and 5 in July 1976 (A.M., 1982)

1971.). Istovremeno je i stupanj raslojenosti najviši. Nakon toga termoklina slabi, tone i tijekom jeseni potpuno nestaje.

ZAKLJUČCI

U analize vrijednosti termohalinskih jedinica nužno je uključiti i djelomične analize vladajućih strujnih sustava te klimatske čimbenike s izravnim djelovanjem, osobito na termalne vrijednosti morske vode. Također valja voditi računa o utjecajima morskih mijena i drugih periodičnih gibanja. Ovi utjecaji prepoznaju se u slučajevima kad

su im rezultatne brzine znatno manje od srednjih.

Vrlo zanimljivu pojavu uočilo se u srpnju 1976. na međupostaji 16-A. Od površine se do oko 50 m dubine smjer struje smanjuje (ciklonsko skretanje), a dalje prema dnu povećava (anticiklonsko skretanje smjera).

Na prelasku sezona ljeto – jesen, između srednjeg i južnog Jadrana bilježi se vodoravna termalna inverzija. Ovo je netipična, kratkotrajna pojava. Može nastati za intenzivnih advekcija ili klimatskih utjecaja.

U istom razdoblju površinski sloj morske vode presjecaju termalni kanali. Uvjetuje

ih zakašnjela termoklina koja je između dviju obala valovita, a njezini bregovi na otprilike svakoj drugoj postaji na okomitim presjecima izlaze na površinu. Dolovi se pak spuštaju do dubina od oko 20 do 50 m. U vrijeme istraživanja, između dva para vanjskih postaja opstojala su dva brijega i tri dola. Valjalo bi istražiti šire područje radi saznanja o duljini tih kanala, njihovom obliku, nagibu, trajanju, razlozima nastanka i mogućim utjecajima na druge oceanološke jedinice.

Krajem zimskog razdoblja 1975., u vodenom stupcu vlada termalna homometrija s malim odstupanjima vrijednosti u okomitom rasporedu. Budući da su odstupanja na oba presjeka približna, može se

ustanoviti netipično stanje, jer se prijelaz homometrija – raslojavanje odvija od juga prema sjeveru jadranskog bazena pa bi ta odstupanja na južnijem presjeku morala biti veća. Početak raslojavanja vodenog stupca, pojava površinske termokline, njezino spuštanje u dubinu i intenziviranje fizički su procesi koji u području srednjojadranskog praga u pravilu počinju na postaji 20.

Osim vodoravnih, bilježe se i okomite termalne inverzije. Njihov nastanak uvjetuje naglo ohladnjenje morske površine (kratkotrajna) ili dospjeće većih količina hladnije slatke vode (dugotrajna inverzija). Ovo su netipična stanja, ali su česta u područjima riječnih ušća.

LITERATURA

Bičanić, Z. (1986.): Prilog poznavanju termohalinskih odnosa srednjeg Jadrana, magistarski rad, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb.

Bognar, A. (1996.): Geomorfološke značajke arhipelaga Palagruže, Zbornik Palagruža – Jadranski dragulj, Split – Kaštela.

Brozinčević, K. (1976.): Bilten meteoroloških podataka, Hidrografski institut, Split.

Buljan, M. i M. Zore-Armanda (1971.): Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.

Jašić, D. (1999.): Geografske i oceanografske značajke srednjojadranskog praga, doktorska disertacija, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb.

Jašić, D. i Z. Bičanić (2002.): Srednjojadranski prag – važnija istraživanja i metodologija obrade podataka, Geoadria, Zadar, u tisku.

IZVORI

Vučak, Z. (1974 do 1996.): Krstarenje Andrija Mohorovičić - analiza morskih struja, neobjavljeno, Hidrografski institut, Split; (A.M.) Andrija Mohorovičić 1974- 1976., Izvještaj i rezultati oceanografskih istraživanja Jadranskog mora, Hidrografski institut, Split, 1982; Batimetrijska karta jadranskog mora, Državni hidrografski institut, Split, 1994; Klimatološki atlas Jadranskog mora, Hidrografski institut, Split, 1979; Processing Oceanographic Data, H.O.Pub., No. 614, U.S. Navy Hydrographic Office, Washington, 1951., 15 - 16; Tables of Sound Speed in Sea Water, SP-58, U.S. Naval Oceanographic Office, Washington, 1962.

Sažetak
SREDNJOJADRANSKI PRAG
Sezonski raspored vrijednosti termalnih jedinica
 ZLATIMIR BIČANIĆ i JOSIP KASUM

Uz već poznate pojave i načine na koje se odvijaju brojni fizički procesi u morskoj vodi, u analizama termalnih vrijednosti došlo se do nekih novih spoznaja.

Utjecaj morskih mijena i drugih periodičnih strujanja na brzine struja na presjeku IV znatno je intenzivniji od onoga na presjeku V. To dokazuju znatno manje rezultantne brzine. U srpnju u površinskom sloju prevladavaju poprečne struje s naglašenim ciklonskim smjerom. Ulazna i izlazna jadranska struja su osobito intenzivne. Strujanja na otvorenom moru odvijaju se u cijelom vodenom stupcu ili u slojevima. Potonja mogu imati različite smjerove.

Morska struja na postaji 26 u rujnu/listopadu 1974. nema očekivani jugoistočni smjer, već na svim trima mjernim dubinama (1,5, 50 i 100m) smjerove između 077 i 085°. Za zaključiti je da na presjeku IV postoji ciklonski strujni ogranak, ali se vodena masa ne giba uobičajenim izlaznim smjerom, već teče prema postaji 18-A i dalje prema postajama 16 i 17. Na postajama 16 i 18 zabilježen je izlazni smjer strujanja u cijelom vodenom stupcu.

Znatno više srednje vrijednosti brzina struja od rezultantnih navode na zaključak o postojanju relativno jakih struja morskih mijena u ovom području. Najviše zabilježene brzine su na postaji 24 (Jabučka kotlina), 1,2 i 1,1 čv. Znači, u srpnju u površinskom sloju prevladavaju poprečne struje. Na Srednjojadranskom je pragu naglašen ciklonski strujni smjer. Ulazna i izlazna jadranska struja su osobito intenzivne.

U ljetnojesenskom krstereњу 1974. uočilo se postojanje vodoravne termalne inverzije

između srednjeg i južnog Jadrana. Ovo nije uobičajena pojava i može nastati samo za intenzivnih advekcija i klimatskih utjecaja (temperatura zraka, vjetar, oborina). Ovakova su stanja obično kratkotrajna.

U rujnu/listopadu 1974. morska površina u području Srednjojadranskog praga do dubine 50m uzdužno je ispresjecana termalnim međama, termoklinama različitih značajka. Isti tipovi termoklina spajaju postaje 25-17, 24-18, 23-19 i 22-20 te na taj način oblikuju termalne valove. Na postaji 26 nije se obavljalo mjerenja, ali se opravdano može pretpostaviti da je na njoj termoklina bila dubinska te da je i u tom području postojala stanovita termalna veza (termalni kanal) između postaja 26-16. Ovo bi moglo biti vrijedno otkriće i moglo bi samo za sebe predstavljati temu za temeljita istraživanja ovakove pojave. Valjalo bi ustanoviti uzroke takovim rasporedima vrijednosti površinske temperature, trajnost pojave, način i uvjete njezinog nestanka te moguće međutjecaje (interakciju) s drugim parametrima fizikalne, kemijske i biološke oceanografije.

Krajem zimskog razdoblja, u ožujku 1975. u vodenom stupcu vlada stanje još uvijek stabilne homotermije, s blagim odstupanjima. Odstupanja od potpuno stabilnog stanja su na oba presjeka približnih intenziteta pa je za zaključiti da na oba presjeka približno istovremeno nastupa prijelaz iz termalno homogenog stanja u postupno raslojavanje vodenih masa. Ovakav istovremeni nastup nije tipičan.

Početkom proljeća (travnja/svibnja 1975.) vlada stabilno termalno stanje na površini. Čak opstoji i enklava najhladnije vode u području (manje od 14 °C). Razlog tomu je nastupajuće razdoblje prelaska uzdužnog zimskog površinskog strujanja u cijelom bazenu u proljetno

poprečno. Na svim postajama oba presjeka razlika vrijednosti površinskih i pridnenih temperatura veća je u ožujku iste godine. To znači da je uznapredovao proces raslojavanja (stratifikacije) vodenog stupca. Raslojavanje počinje od samog jugoistočnog dijela područja, jer se samo na postaji 20 uočilo postojanje slabe površinske termokline.

Raspored površinske temperature u veljači 1976. na najbolji mogući način pokazuje izgled strujnog polja. Površinsko strujanje ima tipične zimske značajke, odnosno, strujanje u površinskom sloju odvija se uzduž jadranskog bazena. Međutim, analizama stanja na okomitim presjecima dolazi se do zaključka da se ulazna sjeverozapadna jadranska struja ne giba samo

u površinskom sloju, već u cijelom vodenom stupcu, osim tankog pridnenog sloja. Voda iz Jadrana istječe u cijelom vodenom stupcu uz zapadnu obalu.

U veljači 1976. okomiti raspored temperatura pokazuje tipično zimsko stanje, homometriju vodenog stupca.

U srpnju se zapaža postojanje intenzivne površinske termokline u cijelom području, osim na postaji 20 na kojoj se termoklina spustila do oko 10m dubine. Proces spuštanja nastavit će se u cijelom području, ali je zanimljivo da je otpočeo upravo na postaji 20, na kojoj je u travnju/svibnju 1975. zabilježen također početak odvijanja jednog procesa – raslojavanja vodenog stupca.

Summary
THE MID-ADRIATIC SILL
The Seasonal Distribution of the Thermal Values
ZLATIMIR BIČANIĆ i JOSIP KASUM

Besides the identified phenomena and numerous physical processes in seawater, the analyses of thermal values resulted in new observations.

The effect of tides and other periodical circulations to the speed of the currents in section 4 is considerably more intensive than in section 5. This is confirmed by lower resultant speeds. In July the surface abounds by transversal currents with strong cyclonic direction. The ingoing and outgoing Adriatic currents are particularly intensive. The open sea circulations are present in the whole water column, or levels. They can have various directions.

The sea current in the station 26 in the period September-October 1974 did not have the expected SE direction, but in all the three measuring depths (1.5, 50, 100 m) the directions were between 077° and 085° . It can be concluded that in the section 4 there is a cyclonic current branch. However, water masses do not move towards the usual outgoing direction, but flow towards the station 18-A and further towards the stations 16 and 17. In the stations 16 and 18 the outgoing direction of circulation was observed along the whole water column.

Considerably higher mean values of the current speeds than the resultants lead to the conclusion about the existence of considerably strong currents of tides in this area. The highest speeds were registered in the station 24 (The Jabuka Valley) of 1.2 and 1.1 knots. This means that transversal currents prevail in July. In the Middle-Adriatic threshold there is a strong cyclonic current direction. Ingoing and outgoing Adriatic currents are particularly intensive.

During the 1974 summer/autumn cruising the existence of a horizontal thermal inversion

between Middle and Southern Adriatic was observed. This is not a common phenomenon and it can appear only during intensive advections and climatic influences (air temperature, wind, precipitation). Such situations are usually of short duration.

In September-October 1974 sea surface in the area of Mid-Adriatic threshold to the depth of 50 m was longitudinally traversed by thermal boundaries, thermoklina of different characteristics. The same types of thermoklina connected the stations 25-17, 24-18, 23-19, and 22-20, thus forming thermal waves. No measuring was carried out in the station 26, but it can be assumed that the thermoklina there was of deep-sea character, and that in that area there was a certain thermal correlation (thermal channel) between the stations 26-16. This could be a valuable finding and it might be a subject of a profound research of such a phenomenon. The research should identify the causes of such surface temperature value distributions, the permanence of the phenomenon, the manner and the circumstances of its disappearance, and the possible interaction with other parameters of physical, chemical and biological oceanography.

By the end of the winter season, in March 1975, the water column was characterized by stable homothermics, with slight aberrations. The aberrations from the stable state were in both sections of approximate intensity. Thus it can be concluded that in both sections there was an almost simultaneous change from thermal homogenous state to gradual stratification of water masses. Such simultaneous change is not typical.

The beginning of spring season (April-May 1975) was marked by stable thermal state on

the surface. There was even an enclave of the coldest water in the area (under 14°C. It is due to the beginning of change of longitudinal winter surface circulation in the area into transversal circulation. In all the stations of both sections the difference of values between the surface and bottom temperatures was higher compared to March of the same year. This means that the process of stratification of water masses was in progress. The stratification started from southeastern part of the area, as only in the station 20 a weak surface thermoklina was observed.

The distribution of surface temperature in February 1976 best showed the current field. The surface circulation had typical winter season characteristics, that is, the surface circulation went longitudinally along the Adriatic. However, the analysis of the state in vertical

sections leads to the conclusion that the ingoing northwestern Adriatic current does not move only on the surface level, but also in the whole water column, except for low bottom level. The water from the Adriatic flows out by the western coast in the whole water column.

In February 1976 the vertical distribution of temperatures showed a typical winter state, the homometrics of water column.

In July intensive surface thermoklina could be observed in the whole area except in the station 20, where the thermoklina dropped to the depth of approximately 10 m. The process of descending will continue in the whole area, but it is interesting to note that it started in the station 20, where in April-May 1975 another process was also observed: the stratification of water column.

Primljeno (Received): lipanj 2002.
Prihvaćeno (Accepted): rujan 2002.

Podatci o autorima (u vrijeme primitka članka):

Dr. sc. Zlatimir Bičanić, izv. prof., Visoka pomorska škola,
Zrinsko Frankopanska 38, 21000 Split

Dr. sc. Josip Kasum, izv. prof., Hrvatski hidrografski institut,
Zrinsko Frankopanska 161, 21000 Split